



**Por un Desarrollo  
Agrario Integral  
y Sostenible**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA  
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y  
DEL AMBIENTE**

**Trabajo de Tesis**

Caracterización de la diversidad biológica de comunidades de murciélagos (Orden Chiroptera) en seis Reservas Silvestres Privadas de Managua y Carazo, Nicaragua, 2019-2021

**Autor**

Br. Kevin Gersan Ramírez Leal

**Asesores**

M.Sc. Miguel Garmendia Zapata

Ing. Alex Castellón Meyrat

Ing. Eddy Maradiaga Flores

Managua, Nicaragua  
Octubre, 2021



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
AGRARIA

Por un Desarrollo Agrario  
Integral y Sostenible

Universidad Nacional Agraria  
Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Tesis para optar al título de  
Ingeniero en Recursos Naturales

## **Trabajo de Tesis**

Caracterización de la diversidad biológica de  
comunidades de murciélagos en seis Reservas  
Silvestres Privadas de Managua y Carazo,  
Nicaragua, 2019-2021

### **Autor**

Br. Kevin Gersan Ramírez Leal

### **Asesores**

M.Sc. Miguel Garmendia Zapata

Ing. Alex Castellón Meyrat

Ing. Eddy Maradiaga Flores

Managua, Nicaragua

Octubre, 2021

Este trabajo de tesis fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la decanatura de la **Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente** como requisito parcial para optar al título profesional de:

**Ingeniero en Recursos Naturales**

Miembros del Honorable Comité Evaluador

---

M.Sc. Karla Alguera Oviedo  
Presidente

---

Lic. Rosa María Reyes  
Secretario

---

Lic. Octavio Saldaña Tapia  
Vocal

Managua, Nicaragua  
Octubre, 2021

## **DEDICATORIA**

Primeramente, a **Dios**, a mis padres por darme el apoyo y la educación para salir adelante, en especial a mi mamá **Ana Lisbeth Leal Vargas** quien me ha apoyado siempre en cada etapa de mi vida, a mis hermanos para que sigan mi ejemplo y sepan que lo que se propone con esfuerzo y dedicación se puede lograr.

A mis mejores amigas que de una u otra manera me han ayudado con este trabajo, al **Programa para la Conservación de los Murciélagos de Nicaragua (PCMN)** por estar siempre a la disposición.

A mis maestros y asesores por su ayuda y consejos, a los jóvenes interesados por saber sobre la diversidad biológica de murciélagos.

Esto no sería posible sin el apoyo de cada uno de ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a **Dios** por haberme permitido culminar mis estudios de manera satisfactoria, a mis padres y mis amigos por su apoyo, en especial a **Claudia Julissa Mendoza** y **Freiddy Dumas Obando** más que amigas son como mis hermanas y me han apoyado en cada paso que he dado en este proceso.

A la **Red de Reservas Silvestres Privadas** por facilitar la colecta de información y brindar su apoyo en especial a las Reservas Silvestres Privadas: **Montibelli, Quelantaro, La Mákina, Concepción de María, Celocuague, Egon Borucki in Memoriam.**

A **Eddy Maradiaga, Bayardo González, Carlos Torrez** y **Ariel Salinas** por facilitar el proceso de recolección de datos en campo, en especial al **Lic. Octavio Saldaña** por estar siempre a la disposición como experto.

Un agradecimiento especial al **M.Sc. Ernesto Ramón Tünnermann Gutiérrez (Q.E.P.D)** por haberme apoyado desde el inicio de mi carrera en 2016 hasta lograr culminarla en 2021, un gran maestro y amigo, un abrazo hasta el cielo.

A la **Dirección de Investigación Extensión y Postgrado (DIEP)** de la Universidad Nacional Agraria por el financiamiento de este estudio.

Gracias a todos ya que de una u otra forma ayudaron a que este estudio fuera posible.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE ANEXOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I INTRODUCCIÓN	1
II OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general	3
2.2 Objetivos específicos	3
III MARCO DE REFERENCIA	4
3.1 Información general sobre los murciélagos	4
3.2 Gremio alimenticio	6
3.2.1 Insectívoros	6
3.2.2 Frugívoros	6
3.2.3 Hematófagos	7
3.3 Biología y bioindicación	7
3.4 Características del bosque tropical seco	9
IV MATERIALES Y MÉTODOS	10
4.1 Ubicación y descripción del sitio	10
4.2 Proceso metodológico	14
4.2.1 Etapa de planificación	14
4.2.2 Etapa de campo	17
4.2.3 Etapa de análisis	19
V RESULTADOS Y DISCUSIÓN	22
5.1 Caracterización de la vegetación en los hábitats	22
5.1.1 Resultados del inventario florístico	22
5.2 Descripción general de la diversidad biológica de murciélagos	25

5.3 Comparación de la diversidad y composición de especies entre reservas	26
5.4 Comparación diversidad y composición de especies entre bosques	30
5.5 Gremios alimenticios y preferencias de hábitat	32
5.6 Estado de conservación y valor de indicación	36
VI CONCLUSIONES	39
VII RECOMENDACIONES	41
VIII LITERATURA CITADA	44
VIII ANEXOS	50

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>CUADRO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Características particulares y ubicación de cada una de las reservas que formaron parte del área de estudio.	12-13
2.	Fechas de visita a las Reservas Silvestres Privadas.	15
3.	Número de parcelas establecidas en cada bosque por reserva.	18
4.	Especies que más predominaron a lo largo del estudio.	23
5.	Especies con mayor promedio de altura.	23
6.	Especies con mayor diámetro.	24
7.	Especies de plantas consumidas y dispersadas por murciélagos.	24-25
8.	Estimador Chao1 para bosque abierto y cerrado.	27
9.	Resumen valores de riqueza, abundancia absoluta y capturas/horas-red, suma de horas/red e índice de diversidad de Simpson por reserva.	29
10.	Gremios alimenticios y número de especies por gremio.	33
11.	Especies de murciélagos indicadoras. También se presentan el número de capturas absolutas (sin transformación). La información de la indicación se tomó de Medina-Fitoria (2014).	38



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Mapa de ubicación de las reservas silvestres privadas, Managua y Carazo, Nicaragua.	10
2.	Proceso metodológico implementado para la caracterización de la diversidad biológica de comunidades de murciélagos (Orden Chiroptera) en seis Reservas Silvestres Privadas de Managua y Carazo, Nicaragua, 2019-2021.	14
3.	Esquema de forma de ubicación de las redes de niebla en las seis Reservas Silvestres Privadas.	16
4.	Curva de acumulación de especies para bosque abierto y cerrado.	29
5.	Análisis de conglomerado utilizando encadenamiento simple y el Coeficiente de Distancia de Jaccard.	31
6.	Análisis de conglomerado utilizando encadenamiento simple y Distancia de Jaccard, en donde se agrupan las especies en base al gremio alimenticio y la preferencia de hábitats.	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO</b>		<b>PÁGINA</b>
1.	Formato de campo para murciélagos.	50
2.	Formato de campo para especies forestales.	51
3.	Lista taxonómica de murciélagos identificados en las seis Reservas Silvestres Privadas.	52
4.	Listado de especies forestales	53-54
5.	Distancia de Jaccard entre reservas.	54
6.	Desglose de especies por gremio.	55
7.	Dossier fotográfico especies de murciélagos.	56-62
8.	Captura y manipulación de murciélagos.	63
9.	Identificación de murciélagos en campo.	63
10.	Mediciones forestales.	64

## RESUMEN

Es de suma importancia la generación de información relacionada a la diversidad biológica de murciélagos en bosque tropical seco ya que la información de éstos en Nicaragua es limitada, a través de la caracterización de estas comunidades de murciélagos se pretende lograr un aporte de datos para entidades y contribuir con esto a la toma de decisiones de conservación de la biodiversidad y a su vez apoyar con esto en la planificación de estrategias de conservación como la educación ambiental, corredores biológicos y la restauración. El estudio se llevó a cabo al suroeste del pacífico de Nicaragua, específicamente en los departamentos de Managua y Carazo en el periodo lluvioso de agosto a noviembre de 2019, la metodología se dividió en tres etapas: etapa de planificación, etapa de campo y etapa de análisis de los datos obtenidos, se establecieron cinco redes de niebla de 3 x 6 m en bosque abierto y cerrado en horarios de 6–11 pm, a los murciélagos capturados con las redes se les determino su nombre científico con las guías de identificación taxonómica, se establecieron 27 parcelas de 20 x 50 m y se tomaron las variables dendrométricas; se procesaron los datos recolectados en campo donde se determinó abundancia, riqueza, diversidad y distancia. Se capturaron un total de 217 individuos, los cuales estaban distribuidos en 15 especies, 10 géneros y 3 familias (Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae); los géneros más representados según el número de especie fueron *Carollia* (3 especies), *Glossophaga* (2) y *Artibeus* (2), la mayor diversidad de especies según el índice de Simpson se registró en Quelantaro (0.22) y La Mákina (0.21), de las 15 especies reportadas en este estudio, 10 se encontraron en el bosque abierto y 12 en el bosque cerrado; sin embargo, las diferencias no fueron significativas. Con los datos colectados en este estudio, no se determinó diferencias significativas de la riqueza, la abundancia y la diversidad comparada entre los bosques abiertos y los bosques cerrados, dos especies fueron relevantes según su estado de conservación y su valor de indicación.

**Palabras claves:** *Quiróptero, Biodiversidad, Mammalia, Conservación, Estructura Biológica, Composición de Especies, Pacífico de Nicaragua.*

## ABSTRACT

It is of utmost importance to generate information related to the biological diversity of bats in dry tropical forest since the information of these in Nicaragua is limited, through the characterization of these bat communities is intended to achieve a contribution of data for entities and contribute with this to decision-making for biodiversity conservation and in turn support with this in the planning of conservation strategies such as environmental education, biological corridors and restoration. The study was conducted in the southwestern Pacific of Nicaragua, specifically in the departments of Managua and Carazo in the rainy period from August to November 2019, the methodology was divided into three stages: planning stage, field stage and stage of analysis of the data obtained, five mist nets of 3 x 6 m were established in open and closed forest at times of 6-11 pm, the bats captured with the nets were determined their scientific name with taxonomic identification guides, 27 plots of 20 x 50 m were established and dendrometric variables were taken; the data collected in the field were processed where abundance, richness, diversity and distance were determined. A total of 217 individuals were captured, which were distributed in 15 species, 10 genera and 3 families (Mormoopidae, Phyllostomidae and Vespertilionidae); the most represented genera according to the number of species were *Carollia* (3 species), *Glossophaga* (2) and *Artibeus* (2), the highest species diversity according to Simpson's index was recorded in Quelantaro (0.22) and La Mákina (0.21), of the 15 species reported in this study, 10 were found in the open forest and 12 in the closed forest; however, the differences were not significant. With the data collected in this study, no significant differences were determined in the richness, abundance and diversity compared between the open and closed forests, two species were relevant according to their conservation status and their indication value.

**Keywords:** *Chiroptera, Biodiversity, Mammalia, Conservation, Biological Structure, Species Composition, Pacific of Nicaragua.*

## I INTRODUCCIÓN

Cualquier factor natural o antrópico causa un cambio directo o indirectamente en ecosistemas o biodiversidad, entre ellos se encuentra los cambios de uso de suelo, cambio climático, presencia de especies invasoras, sobreexplotación de los recursos naturales y la contaminación. Estos son generados por combinaciones de determinantes que ejercen presión en el tiempo; un ejemplo son los cambios es la población humana, que tienen un impacto en la naturaleza que puede llegar a afectar todos sus niveles de organización desde la parte genética hasta los ecosistemas y el ambiente en general (Uribe Botero y Ávila Rodríguez, 2015). Estudios han demostrado que el impacto de la deforestación afecta directamente especies de murciélagos. Sin embargo, el efecto de la fragmentación del bosque sobre la diversidad biológica de comunidades de murciélagos ha sido poco estudiada en el bosque seco.

A lo largo de la última década se han desarrollado estudios en el análisis de la diversidad biológica, dinámica y poblaciones de murciélagos, todos estos trabajos han sido desarrollados por el Programa para la Conservación de Murciélagos de Nicaragua, entidad pionera en la extensión, investigación y concientización sobre la importancia ecológica de los quirópteros de Nicaragua y a su vez, el primero en la gestión y conservación de estas especies apoyadas por la Red Latinoamericanas de Conservación de Murciélagos (RELCOM).

A lo largo de la historia, los murciélagos han sido poco aceptados en la sociedad, considerados peligrosos y de mal aspecto. Sin embargo, desempeñan un papel ecológico vital para la permanencia de los bosques y otros ecosistemas (Medina-Fitoria, 2014).

En primer lugar, los gremios ecológicos de murciélagos insectívoros son muy importantes para controlar las plagas de insectos y vectores. Son muy beneficiosos para la agricultura, pues una colonia puede consumir millones de insectos en una noche, también los nectarívoros toman el papel de visitar flores e impregnarse con el polen de estas, lo transmiten a otras flores depositándolo en los estigmas, causando su polinización y son por excelencia dispersores de semilla, contribuyendo así en el proceso de regeneración de nuestros bosques (LaVal & Rodríguez, 2002).

En Nicaragua existen entidades encargadas de la investigación y conservación de la diversidad biológica. Sin embargo, considerando el papel de los murciélagos como indicadores de perturbación del hábitat y el rol ecológico que desempeñan en los ecosistemas terrestres, existe poca información sobre la dinámica y relación de comunidades de murciélagos y la cobertura de bosque, lo que limita el acceso o requerimiento a la información de dieta, de refugios y hábitat, en algunas especies depende de la configuración del paisaje y limita a contribuir con la planificación de estrategias de conservación de hábitat. Siendo un sistema ecológico diverso, pero poco estudiados (Mena, 2010).

Es de gran importancia la generación de información relacionada a la diversidad biológica de murciélagos en bosque tropical seco, se quiere lograr un aporte de datos para entidades y contribuir a la toma de decisiones de conservación de la diversidad biológica y a su vez apoyar con esto en la planificación de estrategias de conservación del hábitat de las especies. Es aquí donde nuestra investigación se centra en brindar aportes en estas temáticas en pro de la conservación, no solamente de los murciélagos, sino de sus hábitats y de las especies que comparten sus mismos requerimientos ecológicos.

## **II OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Caracterizar la diversidad biológica de comunidades de murciélagos según sus gremios alimenticios, en áreas de bosque abierto y cerrado en seis Reservas Silvestres Privadas en el periodo de 2019-2021 con el fin de generar datos que contribuyan a la toma de decisiones y la planificación de estrategias de conservación.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Identificar taxonómicamente las especies de murciélagos que forman parte de un área de bosque abierto y un área de bosque cerrado.
2. Comparar los índices de biodiversidad, riqueza, abundancia y composición entre las condiciones de área (bosque abierto y bosque cerrado) y entre las reservas.
3. Describir los gremios alimenticios de las especies determinadas en el área de estudio.
4. Determinar el estado de conservación y preferencia de hábitat de murciélagos para brindar recomendaciones que ayuden a mejorar los ecosistemas.

### III MARCO DE REFERENCIA

#### 3.1 Información general sobre los murciélagos

Los murciélagos son los únicos mamíferos con capacidad verdadera de volar, pues presentan una membrana de piel que une los alargados y finos huesos de cinco dedos de cada mano. Esta piel es fina y elástica, y en algunas especies también unen las extremidades inferiores (patas) estos tejidos de piel se conocen como patagios, y su forma puede variar dependiendo de la clase y su estilo de vuelo, el uropatagio o tejido caudal (tejido ubicado entre las piernas) es muy variable, y al igual que la cola pueden llegar a ser muy largos, muy reducidos o estar ausente. Los dedos de las patas presentan garras que le permiten al murciélago sujetarse (Medina-Fitoria, 2014).

Los murciélagos de Nicaragua (microquirópteros) tienen ojos pequeños y funcionales, sus orejas están bien desarrolladas y tienen diferentes tamaños, pueden ir desde aquellas que apenas se extienden a la altura del pelo, hasta las grandes, cuya longitud es igual al tamaño del cuerpo. Dentro de las orejas hay dos ecos procedentes de las llamadas de ecolocalización que emite el murciélago (Medina-Fitoria, 2014).

Aunque algunos tienen apariencia de ratones, no son roedores, sino que pertenecen a un orden de mamíferos llamado Chiroptera. La palabra Chiroptera significa “alas de piel” y es uno de los órdenes de mamíferos más diversos en todo el mundo con casi 1,200 tipos de clase (Williams-Guillén y Medina, 2016).

Muchos de los murciélagos en Nicaragua se encuentran intimidados no solo por la degradación progresiva de sus hábitats, sino también al exterminio directo por falta de información, ya que muchas personas creen que todos los murciélagos son vampiros. Sin embargo, de las 1,200 especies de murciélagos en el planeta, solamente tres son vampiros, y solo uno de ellos puede llegar a atacar a los humanos, ya que el resto se alimentan de insectos, frutas, néctar y algunos de pequeños vertebrados. Estos vampiros también son muy benéficos para los seres humanos y los ecosistemas, ya que dispersan semillas, polinizan flores, y comen insectos que son plagas de varios cultivos (Williams-Guillén y Medina, 2016).



Las alas de los murciélagos son delgadas cuando se les compara con las aves, como resultado, son capaces de tener una gama más amplia de movimiento y también ser más rápidos. En caso de producirse daños en las mismas, el cuerpo tiene la capacidad de repararse a sí mismo. Las alas poseen células de Merkel y razón por la que son muy sensibles (Dailymotion, 2017)

Todos los murciélagos tienen pequeños dientes que pueden picar a través de las frutas o presas. También poseen una lengua larga que usan para comer, beber, y la polinización. Enrollan la lengua alrededor de su caja torácica también cuando no la están usando. Los murciélagos poseen válvulas unidireccionales en sus arterias para evitar que la sangre fluya hacia atrás. Es por eso que son capaces de colgarse boca abajo ("Anatomía del murciélago » MURCIELAGOPEDIA", n.d.).

Todos los microchirópteros utilizan un sistema de sonar o ecolocalización, que consiste en transmitir por la boca o la nariz sonidos de alta frecuencia. Los sonidos viajan en el aire y chocan con los elementos circundantes, provocando un eco que regresa al murciélago, los cuales al interpretarlo les informa de las características de estos elementos. Con este sistema los murciélagos no sólo navegan de noche, sino que además les permite reconocer sus fuentes de alimentación, incluyendo la persecución de insectos voladores, flores abiertas, peces, etc. (Medina-Fitoria 2014).

La mayoría de los sonidos de ecolocalización son ultrasónicos (por encima del rango de audición humana), pero en algunas especies es posible escuchar un tenue crepitar cuando un murciélago vuela cerca. Cada especie se especializa en diferentes estilos de ecolocalización, con diferentes formas de las orejas para poder captar los sonidos, y algunos también tienen variadas estructuras alrededor de la boca y la nariz para emitirlos (Medina-Fitoria 2014).

En Nicaragua, más de la mitad de las especies que se encuentran son insectívoros, ya que se alimentan de zancudos, mariposas, polillas, esperanzas, etc. Y más de un tercio tienen hábitos vegetarianos al alimentarse de frutos o néctar de las flores (como los colibríes), y unos pocos son depredadores de pequeños vertebrados como aves, mamíferos (ratones y pequeños murciélagos), anfibios, reptiles y peces. Todos estos murciélagos comparten adaptaciones que les ayudan a encontrar su comida, ya que tienen un sistema de radar o navegación llamado ecolocalización, el cual usa vocalizaciones cortas ultrasónicas (no audible para los seres humanos) que utilizan para decidir distancias, tamaño y forma de un elemento, dirección de

vuelo y distinguir entre diferentes tipos de alimento, incluyendo los sonidos que emiten algunos animales que son parte de su dieta. Los murciélagos nectarívoros y frugívoros incluso pueden utilizar su olfato para localizar frutos maduros o flores con néctar (Williams-Guillén y Medina, 2016).

### **3.2 Gremio alimenticio**

El gremio es un sistema de categorización de las especies de acuerdo con las similitudes en su estrategia, función ecológica o cómo hacen uso de algún tipo de recurso. El concepto de gremio trófico se plantea dar a conocer cómo es la competencia y la repartición del recurso alimenticio entre las especies (Segura, 2014).

#### **3.2.1 Insectívoros**

En los murciélagos insectívoros, la repartición del recurso trófico se ha detallado principalmente conforme al estrato en el que forrajean, agrupamiento similar de los gremios usados en las aves. Se reconocen dos tipos de forrajeo: el primero es el de los insectívoros aéreos, que son las especies que capturan sus presas durante el vuelo en estratos superiores; el segundo es el de insectívoros recolectores, los que capturan su presa al nivel del follaje o del suelo, también se han dividido de acuerdo con la complejidad del ecosistema en donde forrajean: en espacios cerrados, abiertos y al borde de la vegetación (Segura, 2014).

Tradicionalmente, los murciélagos han sido agrupados en gremios donde se divide a las especies con base en los siguientes requisitos de composición de la dieta, complejidad del hábitat de alimentación y estrato de forrajeo. La morfología alar y la forma de ecolocalización son los principales factores intrínsecos que determinan la manera de alimentación en murciélagos insectívoros (Segura, 2014).

#### **3.2.2 Frugívoros**

Los murciélagos frugívoros actúan como especies importantes para el bosque tropical por su rol en la dispersión de semillas y cualquier impacto negativo en sus poblaciones provocarían serios problemas a la conservación y regeneración del bosque en paisajes fragmentados (Mena, 2010).

### **3.2.3 Hematófagos**

La especie hematófaga tiene la habilidad de detectar luz infrarroja, lo cual les permitan localizar animales de sangre caliente, por lo que su alimentación casi exclusivamente del ganado y otros animales domésticos. Sin embargo, a veces ataca a los seres humanos, y pueden transmitir algunas enfermedades tales como la rabia, la cual puede llegar a causar brotes de rabia en el gremio ganadero con grandes pérdidas económicas (Williams-Guillén y Medina, 2014).

### **3.3 Biología y bioindicación**

La biología es la base de muchas disciplinas que buscan respuestas concretas acerca del funcionamiento de los sistemas vivos como, por ejemplo, la fisiología celular, bioquímica, genética molecular, ecología, botánica y entomología, y cada uno de estos tiene subdivisiones con el objetivo de mejorar la comprensión de su epistemología (Mader, Curtis, Barnes y Salomón, 2004).

Los contenidos de la biología se centran especialmente en el nivel celular, buscando la explicación científica de los fenómenos biológicos, en términos más bioquímicos, sin olvidar el aspecto sistemático de los seres vivos. Considerando que los sistemas vivos tienen partes interrelacionadas y con numerosas características globales en su funcionamiento. El punto de vista sistémico y analítico es el que permite encontrar las razones de los distintos fenómenos estudiados en su significado biológico (Mader, Curtis, Barnes y Salomón, 2004).

El uso de bioindicadores ofrece como una ventaja la posibilidad de evaluar el estado ecológico en el que se encuentra un ecosistema en un tiempo determinado y adicionalmente observar su evolución en el tiempo. Con este fin se utilizan organismos sensibles a los cambios que en su mayoría indican la presencia de contaminantes o alteraciones en su hábitat. (García, Sarmiento, Rodríguez y Porras, 2017).

Los bioindicadores son utilizados como instrumentos de medición pues brindan información de la calidad del ambiente y sobre todo de las condiciones en tiempo de un organismo o hábitat. Pueden ser usados como organismos o comunidades de organismos que responden a un estímulo cambiando sus funciones vitales o acumulando toxinas. Estos estímulos pueden indicar la presencia de un contaminante en el ambiente y provocar distintas reacciones en los

organismos, lo cual indica su utilidad como indicadores para determinar la presencia de contaminantes en el ambiente (García, Sarmiento, Rodríguez y Porras, 2017).

Los bioindicadores se dividen como indicadores de respuesta o indicadores de acumulación; los organismos usados para tal fin pueden ser organismos indicadores, de prueba o de monitoreo. Los organismos indicadores dan información acerca de las condiciones del hábitat, factores como humedad, pH o presencia de compuestos específicos. Los organismos de prueba son utilizados principalmente en el uso de pruebas de laboratorio en el área de toxicología; muchas de estas pruebas se realizan con el fin de evaluar el nivel de riesgo al que se encuentra expuesta un ser humano (García, Sarmiento, Rodríguez y Porras, 2017).

Un bioindicador depende de las especies presentes en el ambiente que se quiere evaluar, sin embargo, deben tener algunas características como (García, Sarmiento, Rodríguez y Porras, 2017):

- Habilidad de buen indicador: esto implica que el indicador debe brindar una respuesta verificable (sensitiva a alteraciones, pero no propensa a morir o acumular contaminantes propios del ambiente), debe reflejar la reacción de una población o comunidad entera y su nivel de respuesta debe ser acorde con el nivel de contaminación o degradación presente en el ecosistema.
- Abundante y común: Se recomienda el uso de una especie común, de alta distribución en el área de estudio, con densidad poblacional local alta (especies únicas no son recomendables) y estabilidad a pesar de variaciones ambientales y climáticas.
- Bien estudiado: El comportamiento, vida y en general historia ecológica del organismo debe ser de amplio entendimiento y estar referenciado, de modo tal que se encuentre documentado taxonómicamente y sea fácil y económico de monitorear.

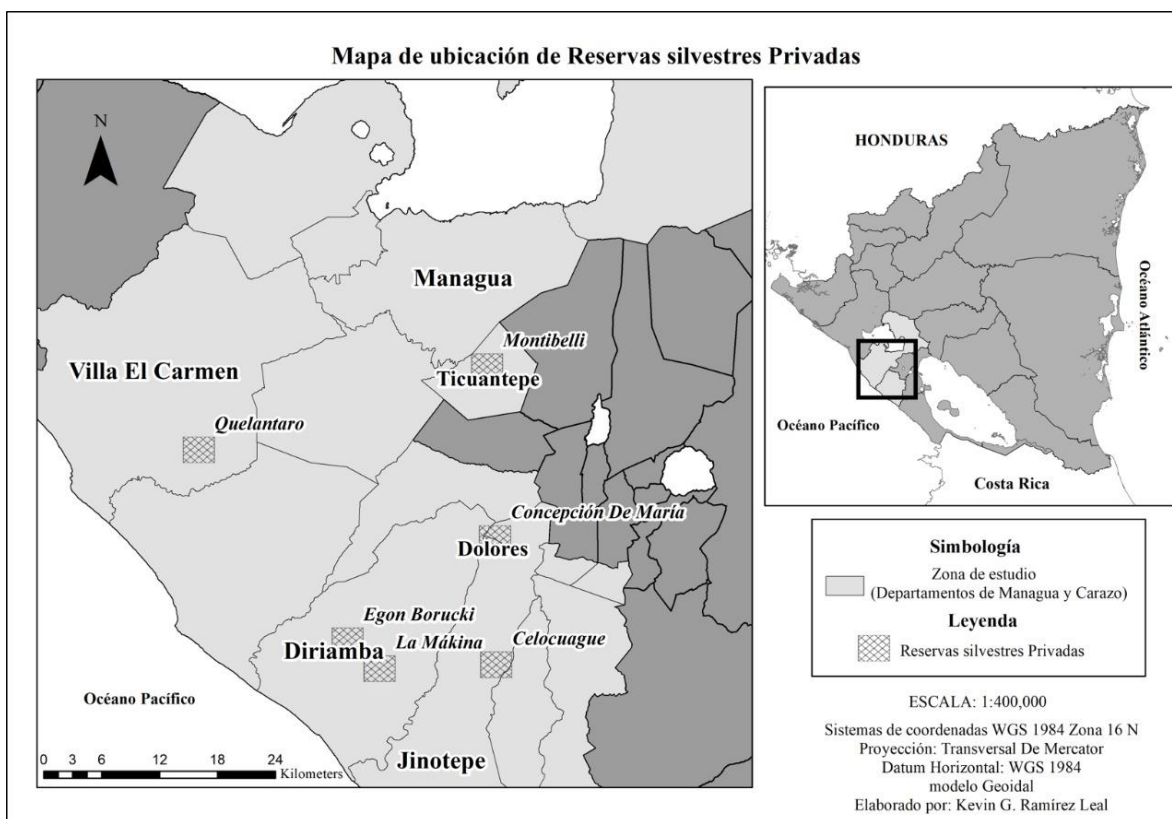
### **3.4 Características del bosque tropical seco**

El bosque seco tropical se caracteriza por tener una estación seca de entre 4 a 8 meses y un período lluvioso impredecible (González-Rivas, 2005), con precipitaciones anuales que oscilan entre los 700 a 1000 mm (Zambrana, 2010). El bosque seco tropical del Pacífico de Nicaragua consiste en varios tipos de ecosistemas, incluido el bosque caducifolio, caracterizado por el desprendimiento sufrido por las hojas de la mayoría de las especies arbóreas; el bosque de galería, representada por la mayoría de los árboles de hoja perenne; y la sabana, cuya estructura está dominada por las plantas herbáceas y algunos árboles dispersos.

## IV MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1 Ubicación y descripción del sitio

El estudio se realizó en seis Reservas Silvestres Privadas (RSP) las cuales son: RSP Quelantaro, RSP Concepción de María, RSP Egon Borucki in Memoriam, RSP Celocuague, RSP Montibelli, RSP La Mákina, en los dos departamentos de Managua y Carazo. Estas reservas se caracterizan por tener bosques protegidos y representan a los bosques secos tropicales del Pacífico.



**Figura 1.** Mapa de ubicación de las reservas silvestres privadas, Managua y Carazo, Nicaragua.

El área de estudio corresponde a la zona suroeste del pacífico de Nicaragua donde están ubicadas, específicamente el departamento de Carazo y Managua. El departamento de Carazo se ubica en la región sur del país entre las coordenadas  $11^{\circ} 39''$  y  $11^{\circ}.54''$  de latitud norte y  $86^{\circ}. 10''$  y  $86^{\circ}.27''$  de longitud oeste. Limita al norte con el departamento de Masaya, al sur con el Océano Pacífico, al este con los departamentos de Granada y Rivas, y al oeste con el departamento de Managua. Carazo tiene una superficie de 1,081.41 Km.2 y cuenta

con un clima fresco, especialmente en la meseta a los 24°. C. promedio (Diriamba y Jinotepe), con una temperatura media anual de 22.5°.C a 26.5°.C que aumentan progresivamente, a medida que se baja rumbo al mar, hasta alcanzar los 18°. C en la propia costa, es una región bastante uniforme, situándose a 600 mts sobre el nivel del mar (Morales Fernández y Vargas, 2008 ).

El uso actual del suelo es de 15% con café, 20% bosque latí foliado, un 20% de vegetación arbustiva; 15% área protegida y 40% pastizales naturales, sin embargo, el 50% de estos suelos se encuentran sobre utilizados, el 40% adecuado y un 10% subutilizados, con áreas legalmente protegidas por la ley como chacocente. Estos suelos poseen una textura de un 60% de suelo arcillosos, 30% franco – arcilloso, 5% franco – areno – limoso, 5% arcilla pesada. La vegetación del departamento varia de un bosque semi húmedo y subtropical, por cierto, muy alterado por los cafetales, a otros más secos que pasan a sabanas matorral cerca del mar, donde abundan los jíbaros, carnizuelas y piñuelas. En Carazo existen una cierta homogenización del suelo, clima y la vegetación, con un progresivo cambio de las partes más altas hasta la orilla del mar (Morales Fernández y Vargas, 2008 ).

El departamento de Managua se encuentra ubicado al suroeste del país entre los 11° 45' y 12° 40' de Latitud Norte y los 85° 50' a 86° 35' de longitud Oeste. Limita al Norte con los departamentos de Matagalpa y León, al sur con el Océano Pacífico y Carazo, al Este con Boaco, Granada y Masaya y al Oeste con el departamento de León (INEC, 2002).

El clima en el departamento de Managua se caracteriza por ser de sabana tropical con una prolongada estación seca y temperaturas que oscilan entre los 27.5° C y 28° C, la precipitación media anual varía entre los 1,000 y 1,500 mm, a excepción del municipio de El Crucero que tiene una variación de temperatura promedio de 22°C y 28° C siendo éste, uno de los pocos lugares de la costa del pacifico en poseer estas temperaturas. Presenta topografía inclinada hacia la costa del lago o banda norte, o una zona montañosa o de alturas que comprende: Las sierras de Managua, las sierritas de Santo Domingo y la península de Chiltepe. En cuanto a recursos hídricos se refiere el municipio de Managua cuenta con una serie de lagunas de origen volcánico como: la laguna de Asososca, Tiscapa y Xiloá (INEC, 2002).

**Cuadro 1.** Características particulares y ubicación de cada una de las reservas que formaron parte del área de estudio. Ipsen (2016), Gauthier & Maes (2017 y 2018), Barquero & Faurby (2007).

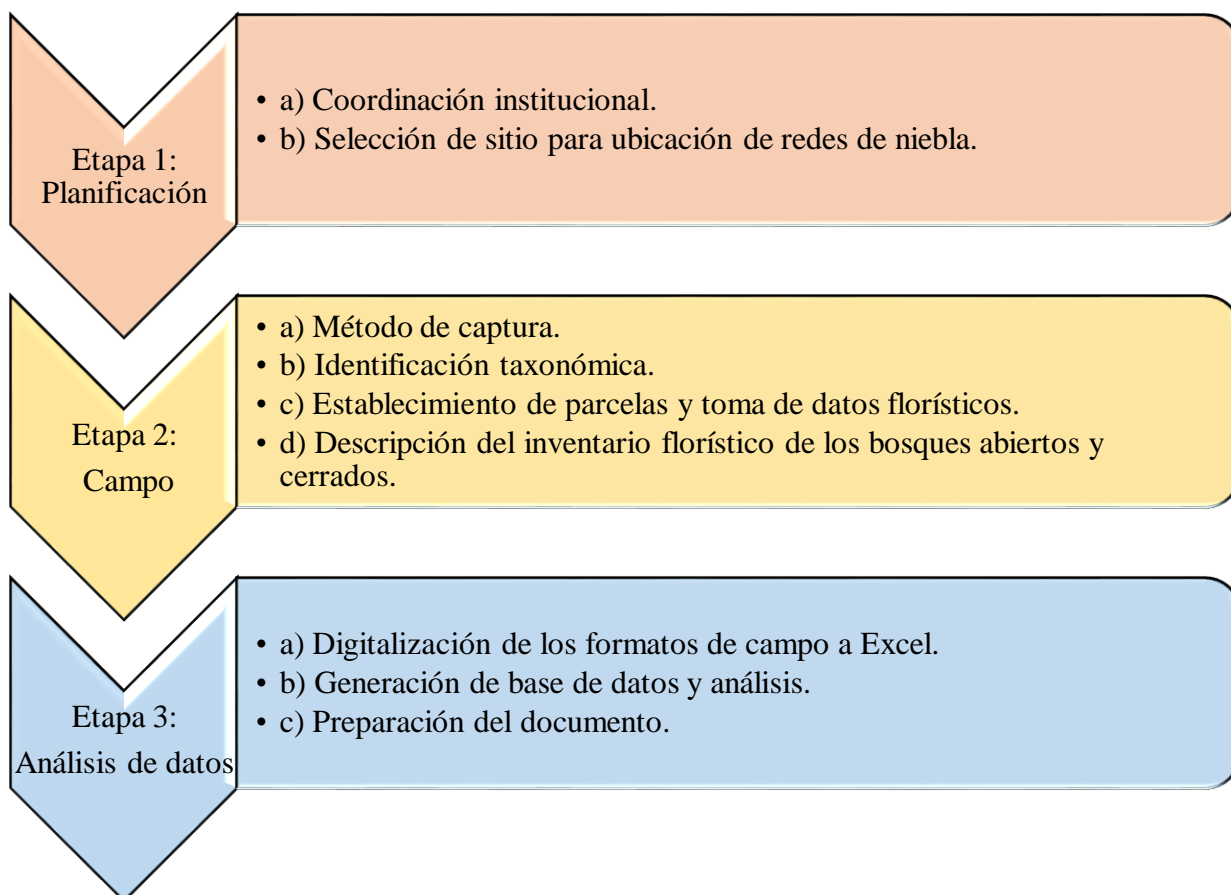
No	Nombre de la reserva	Características	Ubicación
1	Montibelli	Área de formaciones volcánicas, las cuales son hermosas sierras, conocidas por su abundancia en diversidad de flora y fauna, con un clima fresco, cultivos de café bajo sombra y presenta vistas panorámicas y turísticas. Presenta alturas entre 360 y 720 msnm y una temperatura de unos 18 a 26 °C, esta reserva presenta una extensión de 162.5 Há equivalentes a 220 Mz de bosque tropical seco.	Ubicada en el municipio de Ticuantepe entre la ciudad de Managua y la ciudad de Granada.
2	La Mákina	Comprende 13 hectáreas de bosque seco tropical, 15 hectáreas con plantación de bosques que incluye tres especies de cedro y 60 hectáreas bosque regenerativo.	Está ubicada en el Km. 58 ½ carretera a la Boquita.
3	Egon Borucki	Cuenta con características de Bosque Trópico Seco y presenta regeneración natural y acciones de conservación apoyando de esta manera la conectividad del	Departamento de Carazo, municipio de Diriamba.



		Corredor Biológico Mesoamericano.	
4	Celocuague	Se caracteriza al igual que las otras reservas por tener un bosque tropical seco, con áreas de bosque maduro, áreas agrícolas y bosques en regeneración.	Departamento de Carazo, Municipio de Jinotepe, ubicado del Hospital Regional 14 Kilómetros al sur, contiguo a la finca Santa Rita
5	Quelantaro	Una reserva forestal, representa aproximadamente 90% del total de la RSP. Esta área guarda un bosque seco secundario importante en la zona, emergido en una finca que fue utilizada para ganadería menor (pelibuey). Cerca del 20% de la reserva se utiliza para agricultura con cultivos anuales y perennes.	Quelantaro se ubica en el Km. 46 Carretera a Masachapa, 4 Km. al sureste, municipio Villa El Carmen, departamento de Managua
6	Concepción de María	La reserva silvestre privada está conformada por 9.8 hectáreas, equivalentes a 14 manzanas, las que presentan espacios de reserva forestal y vegetación en regeneración.	Kilómetro 43 carretera Panamericana, 300 metros al norte, Dolores, Carazo.

## 4.2 Proceso metodológico

Este trabajo corresponde a una investigación cuantitativa que surgió por la preocupación acerca de los pocos estudios de murciélagos que hay en Nicaragua, el trabajo se ha subdividido en tres etapas: Etapa uno: Planificación, Etapa dos: Recolección de datos en campo, Etapa tres: Análisis de datos y elaboración del documento final.



**Figura 2.** Proceso metodológico implementado para la caracterización de la diversidad biológica de comunidades de murciélagos (Orden Chiroptera) en seis Reservas Silvestres Privadas de Managua y Carazo, Nicaragua, 2019-2021.

### 4.2.1 Etapa de planificación

#### *a) Coordinación interinstitucional*

En esta etapa se acordó entre los asesores M.Sc. Miguel Garmendia Zapata, Ing. Alex Castellón Meyrat y el Ing. Eddy Maradiaga Flores y los representantes de las seis reservas silvestres privadas de Managua y Carazo, dónde se expuso el interés de realizar esta investigación en sus reservas que pertenecen al Pacífico de Nicaragua debido a la fragilidad

de los bosques por la fragmentación y la preocupación acerca de los pocos estudios de diversidad biológica de murciélagos en Nicaragua. Así mismo se planificaron las fechas de visita a cada Reserva Silvestre Privada (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Fechas de visita a las Reservas Silvestres Privadas.

<b>Reserva Silvestre Privada</b>	<b>Fecha de visita</b>	<b>Época</b>
1. Montibelli	23-24 agosto 2019	Lluviosa
2. La Mákina	20-21 septiembre 2019	Lluviosa
3. Egon Borucki in Memoriam	4-5 octubre 2019	Lluviosa
4. Celocuague	25-26 octubre 2019	Lluviosa
5. Quelantaro	22-23 noviembre 2019	Lluviosa
6. Concepción de María	28 noviembre 2019	Lluviosa

Se expresó ante el Programa para la Conservación de los Murciélagos de Nicaragua a través del asesor Ing. Eddy Maradiaga Flores la realización de esta investigación, el programa estuvo a la disposición para contribuir a la introducción al mundo de los murciélagos, antes de recolectar datos en campo se realizó un curso sobre "Captura, manipulación e identificación de Quirópteros" que incluyó una sesión práctica con individuos conservados en alcohol, posteriormente una práctica nocturna de captura, manipulación e identificación en campo.

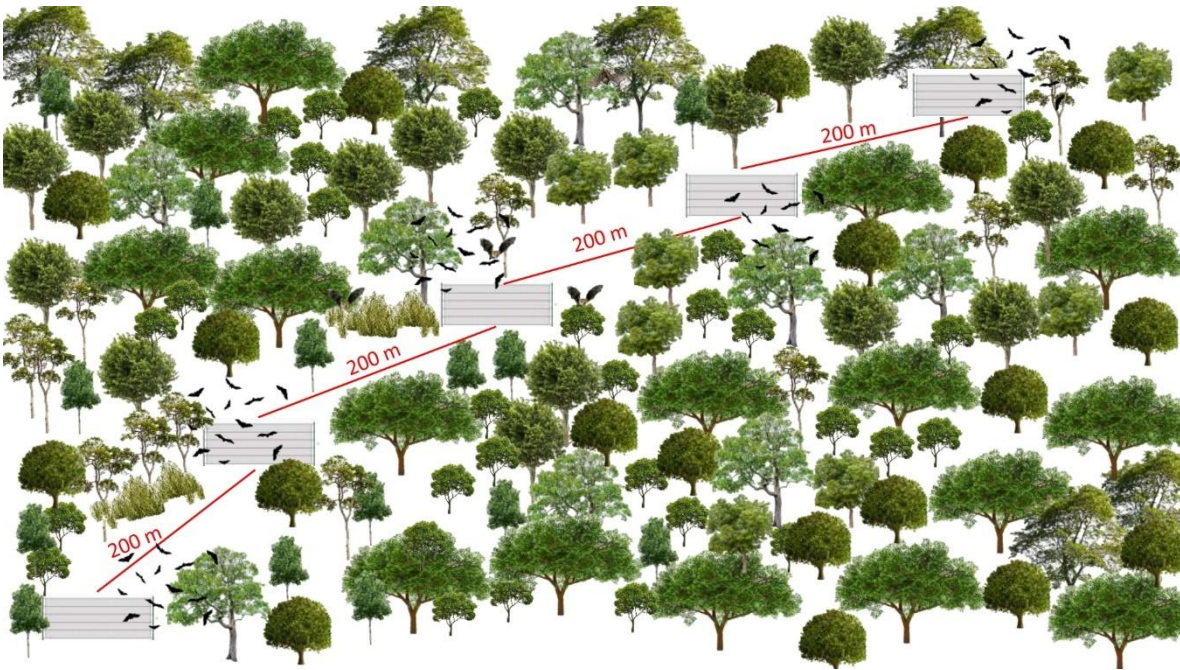
***b) Selección de sitio para ubicación de redes de niebla***

Las redes se ubicaron en túneles a través de la vegetación para facilitar el proceso de captura, el desplazamiento del equipo de trabajo y para una mejor localización de las redes de niebla.

Entre las diversas características que presentan las redes de niebla, se destacan su efectividad en la captura de aves y de murciélagos, en especial de aquellos que se desplazan en el rango de 2 a 3 metros sobre el nivel del suelo (Remsen, & Good, 1996; Silkey, Nur, & Geupel, 1999). Por otro lado, son consideradas el método más efectivo en la captura

de murciélagos con fines de muestreo para investigación e inventarios ambientales (Rodales & Juri, 2006).

Se acordó entre asesores y tesista realizar un muestreo de murciélagos en cada Reserva Silvestre Privada, utilizando cinco redes de niebla de dimensiones de 3 x 6 m en cada uno de los ecosistemas contrastantes con una distancia aproximada de 200 m entre cada red, estableciéndolas un área de bosque cerrado y un área de bosque abierto, ubicándolas en túneles a través de la vegetación para facilitar el proceso de captura (Figura 3). De lo anterior se deduce que el diseño a utilizar es un estratificado aleatorio, en donde cada uno de los dos ecosistemas contrastantes serán los estratos en los cuales se establecerán las redes de forma aleatoria.



**Figura 3.** Esquema de forma de ubicación de las redes de niebla en las seis Reservas Silvestres Privadas.

#### **4.2.2 Etapa de campo**

##### ***a) Método de captura***

Se realizó una visita de dos días a cada reserva para la toma de datos, después de establecer las redes de niebla según el diseño anteriormente descrito. Estas se aperturaron en horarios de 6:00 pm a 11:00 pm de la noche y se revisaron en intervalos de 10 – 20 minutos, en dependencia de la frecuencia de captura. Los individuos fueron manipulados con guantes de cuero por un lapso de tiempo no mayor de 10 minutos.

##### ***b) Identificación taxonómica***

A los individuos capturados con las redes se les determinó su nombre científico con el uso de las guías ilustradas Emmons (1997), Medina-Fitoria (2014) y LaVal y Rodríguez-H (2002), para una mejor comprensión de la identificación de las especies también se utilizó la base fotográfica del Programa para la Conservación de los Murciélagos de Nicaragua con el fin de comparar con las fotos tomadas en campo (anexo 7) respetando los derechos de autor de cada fotografía. Se llevó registro de la cantidad de veces que cada especie caía en las redes. Con el nombre científico se determinaron las categorías taxonómicas de familia y género para cada especie y se revisó literatura para compilar información sobre el estado de conservación y la preferencia de hábitat de cada una.

Con la cantidad de veces que cada especie caía en las redes se contabilizó un valor de frecuencia de captura con el cual se calculó tasa de captura. Otras variables tomadas en cuenta durante el proceso de toma de datos mediante un formato de campo (anexo 1) fueron: nombre de la reserva, fecha de la visita, código del punto donde se estableció la red, tipo de bosque (abierto/cerrado), coordenadas geográficas y elevación con un GPS Garmin GPSMAP 62, hora de apertura y hora de cierre de las redes.

##### ***c) Establecimiento de parcelas y toma de datos florísticos***

La toma de estas variables consta de dos pasos:

Número uno: Mediante el levantamiento de un inventario forestal  $\geq 10$  cm DAP de los bosques (abierto y cerrado) en donde se establecieron 27 parcelas rectangulares de 20 x 50

m (15 en bosque abierto y 12 en bosque cerrado) para realizar una descripción de la estructura del bosque de los sitios de estudio. Se contabilizaron 158 individuos agrupados en 42 especies (Ver anexo 4) con el fin de relacionar la presencia de algunas especies de murciélagos con las especies forestales encontradas en estos bosques (abierto y cerrado) y no forma parte primordial de los objetivos de este estudio.

**Cuadro 3.** Número de parcelas establecidas en cada bosque por reserva.

<b>RSP</b>	<b>Bosque Abierto</b>	<b>Bosque Cerrado</b>
Montibelli	3	3
La Mákina	3	3
Egon Borucki	3	0
Celocuague	3	3
Quelantaro	3	3
Concepción de María	0	0

El motivo por el cual no se establecieron más parcelas en bosque cerrado es debido a las condiciones topográficas (Relieve irregular, pendientes muy pronunciadas, etc) de algunos sitios dónde se establecieron redes y en Concepción de María no se tuvo la disponibilidad de levantar datos florísticos.

Número dos: Seguidamente de haber establecido las parcelas se procedió a tomar las siguientes variables mediante un formato de campo (anexo 2) fueron: nombre de la reserva, fecha, sitio, código del punto donde se estableció la parcela, tipo de bosque (abierto/cerrado), coordenadas geográficas y elevación con un GPS Garmin GPSMAP 62, nombre común del árbol, DAP, altura del árbol y observaciones si se requiere (ej.: características del árbol si posee frutos y/o flores).

#### *d) Descripción del inventario florístico de los bosques abiertos y cerrados*

Para estudiar la diversidad, es importante saber de qué está compuesta. Al realizar inventarios se contribuye a la descripción y al conocimiento de los diferentes niveles de organización ecológica en cuanto a estructura y función, para posteriormente efectuar la aplicación de este conocimiento en el manejo, uso adecuado y conservación de los recursos de una región particular (IAVH, 2006).

#### **4.2.3 Etapa de análisis**

##### *a) Digitalización del formato de campo hacia Excel*

Los formatos utilizados en campo fueron trasladados hacia Microsoft Excel para generar una base de datos que ayudara al análisis de la información colectada, donde se incluyeron otros aspectos como el estado de conservación, preferencia de hábitat y valor de indicación a través de la revisión de bibliografía de Murciélagos de Nicaragua, Medina-Fitoria (2014).

##### *b) Generación de base de datos y análisis*

Se analizaron los datos de los murciélagos a través de una base de datos consolidada de las seis Reservas Silvestres Privadas, donde se generó tablas dinámicas para facilitar el análisis de los datos.

Se calculó una tasa de captura dividiendo la frecuencia de captura total por especie entre el esfuerzo de captura (número de redes por horas de exposición o horas-red) (Medellín, Equihua y Amin, 2000), con este valor se aproximó una medida de la actividad de los murciélagos en el sitio (Pedersen, Kwiecinski, Larsen & Morton, 2009). Se realizó una descripción general de la diversidad biológica de murciélagos determinando riqueza, especies más representativas según los valores de tasa de captura, y familias y géneros más representativos según el número de especies. A la vez, se comparó entre los bosques la riqueza utilizando el procedimiento de remuestreo Bootstrap.

Bootstrap: Es un método que permite mediante remuestreo aleatorio, y algunos casos prescindiendo, o a menos debilitando algunas hipótesis sobre el modelo planteado, calcular

medidas de precisión de un estimador, intervalos de confianza y en general, medir el grado de incertidumbre de una cantidad de problemas (Efron, 1979).

Es una herramienta simple pero potente, es insesgado y sobre todo puede aplicarse sin tener en cuenta los parámetros y naturaleza del modelo (Efron, 1979).

La abundancia utilizando una prueba t: La t de Student, inicialmente se diseñó para examinar las diferencias entre dos muestras independientes y pequeñas que tengan distribución normal y homogeneidad en sus varianzas (en el artículo original, el autor no define qué es una muestra grande y/o pequeña). Gosset hace hincapié en la normalidad de las dos muestras como crucial en el desarrollo de la prueba (Sánchez Turcios, 2015).

Sean  $X_1, X_2, \dots, X_n$  y  $X$ ,  $n + 1$  variables aleatorias normales con media 0 y desviación típica  $\sigma$  independientes entre sí, entonces la variable:

$$t_n = \frac{X}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i^2}}$$

Recibe el nombre de t de Student con n grados de libertad. Podemos llegar a una expresión más usual de la variable t dividiendo numerador y denominador por la desviación típica  $\sigma$

$$t_n = \frac{\frac{x}{\sigma}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i}{\sigma}\right)^2}} = \frac{z}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i^2}}$$

Donde Z es una variable que sigue una distribución normal estándar  $N(0, 1)$  y  $\chi^2_n$  es una  $\chi^2$  con n grados de libertad, siendo ambas independientes. (Gorgas García, Cardiel López & Zamorano Calvo, 2011).

La diversidad con el Índice de Diversidad de Simpson utilizando Bootstrap.



El índice de Simpson es una fórmula que se utiliza para medir la diversidad de una comunidad. Comúnmente se usa para medir la biodiversidad, es decir, la diversidad de seres vivos en un lugar determinado. Sin embargo, este índice también es útil para medir la diversidad de elementos como escuelas, lugares, entre otros (Briceño, 2020).

En ecología, a menudo se utiliza el índice de Simpson (entre otros índices) para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Éste toma en cuenta la cantidad de especies presentes en el hábitat, así como la abundancia de cada especie (Briceño, 2020).

Se expresa de la siguiente manera:

$$D = \frac{\sum n (n - 1)}{N (N - 1)}$$

Dónde:

D: índice de Simpson.

n: número total de organismos de una especie.

N: número total de organismos de todas las especies.

Seguidamente se agruparon las especies utilizando un Análisis de Conglomerados con Encadenamiento Simple y el Coeficiente de Jaccard, en base a los gremios alimenticios y preferencia de hábitat de las especies.

Finalmente se determinó el estado de conservación y el valor de indicación de las especies haciendo una revisión exhaustiva de cada una de las especies de murciélagos determinadas en esta investigación usando la bibliografía de Medina-Fitoria (2014) y la base de datos de la IUCN.

Los gremios alimenticios y la preferencia de hábitat se determinaron mediante el uso de referencias bibliográficas como LaVal y Rodríguez-H (2002) y Medina-Fitoria (2014). Los programas computacionales utilizados fueron: PAST (Hammer et al., 2001) y R (R Core Team, 2015).

## V RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Caracterización de la vegetación en los hábitats

Los murciélagos poseen un papel de gran importancia en los bosques ya que gran parte de las especies de plantas dependen de ellos debido a que son los principales y a veces únicos dispersores de sus frutos y semillas, éstos también se encargan de ser los polinizadores de algunas plantas, son depredadores de muchos insectos que atacan las cosechas y de vectores de enfermedades (Medina-Fitoria, 2014).

La pérdida y fragmentación del hábitat está considerada como una de las causas principales de la actual crisis de biodiversidad (Santos & Tellería, 2006). Aunque la pérdida del hábitat y el exterminio directo de las colonias son las principales amenazas para la sobrevivencia de los murciélagos en Nicaragua, éstos enfrentan otros riesgos (Medina-Fitoria, 2014).

#### 5.1.1 Resultados del inventario florístico

Como resultado se obtuvo que en las áreas de bosque cerrado había más árboles maduros con DAP y alturas muy grandes, con una densidad de árboles de 69 individuos/há y el área basal promedio del bosque cerrado es de 1153.77 cm<sup>2</sup>, con muy pocos claros y el suelo se mantenía húmedo debido a la poca entrada de luz a los sitios, en los bosques cerrados es donde se concentró más diversidad de especies.

En las áreas de bosques abiertos había más árboles dispersos y con DAP y alturas menores a las de los bosques conservados, dando la apariencia de bosques en regeneración, con una densidad de árboles de 54 individuos/há y el área basal promedio es de 551.72 cm<sup>2</sup>, el suelo en mayor parte seco debido a los grandes claros en estas áreas de bosque, en esta área se concentró la mayor frecuencia de murciélagos en la mayoría de una sola especie debido a la facilidad de espacio que brindan los claros.

La composición de especies según el Coeficiente de Similaridad de Jaccard fue de 38%, por lo tanto, se consideran poco similares. Visualmente, en campo, se determinó que ambos hábitats se diferenciaran por una mayor presencia y tamaños de claros en el dosel del bosque del hábitat abierto, el hábitat cerrado se caracterizó por obtener un DAP mayor a los que se presentaron en el hábitat abierto.

Se contabilizaron 158 individuos agrupados 42 especies. (Ver anexo 4)

**Cuadro 4.** Especies que más predominaron a lo largo del estudio.

N°	Nombre común	Nombre Científico	Individuos/ha
1.	Lagarto	<i>Zanthoxylum</i> sp.	80
2.	Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i>	70
3.	Aguacate de monte	<i>Persea</i> sp.	40
4.	Chaperno blanco	<i>Caesalpinia velutina</i>	30
5.	Sardinillo	<i>Tecoma stans</i>	30
6.	Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	25
7.	Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>	25
8.	Quebracho	<i>Lysiloma auritum</i>	25

La altura promedio de las especies fue de  $12.32 \pm 0.4$  m (promedio  $\pm$  error estandar)

**Cuadro 5.** Especies con mayor promedio de altura.

N°	Nombre común	Nombre Científico	Altura (m)
1.	Hoja tostada	<i>Licania arborea</i>	32
2.	Carboncillo	<i>Vachellia pennatula</i>	26.7
3.	Tempisque	<i>Sideroxylon capirii</i>	26.5
4.	Talalata	<i>Gyrocarpus americanus</i>	23
5.	Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	21.23
6.	Nispero	<i>Manilkara chicle</i>	21
7.	Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i>	20.7

El diámetro promedio de las especies arbóreas fue de  $25.21 \pm 1.65$  (promedio  $\pm$  error estandar)

**Cuadro 6.** Especies con mayor diámetro.

N°	Nombre común	Nombre Científico	DAP (cm)
1.	Tempisque	<i>Sideroxylon capirii</i>	116.25
2.	Hoja tostada	<i>Licania arborea</i>	94
3.	Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	84.63
4.	Nispero	<i>Manilkara chicle</i>	52

Al menos 443 productos utilizados por el hombre se obtienen de 163 especies de plantas que dependen de los murciélagos para su polinización o dispersión. (Mickleburgh et al., 1992). Sin ellos, no había frutas como chicozapotes (*Manilkara zapota*), zapotes negros (*Diospyros nigra*), zapotes blancos (*Casimiroa edulis*), nanches (*Byrsonima crassifolia*), jobos (*Spondias purpurea*), ciruelas criollas, capulines (*Prunus salicifolia*), garambullos (*Myrtillocactus geometrizans*), hoja santa (*Piper auritum*) y pomarrosas (*Syzygium jambos*); así como algunas maderas finas, fibras, bebidas y taninos. (Mickleburgh et al., 1992; Medellín y Gaona, 2010).

**Cuadro 7.** Especies de plantas consumidas y dispersadas por murciélagos, para clasificar se utilizó la base de datos de la investigación y los libros de: (Lobova, T. A., Geiselman, C. K., & Mori, S. A. 2009; Bredt, A., Uieda, W., & Pedro, W. A. 2012).

<b>Murciélagos Frugívoros y Nectarívoros.</b>	<b>Especies florísticas Nombre común</b>	<b>Especies florísticas Nombre científico</b>
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Jocote de mico Nispero Café Tempisque Aguacate de monte	<i>Spondias mombin</i> <i>Manilkara chicle</i> <i>Coffea sp</i> <i>Sideroxylon capiri</i> <i>Persea sp</i>
<i>Artibeus lituratus</i>	Jocote de mico Madroño Papaturre Café Nispero	<i>Spondias mombin</i> <i>Calycophyllum candidissimum</i> <i>Coccoloba caracasana</i> <i>Coffea sp</i> <i>Manilkara chicle</i>

<i>Carollia perspicillata</i>	Jocote de mico Madroño Ron ron Jaboncillo Níspero	<i>Spondias mombin</i> <i>Coccoloba caracasana</i> <i>Senna skinner</i> <i>Sapindus saponaria</i> <i>Manilkara chicle</i>
<i>Carollia sp</i>	Níspero	<i>Manilkara chicle.</i>
<i>Carollia subrufa</i>	Guarumo Carate Capulín Higos Pimienta Pimiento Patata Tomate Berenjena	En la base de datos de flora no se encuentran estas especies y esto se puede deber a la adaptación de las especies a los alimentos disponibles en el ecosistema, sin embargo, para poder sustentar esto será necesario estudiarlo a fondo.
<i>Chiroderma villosum</i>	Guarumo Higos	
<i>Glossophaga commissarisi</i>	Guarumo Carate Pimienta Güitite	
<i>Platyrrhinus helleri</i>	Guarumo Carate Chidra Areno blanco Higos Pimienta Patata Tomate Berenjena	

## 5.2 Descripción general de la diversidad biológica de murciélagos

En Nicaragua los murciélagos son el grupo de mamíferos mejor representados en el país, abarcando el 54% de las especies terrestres (no marinos). En total se han registrado 111 especies de murciélagos agrupados en 66 géneros y 9 familias. Al menos 12 especies alcanzan su límite de distribución norteño o sureño en nuestro país, siete tienen su límite en el norte en los bosques húmedos del Caribe, tres presentan su límite sur en los bosques secos del pacífico y dos especies se encuentran asociadas a los bosques de pino (*Pinus sp*) cuya distribución natural (límite meridional) comprende el norte del país (Medina-Fitoria, 2014; Martínez-Fonseca, Medina, Westeen & Chambers, 2020).

En las 209.58 horas que las redes de niebla estuvieron expuestas en las seis Reservas Silvestres Privadas, se capturaron un total de 217 individuos, los cuales estaban distribuidos en 15 especies, 10 géneros y 3 familias (Mormoopidae, Phyllostomidae y Vespertilionidae). El número de especies observadas fue un poco similar al de otros estudios en donde se determinaron de 11 a 13 especies (Williams-Guillén y Medina, 2016; Rivas Pérez, Castillo Benavidez & Rodríguez, 2015). Sin embargo, en otras investigaciones donde el esfuerzo de muestreo fue mayor se determinaron de 22 a 39 especies ("Murciélagos de la reserva silvestre El Bajo en Managua | Revista Naturalista", 2020; Martínez Gómez, González Lazo, Saldaña Tapia & Flores-Pacheco, 2020).

Las especies más representadas según el número de capturas/horas-red fueron en orden descendiente: *Artibeus jamaicensis* (0.74 capturas/horas-red), *Carollia subrufa* (0.24), *Rhogeessa bickhami* (0.23), y *Desmodus rotundus* (0.19). El resto de las especies fueron capturadas menos de 0.16 capturas/horas-red. Las especies capturadas solamente una vez fueron: *Chiroderma villosum*, *Diphylla ecaudata*, *Eptesicus furinalis*, *Pteronotus davyi* y *Vampyrum spectrum*. Entre las 6:00 pm y las 8:00 pm se observó una mayor frecuencia de individuos y esto se puede relacionar a que a esas horas los murciélagos están saliendo de sus refugios a alimentarse y distribuirse por los bosques hasta que se acabe la noche.

Los géneros más representativos según el número de especie fueron *Carollia* (3 especies), *Glossophaga* (2) y *Artibeus* (2), el resto de los géneros estuvo representado por una especie. La familia con el mayor número de especies fue Phyllostomidae con 12 especies, una de las principales razones por la cual predominó esta familia es debido a que en Nicaragua están presente 57 especies distribuidas en 9 subfamilias, teniendo una diversa preferencia de hábitat y de gremios alimenticios, las familias Vespertilionidae y Mormoopidae estuvieron representadas por 2 y 1 especie respectivamente. (Martínez-Fonseca, Medina, Westeen & Chambers, 2020).

### **5.3 Comparación de la diversidad y composición de especies entre reservas**

El número de especies y la abundancia (absoluta) determinadas en cada reserva varió principalmente por las diferencias de esfuerzo de muestreo, también se pudo ver influenciado por la lluvia, ya que se observó que salían pocos murciélagos a alimentarse después de la lluvia ya que el estudio se realizó en periodo lluvioso. En los sitios en donde se realizó menos

esfuerzo de muestreo, el número de especies determinadas y la abundancia total fue menor. De tal forma que no se realiza comparación estadística de la riqueza y la abundancia entre las reservas, pero si se describen los resultados.

La distribución de las especies más representadas según el número de capturas/horas-red son las siguientes: *Artibeus jamaicensis* es abundante y este se encuentra prácticamente en todo el país, una especie de amplia distribución; *Carollia subrufa* es una especie común, aunque restringido principalmente a la franja del pacífico seco del país, a pesar de esta aseveración es la segunda especie más capturada en esta investigación; *Rhogeessa bickhami* esta especie es ampliamente distribuida en todo el país tanto en el pacífico como en el caribe; *Desmodus rotundus* es muy común en prácticamente todo el país principalmente en zonas ganaderas del centro del país, una de las razones por la cual es uno de las especies más capturadas puede estar relacionado a que gran parte de las reservas están rodeadas de tierras que se dedican a la ganadería (Medina-Fitoria, 2014).

La curva de acumulación de especies es el número de especies acumuladas a lo largo de una medida de esfuerzo de muestreo (UM); La forma de la curva depende del orden en que tome las UM para acumularlas. Las curvas de acumulación de especies muestran la tasa a la que nuevas especies se encuentran, más no la riqueza total. (Londoño, 2012).

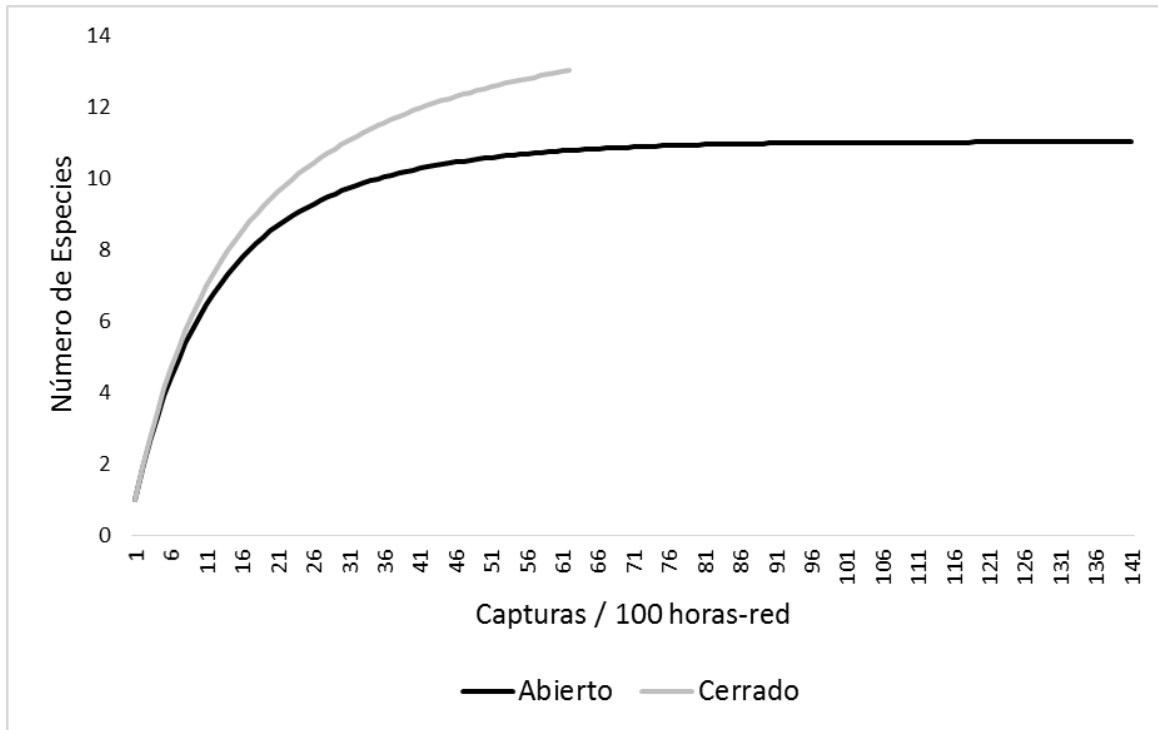
**Nota:** Para el cálculo del estimador de Chao 1 y la elaboración de los gráficos de curvas de acumulación de especies se tuvo que utilizar la transformación a 100 horas-red, ya que el programa no acepta incluir numeros decimales.

**Cuadro 8.** Estimador Chao1 para bosque abierto y cerrado.

<b>Bosque</b>	<b>Especies estimadas</b>	<b>Especies observadas</b>	<b>Especies esperadas</b>
Abierto	11	10	1
Cerrado	13.5	12	1.5

La curva se evalúa con base al tiempo de muestreo y al número total de muestras realizadas mediante la aplicación de la metodología previamente elegida. Una curva de acumulación de especies, muestra el número de especies acumuladas a medida que se incrementa el esfuerzo de muestreo en un sitio, de tal forma que la riqueza aumenta hasta el punto en el cual el

número de especies registradas alcance un máximo, estabilizando la curva en una asíntota. (Escalante Espinoza, 2003).



**Fig 4.** Curva de acumulación de especies para bosque abierto y cerrado.

El cuadro 2 detalla los valores de riqueza, abundancia absoluta y capturas (capturas/horas-red) y el valor de dominancia utilizando el índice de diversidad de Simpson. Los resultados muestran que las reservas en donde fue mayor la suma de las horas en que las redes permanecieron aperturadas fueron los sitios más ricos, esos incluyen en orden descendiente Montibelli (8 especies), La Mákina (8), Celocuague (7) y Quelantaro (6). En términos de capturas absolutas el mayor número de individuos registrados fue en Montibelli (82 capturas), Celocuague (39) y La Mákina (39); sin embargo, este valor estandarizado con las horas-red se hizo mayor para Montibelli (1.68 capturas / horas-red) y Concepción de María (1.61). Aunque, la riqueza fue evidentemente mayor en La Mákina y Montibelli.

La mayor diversidad de especies según el índice de Simpson se registró en Quelantaro (0.22) y La Mákina (0.21) cada reserva, siendo los sitios en donde se observa una mayor distribución de especies (menos dominancia) en la distribución número de capturas / horas-red por

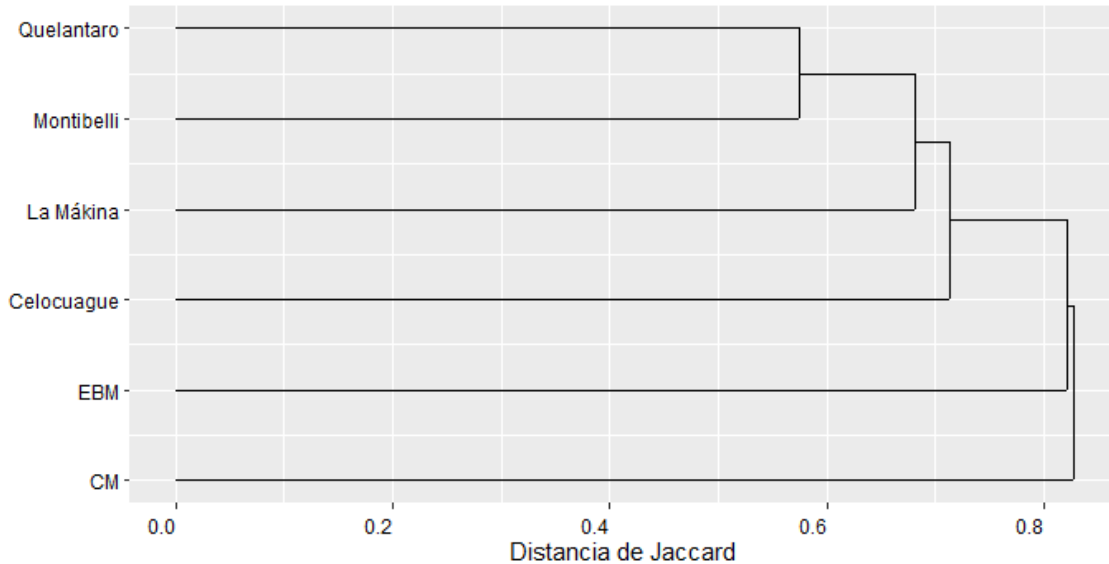


especie, esto se puede atribuir a que ambas reservas poseen fuentes de agua natural, poseen bosques maduros y conservados, ambas reservas silvestres privadas están rodeadas de población por ende los murciélagos pueden estar escapando de la perturbación de los hábitat y usan sus bosques como refugio, medios de obtención de sus alimentos, es decir que estos bosques presentan requerimientos ecológicos que hacen que las especies se mantengan en ellos; en el resto de las especies se observó mayor dominancia, sobresaliendo Concepción de María en la cual la especie más representada fue *A. jamaicensis* con el 93.1 % de la abundancia total en ese sitio, *A. lituratus* con 3.45% y *E. furinalis* con el restante 3.45% esto se debe a que Concepción de María posee un sistema de café con sombra y atrae a los murciélagos frugívoros por los frutos del café.

**Cuadro 9.** Resumen de los valores de riqueza, abundancia absoluta y capturas/horas-red, suma de horas/red e índice de diversidad de Simpson por reserva.

	<b>Egon</b>					
	<b>Celocuague</b>	<b>Concepción de María</b>	<b>borucki in Memoriam</b>	<b>La Mákina</b>	<b>Montibelli</b>	<b>Quelantaro</b>
Capturas	39	29	5	39	82	23
Horas-red	42	18	12	40.95	48.63	48
Capturas / Horas-red	0.93	1.61	0.42	0.95	1.68	0.48
Riqueza	7	3	3	8	8	6
Índice de Simpson	0.25	0.86	0.36	0.21	0.27	0.22

La composición de especies utilizando el Coeficiente de Jaccard el Análisis de Conglomerado con encadenamiento simple muestra a cuatro reservas agrupadas, estas son Quelantaro, Celocuague, Montibelli y La Mákina, representando una relativa mayor similitud debido a que tienen una menor distancia entre ellas, en términos de tipo de especies encontradas (Figura 5). La similitud es debida a las especies compartidas por las cuatro reservas fueron: *C. subrufa* y *Carollia* sp; y las que se encontraron en al menos tres de ellas: *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *C. perspicillata* y *D. rotundus*.



**Figura 5.** Análisis de conglomerado utilizando encadenamiento simple y el Coeficiente de Distancia de Jaccard.

CM = Reserva Silvestre Privada Concepción de María; Quelantaro = Reserva Silvestre Privada Quelantaro; Celocuague = Reserva Silvestre Privada Celocuague; Montibelli = Reserva Silvestre Privada Montibelli; La Mákina = Reserva Silvestre Privada La Mákina; EBM = Reserva Silvestre Privada Egon Borucki In Memoriam.

Concepción de María comparte la especie *A. jamaicensis* con La Mákina, Montibelli y Quelantaro, y *A. lituratus* con Celocuague, Egon Borucki, Montibelli y Quelantaro. Aparte de ello, en este sitio se reportó una especie que no fue encontrada en las otras reservas: *E. furinalis*. La reserva Egon Borucki in Memoriam comparte la especie *A. lituratus* con Celocuague, Concepción de María, Montibelli y Quelantaro, y la especie *D. rotundus* con Celocuague, La Mákina y Quelantaro. Además, la especie *Glossophaga commissarisi* fue observada solamente en Egon Borucki. Ver anexo 3 donde se puede observar presencia y ausencia de especies de murciélagos por sitio de muestreo

#### 5.4 Comparación diversidad y composición de especies entre bosques

De las 15 especies reportadas en este estudio, 10 se encontraron en el bosque abierto y 12 en el bosque cerrado; sin embargo, las diferencias no fueron significativas ( $p = 0.56$ ); las capturas/horas-red fueron mayores en el bosque abierto (1.41 capturas/horas-red) comparado con el bosque cerrado (0.62), pero las diferencias tampoco fueron significativas ( $p = 0.05$ ).

La diversidad expresada con el índice de Simpson tampoco varió significativamente ( $p = 0.4$ ), teniendo valores de 0.14 para el bosque abierto y 0.12 para el bosque cerrado. Por lo anterior se determinaron evidencias numéricas para diferenciar la diversidad biológica de los murciélagos entre los dos sitios. Aún con diferencias no significativas, es notable que la tendencia fue a tener mayor dominancia en el bosque abierto, en donde se capturaron más individuos de la especie *A. jamaicensis* (abierto = 0.39 capturas/horas-red, en relación al cerrado = 0.12), *A. jamaicensis* es uno de los murciélagos más comunes en los bosques debido a su hábito alimenticio (frugívoro) es un gran dispersor de frutos y semillas que ayudan a los bosques a seguir con el proceso de regeneración natural ya que puede transportar de 15 a 30 higos por noche (Medina-Fitoria, 2014); tornando el sistema menos diverso en el bosque abierto según la lógica planteada por Magurran (2004) y Moreno (2001).

Las diferencias no significativas entre bosques en términos de riqueza, capturas/horas-red y diversidad pueden estar relacionada con la cercanía que los bosques abiertos y cerrados tenían entre sí; a pesar de ello, la composición de especies, utilizando el Coeficiente de Similaridad de Jaccard, entre los bosques es de 41%, siendo 7 especies, de las 15, las que se comparten en los dos bosques, entre ellas: *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *C. perspicillata*, *C. subrufa*, *P. helleri*, *D. rotundus* y *Carollia* sp.

Las especies que solamente se encontraron en bosque abierto fueron: *Eptesicus furinalis*, *Glossophaga commissarisi* y *Rhogeessa bickhami*; y las especies que solamente se encontraron en bosque cerrado fueron: *Carollia* sp, *Chiroderma villosum*, *Diphylla ecaudata*, *Glossophaga* sp, *Pteronotus davyi* y *Vampyrum spectrum*. El hecho de que estas especies se hayan encontrado solamente en uno de los dos bosques no denota exclusividad de hábitat, ya que a excepción de *Rhogeessa bickhami* que fue determinada seis veces en bosque abierto, la mayoría de las especies antes mencionadas solamente fueron determinadas una vez, por lo que no hay evidencias numéricas suficientes para asociar estas especies a alguno de los dos bosques. De todas estas especies *V. spectrum* es considerada muy rara (Medina-Fitoria, 2014).

Las especies más capturada en el hábitat abierto fueron principalmente *Artibeus jamaicensis* (0.39 capturas/horas-red), seguido de *Glossophaga commissarisi* (0.17), *Desmodus rotundus* (0.14), *Carollia perspicillata* (0.13), *Carollia subrufa* (0.12) y *Artibeus lituratus* (0.11);

mientras que las especies más capturadas en el hábitat cerrado fueron: *Artibeus jamaicensis* (0.12), *Carollia subrufa* (0.10) y *Desmodus rotundus* (0.9).

Es evidente que en bosque abierto y en bosque cerrado estuvieron dominados por especies que fueron abundantes de manera general en todos los sitios de estudios, además *A. jamaicensis*, *C. perspicillata* y *C. subrufa* pueden ser encontrado en cualquier lugar (Medina-Fitoria, 2014); *D. rotundus* es también abundante, principalmente en sitios cercanos a actividades pecuarias por su hábito alimenticio hematófago (Pérez et al., 2012) y *A. lituratus* generalmente abundante en las áreas de bosque (LaVal y Rodríguez-H, 2002).

### **5.5 Gremios alimenticios y preferencias de hábitat**

Basado en LaVal y Rodríguez-H (2002) y Medina-Fitoria (2014), se determinaron los gremios alimenticios y preferencia de hábitat de las 15 especies determinadas durante el estudio, entre las categorías de los gremios se incluyen: frugívoro, insectívoro, carnívoro, nectarívoro y hematófago. En la preferencia de hábitat destacan: bosque (sitio poblado de árboles y matas), áreas perturbadas (se consideras áreas perturbadas como sistemas agroforestales o bosques en regeneración), áreas abiertas (potreros, tacotales) y todos los hábitats (desde áreas urbanas hasta bosques). (Ver anexo 6).

En términos de gremios alimenticios, la mayoría de las especies eran frugívoras (7 especies, 47.00%), entre las especies con mayores capturas determinadas en este grupo están: *A. jamaicensis*, *C. subrufa*, y *A. lituratus*, que en conjunto con otras especies son los mamíferos más importantes en la dispersión de frutos y semillas en los trópicos (Tórres-Flores, 2005), y contribuyen a la dispersión de dos a ocho veces más semillas que las aves y que del 80 – 100% de las semillas que caen al suelo en la estación seca es debido a la actividad de los murciélagos (MacSwiney, 2010), estos incluyen árboles frutales y de importancia comercial (Romero-Almaraz, Aguilar-Setién y Sánchez-Hernández, 2006). De manera general, las frutas dispersadas principalmente por murciélagos tienen colores y olores característicos (Zárate et al., 2012).

Las especies generalistas (GE) corresponden a: *A. jamaicensis*, *A. lituratus*, *C. perspicillata*, *Carollia* sp, *C. subrufa*, *D. rotundus*, *G. commissarisi* y *Glossophaga* sp; los generalistas de bosques (GB) son: *Ch. villosum*, *D. eucadata*, *E. furinalis* y *P. helleri*; los especialistas de

bosques (EB) son: *P. davyi*, *R. bickhami* y *V. spectrum*. Clasificación tomada de base de datos facilitada por el PCMN y de (Martínez Gómez, González Lazo, Saldaña Tapia & Flores-Pacheco, 2020).

Estimados evidencian que los murciélagos dispersan de dos a ocho veces más semillas que las aves y que del 80 – 100% de las semillas que caen al suelo en la estación seca es debido a la actividad de los murciélagos (MacSwiney, 2010), estos incluyen árboles frutales y de importancia comercial (Romero-Almaraz, Aguilar-Setién y Sánchez-Hernández, 2006). De manera general, las frutas dispersadas principalmente por murciélagos tienen colores y olores característicos (Zárate *et al.*, 2012). El resto de las especies pertenecían a los gremios alimenticios: Frugívoro, insectívoro, carnívoro nectarívoro y hematófago como se aprecia en el cuadro 10.

En el siguiente cuadro se presentan los gremios tróficos, número de especies y preferencia de hábitat.

**Cuadro 10.** Gremios alimenticios y número de especies por gremio.

	Frugívoro	Insectívoro	Carnívoro	Nectarívoro	Hematófago	EB	GE	GB
Total, de especies	7	3	1	2	2	3	8	4
% del total	47%	20%	7%	13%	13%	20%	53%	27%

EB = Especialistas de bosques GE = Generalista GB = Generalista de bosques

Tanto los insectívoros, como los nectarívoros, también ofrecen importantes servicios ecosistémicos, ya que participan activamente en el control de poblaciones de insectos y en la polinización (McNab, 1982; Jones, Jacobs, Kunz, Willig & Racey, 2009; Zárate *et al.*, 2012). Pese a que los muestreos se realizaron a lo largo de la estación lluviosa, la diversidad de especies insectívoras no fue considerable, solamente se registra la presencia de tres especies (*E. furinalis*, *R. bickhami* y *P. davyi*), esto probablemente se debe a que la mayoría de los muestreos no se realizaron cerca de cuerpos de agua, pues según MacSwiney *et al.* (2007), estos son lugares esenciales para el forrajeo de las especies insectívoras.

*Glossophaga commissarisi* La importancia de esta especie está centralizada en que es un polinizador por excelencia, se alimenta de néctar, polen, frutos e insectos, su amplia distribución en el país lo hace uno de los murciélagos de mayor importancia para la industria bananera ya que le favorece el néctar y polen de *Mussa*, consume otras como *Macuna* y *Marcgravia*. En algunas plantas, las flores están adaptadas a la polinización por murciélagos, lo que incluye apertura nocturna, resistentes y tamaño relativamente grandes, de colores poco llamativos, con olores fuertes y con alta producción de néctar y polen (Medina-Fitoria, 2014; Zárate *et al.*, 2012).

En algunas plantas, las flores están adaptadas a la polinización por murciélagos, lo que incluye apertura nocturna, resistentes y tamaño relativamente grandes, de colores poco llamativos, con olores fuertes y con alta producción de néctar y polen (Zárate *et al.*, 2012).

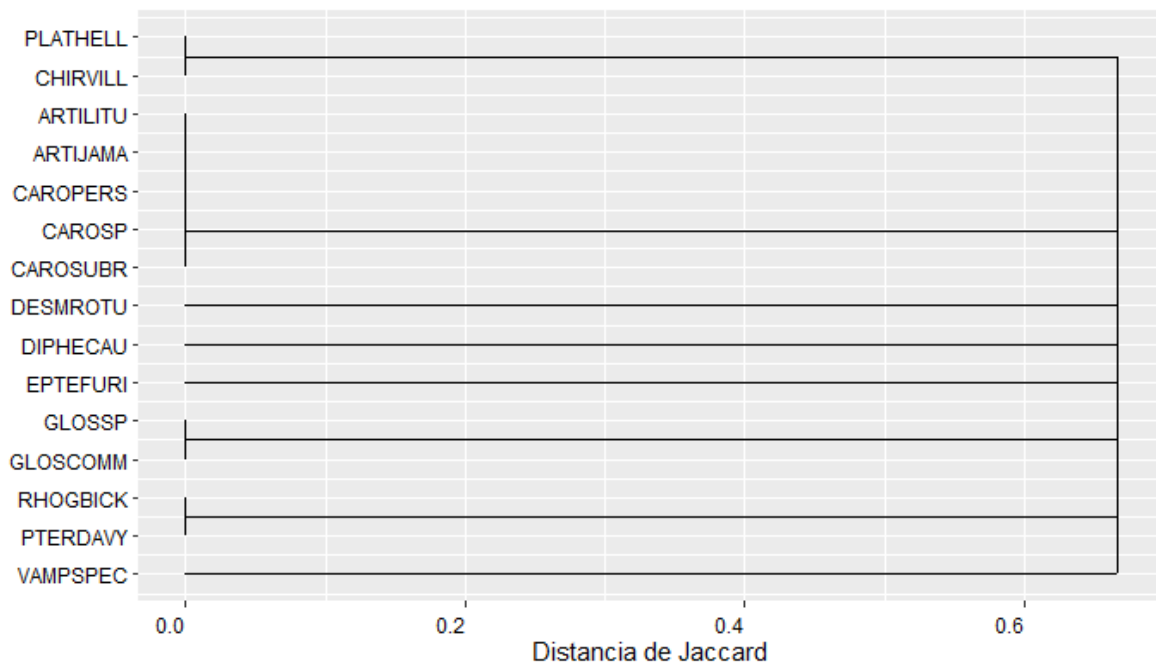
Uno de los murciélagos hematófagos más comunes *D. rotundus* resulto ser abundante durante este trabajo, esto nos indica que en el entorno del área de estudio existe la presencia de animales de corral de los que se está alimentando. Este ha sido reconocido en ocasiones como plaga y ha sido fuertemente atacado por el hombre debido a que es un vector de rabia y otras enfermedades. Sin embargo, la enzima de su saliva, conocida como DSPA (desmoteplasma), está siendo estudiada como una alternativa segura y eficaz en el tratamiento de los derrames cerebrales. (Pérez *et al.*, 2012; Gándara *et al.*, 2006).

*Vampyrum spectrum* el único murciélago estrictamente carnívoro, determinado en este estudio, seguramente también ejerce su papel ecológicamente importante en el control de poblaciones con alta reproducción, pero lo más notorio de esta especie es que tiene requerimientos específicos de hábitat y está restringido a lugares poco alterados. Debido a su rareza, a las pocas localidades conocidas y a su dependencia de bosques maduros, se consideran amenazada en el país; y casi amenazado para todo su rango de distribución según la IUCN (Emmons, 1997; LaVal y Rodríguez, 2002; Medina-Fitoria, 2014), por lo que su presencia podría servir como indicador de sitios conservados.

De las 15 especies, 12 se reportan en un solo tipo de hábitat según la literatura de Medina-Fitoria, (2014), las cuales pertenecen a las categorías bosque (7 especies, 46.6%) y a todos los hábitats (5 especies, 33.3%). Cinco especies se reportan en dos categorías de hábitats,

bosque y áreas perturbadas y una especie (*Desmodus rotundus*) se encuentra en tres hábitats, los cuales son bosque, áreas perturbadas y áreas abiertas.

En la figura 4 se presenta un Análisis de Conglomerados utilizando encadenamiento simple y Distancia de Jaccard para agrupar a las especies en base al gremio alimenticio y el uso de hábitat. El análisis presenta a las 15 especies en cinco grupos y dos especies separadas. El grupo con más especies está compuesto por ARTILITU, ARTIJAMA, CAROPERS, CAROSP y CAROSUBR, caracterizados conjuntamente por tener una preferencia alimenticia frugívora y por encontrarse en todos los hábitats; luego está el grupo conformado por GLOSCOMM, y GLOSSP caracterizados por ser nectarívoros y encontrarse en bosques y áreas perturbadas; otro grupo lo conforman las especies, CHIRVILL y PLATHELL que son frugívoros y solamente se encuentran en bosques; el último está compuesto por RHOGBICK y PTERDAVY que son murciélagos insectívoros y se encuentran en bosques.



**Figura 6.** Análisis de conglomerado utilizando encadenamiento simple y Distancia de Jaccard, en donde se agrupan las especies en base al gremio alimenticio y la preferencia de hábitats.

La clave de los códigos de las especies es la siguientes: ARTIJAMA = *Artibeus jamaicensis*; CAROPERS = *Carollia perspicillata*; CAROSP = *Carollia sp*; CAROSUBR = *Carollia subrufa*; GLOSCOMM = *Glossophaga commissarisi*; GLOSSP = *Glossophaga sp*;

ARTILITU = *Artibeus lituratus*; CHIRVILL = *Chiroderma villosum*; PLATHELL = *Platyrrhinus helleri*; DESMROTU = *Desmodus rotundus*; DIPHECAU = *Diphylla ecaudata*; EPTEFURI = *Eptesicus furinalis*; PTERDAVY = *Pteronotus davyi*; VAMPSPEC = *Vampyrum spectrum*; RHOGBICK = *Rhogeessa bickhami*.

A diferencia de los grupos anteriores, las especies DESMROTU y DIPHECAU conforman el siguiente grupo, agrupados a una distancia mayor (25 – 34 de disimilitud) que los grupos anteriores, debido a que son especies hematófagas que se encuentran en bosques, aunque también se pueden encontrar en áreas perturbadas.

El siguiente grupo lo conforma la pareja de especies EPTEFURI y PTERDAVY con 0 de disimilitud porque son insectívoros y ocurren en bosques. Finalizando con dos especies que en el Análisis de Conglomerado se muestran separadas del resto a una distancia de 66.67 VAMPSPEC se diferencia por ser estrictamente carnívoro y se asemeja a algunas especies por ocurrir en bosques; mientras que RHOGBICK se asemeja a EPTEFURI y PTERDAVY por ser insectívoro, pero se diferencia de ellos y se asemeja a otras especies por encontrarse en todos los hábitats.

Para la mayoría de las especies del orden Quiroptera, la vegetación es sumamente importante, ya que de manera general esta les provee de alimento, percha/refugio dos factores importantes (MacSwiney, Vilchis, Clarke & Racey, 2007; Pérez et al., 2012); promoviendo una mayor diversidad de especies (Bernard, 2001). Muchos murciélagos ocurren en bosques siempreverdes, caducifolios, matorrales xerofíticos, bosques de galería, bosques primarios o en regeneración, pastizales, huertos caseros (Hutson, Mickleburghy & Racey, 2001; García-García y Santos-Moreno, 2008; Pérez et al., 2012). Evidentemente el resto ocupa hábitats diferentes al vegetal, entre ellos infraestructura abandonada, cuevas, grietas, minas, etc. pero de una forma u otra, en algún momento necesitan visitas los sitios con cobertura vegetal para conseguir su alimentación.

## **5.6 Estado de conservación y valor de indicación**

En términos de conservación, de las 15 especies, 14 (93.3%) se encontraban en la categoría de baja preocupación. Solamente una está en la Lista Roja nacional: *Vampyrum spectrum*. una vez capturado en hábitat cerrado de la Reserva Silvestre Privada Quelantaro.



La especie *V. spectrum* (Familia Phyllostomidae, Subfamilia Vampyrinae), también conocido como “falso vampiro” o “murciélago espectral”, se encuentra en la Lista Roja de la UICN con categoría de “Casi Amenazado”, también es indicador de bosques maduros. Es una especie de tamaño grande, entre 125 y 200 g los adultos y un metro de envergadura (Emmons, 1997; Esquivel y Rodríguez-Bolaños, 2018), netamente carnívoro y solitario, cuya dieta incluye aves, otros murciélagos, ratones e insectos, el peso de sus presas varía de 3 a 50 g (Bonato, Gomes & Uieda, 2004; Altringham, 2011). La destrucción de sus hábitats y el desconocimiento de esta especie rara, forman parte de su amenaza (Aguirre, Acosta y Vargas, 2009). Los individuos de esta especie evitan volar en espacios abiertos o fuera de la cobertura vegetal y son especialistas en términos de alimentación y requerimientos de hábitat (Galindo-González, 2007).

De las 15 especies registradas, dos (13.3%) son indicadores de áreas conservadas según la literatura, entre ellas *Artibeus lituratus* indicador de áreas no alteradas por tener una preferencia de hábitat de bosques siempreverdes, semidecuidos y al encontrarse ausente en áreas altamente perturbadas (Medina-Fitoria 2014), y *Vampyrum spectrum* indicador de bosques maduros. De los dos, el que fue capturado con mayor frecuencia fue *Artibeus lituratus* (21 capturas), en las reservas Celocuague, Concepción de María, Egon borucki in Memoriam, Montibelli y Quelantaro; *Vampyrum spectrum* solamente fue encontrado una vez en la reserva Quelantaro. Algunas especies no tienen una preferencia de hábitat exclusiva, se encuentran presentes en todo tipo de bosques y hábitat.

Las especies que fueron registradas en esta investigación fueron clasificadas por su indicador de hábitat revisado en la literatura, las cuales corresponden a los sitios donde fueron encontradas, bosque cerrado (dónde generalmente se encuentran bosques maduros y muy conservados) y bosques abiertos (dónde se pueden encontrar tacotales, arboles dispersos, sistemas agroforestales, bosques en regeneración, etc). Sin embargo, algunas especies al encontrarse presente en todo tipo de hábitat no posee un indicador como tal si no que puede ser un murciélago generalista.

**Cuadro 11.** Especies de murciélagos indicadoras. También se presentan el número de capturas absolutas (sin transformación). La información de la indicación se tomó de Medina-Fitoria (2014).

<b>Especie</b>	<b>Indicador</b>	<b>Capturas Absolutas</b>
<i>Pteronotus davyi</i>	Bosques poco alterados	1
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Todo tipo de hábitat	98
<i>Artibeus lituratus</i>	Área no perturbada	21
<i>Carollia perspicillata</i>	Hábitats alterados	10
<i>Carollia sp 1</i>	Hábitats alterados	2
<i>Carollia sp 2</i>	Hábitats alterados	8
<i>Carollia subrufa</i>	Hábitats alterados	38
<i>Chiroderma villosum</i>	Bosques poco alterados	1
<i>Desmodus rotundus</i>	Todo tipo de hábitat	18
<i>Diphylla ecaudata</i>	Todo tipo de bosques	1
<i>Glossophaga commissarisi</i>	Todo tipo de bosques	2
<i>Glossophaga sp</i>	Todo tipo de bosques	3
<i>Platyrrhinus helleri</i>	Todo tipo de hábitat	6
<i>Vampyrum spectrum</i>	Bosque maduro	1
<i>Eptesicus furinalis</i>	Todo tipo de bosques	1
<i>Rhogeessa bickhami</i>	Hábitats alterados	6

La especie *A. lituratus* (Familia Phyllostomidae, Subfamilia Stenodermatinae) es una de las más grandes del género, ocupando refugios en follaje denso, hojas de palmas y huecos en los árboles; este frugívoro puede cargar frutos que pesan casi su propio tamaño como el aguacate (71.7 g) (Duque-Márquez y Muñoz-Romo, 2015). Generalmente se alimentan de frutos de los géneros *Brosimum* sp., *Cecropia* sp., *Diospyros* sp., *Ficus* sp., *Manilkara* sp., *Masticodendron* sp., *Piper* sp., *Pouteria* sp., *Solanum* sp., *Spondias* sp., entre otros (Acosta y Aguanta, 2006), la mayoría bayas y drupas.

Las especies que se registraron del género *Carollia* (Familia Phyllostomidae, Subfamilia Carollinae), son indicadoras de hábitats alterados según la literatura, de estas en cuanto al número de individuos capturados sobresale *Carollia subrufa* (38 capturas netas) determinadas en Celocuague, La Mákina, Montibelli y Quelantaro; seguida por *Carollia perspicillata* (10) observadas en las reservas Celocuague, La Mákina y Montibelli; finalizando con *Carollia* sp (10) registradas en Montibelli, Celocuague, La Mákina y Quelantaro.

## VI CONCLUSIONES

En 209.58 horas de exposición de las redes de niebla, se determinaron 15 especies en las seis Reservas Silvestres Privadas (Celocuague, Concepción de María, Egon borucki in Memoriam, La Mákina, Montibelli y Quelantaro); según los resultados, Reserva Silvestre La Mákina y Reserva Silvestre Montibelli fueron las reservas que obtuvieron mejores resultados en esta investigación con una riqueza de 8 especies cada una, a pesar de que La Mákina tuvo 39 capturas absolutas y Montibelli 82 capturas absolutas, el índice de Simpson nos indicó menor dominancia de especies en La Mákina.

De las 15 especies reportadas *Artibeus jamaicensis*, *Glossophaga commissarisi*, *Carollia subrufa* y *Desmodus rotundus* fueron las especies más capturadas y la familia más representada fue Phyllostomidae.

Con los datos colectados en este estudio, no se determinó diferencias significativas de la riqueza, la abundancia y la diversidad comparada entre los bosques abiertos y los bosques cerrados; sin embargo, la composición de especies si fue considerablemente diferente, es decir dónde hubo una mayor número de especies fue en La Mákina y Montibelli con 8 especies cada una, seguido de Celocuague con 7, Quelantaro con 6 y Concepción de María y Egon borucki con 3 cada una, la lista de las especies se puede observar en el anexo 3.

En cuanto a los gremios alimenticios y las preferencias de hábitats, se determinaron murciélagos frugívoros (47%) que se encuentran en todo tipo de hábitat, nectarívoros (13%) que se encuentran en bosques y áreas perturbadas; hematófagos (13%) de hábitats variados e insectívoros propios de bosques. *Vampyrum spectrum* (7%) tiene hábito alimenticio exclusivamente carnívoro y *Rhogeessa bickhami* es insectívoro (20%) que se encuentra en todos los hábitats. Se determinaron tres especies que son especialistas de bosques (20%) que generalmente indican áreas de bosque conservadas, ocho generalistas (53%) y cuatro generalistas de bosques (27%).

Dos especies fue relevante según su estado de conservación y su valor de indicación, *Vampyrum spectrum* (especie en Lista Roja, indicador de bosques maduros); El último espécimen de *V. Spectrum* se había capturado en Rivas en 2014 (Aguirre Obando, 2016). La dependencia de esta especie a los bosques maduros es lo que está poniendo en riesgo su

existencia, en Nicaragua la frontera agrícola avanza cada día más, los bosques naturales están siendo reemplazados por monocultivos y para uso de ganadería (Álvarez y García, 2004).

Además de *Artibeus lituratus* indicador de áreas no alteradas por tener una preferencia de hábitat de bosques siempreverdes, semidecíduos y al encontrarse ausente en áreas altamente perturbadas (Medina-Fitoria 2014).

## VII RECOMENDACIONES

- Para incrementar la lista de especies será necesario aumentar el número de horas de captura, el número de redes e implementar otros métodos de captura, incluyendo redes de subdosel y trampas arpas; incluso se recomienda el uso de detectores ultrasónicos para permitir la detección de más especies.
- Toma de variables morfométricas y anotación de marcas de campo que ayuden a identificar las especies ya que algunas especies pertenecientes a la misma familia y/o género y tienden a parecerse, sin embargo, siempre hay alguna característica que puede ser diferente en ambas especies (ej., largo de antebrazo, presencia/ausencia de cola, incisivos, hoja nasal, etc).
- Se recomienda realizar otras investigaciones ya que esta caracterización es base para futuros proyectos de investigación y de conservación de la biodiversidad como el establecimiento de corredores biológicos, restauración de ecosistemas, entre otros.
- La información generada en esta investigación de tesis es de suma importancia para las seis Reservas Silvestres Privadas ya que se puede conocer la diversidad biológica de un sitio y puede servir para gestionar proyectos de conservación de murciélagos.
- Se recomienda realizar una regeneración asistida con especies de árboles que son propias de bosques para que sirvan de alimentos de murciélagos y fauna en general, ya que las áreas de bosques abiertos de las reservas son las que necesitan más atención debido a que las reservas están sometidas bajo presión al estar rodeadas de tierras agrícolas y población.
- Dado al interés en desarrollar un programa ecoturístico en las Reservas Silvestres, con la información generada en este documento, se puede implementar un programa de capacitación a guías y personal técnico, en el conocimiento de murciélagos e involucrarlos en las actividades de estudio de este grupo. Para esto deben

proporcionárseles herramientas básicas (binoculares, guías ilustradas de murciélagos, redes, sacos de tela, lupa. equipo de medición (vernier, regla tope, pesolas), ente otros materiales).

- Considerar la asistencia de universidades en procesos de restauración de áreas degradadas que promuevan procesos de conectividad de áreas de vegetación natural, así como implementar el desarrollo de prácticas agroecológicas y técnicas de conservación de suelo y agua, esta estrategia permitirá una mayor disponibilidad de hábitats y conectividad. Bajo esta primicia la administración de las Reservas debería implementar alianzas con propietarios de fincas bajo el concepto de Reforestación para la Biodiversidad.
- En los procesos de restauración no deben de incluir la promoción y uso de especies como el Neem y/o cualquier otra especie de árbol que pueda afectar a los micromamíferos/murciélagos.
- Se sugiere en conjunto con universidades implementar programas integrales de monitoreo e investigación, dirigido a incrementar el conocimiento sobre la “Estructura de las comunidades de murciélagos y uso de hábitat” (por ej. Cerca viva, Vegetación riparia, plantaciones etc.), paralelo a este se debe impulsar un programa de “Monitoreo Acústico de Murciélagos” así como trabajos orientados a identificar el “Síndrome de dispersión de semillas” (determinar los principales recursos alimenticios consumidos por murciélagos del área del proyecto, de manera que con esta información se pueda detectar cambios en el tiempo, mitigando y/o minimizando los impactos negativos en las poblaciones de murciélagos), las valoraciones de campo deberán efectuarse en el periodo seco y lluvioso considerando 4 visitas en cada periodo.
- Se recomienda no realizar cambio de uso del suelo en las áreas de muestreo (no remoción de vegetación), es importante evitar las quemas durante la estación seca ya que esta actividad constituye una de las mayores amenazas para las poblaciones de

aves y micromamíferos no voladores y voladores (murciélagos), porque los afecta en el momento en que numerosas especies están reproduciéndose, principalmente a finales de la estación seca y comienzos de la lluviosa.

- La educación ambiental es primordial para el entendimiento de los diversos procesos que ocurren en los ecosistemas, en este sentido se debe implementar campañas de educación ambiental dirigidas a la conservación de aves , anfibios y reptiles y mamíferos, con énfasis en murciélagos con la premisa de su importancia al hombre.
- Se recomienda establecer alianzas con el Programa para la Conservación de Murciélagos de Nicaragua (PCMN), organización con mucha experiencia en temas de conservación, investigación y educación ambiental.

## VIII LITERATURA CITADA

- Acosta, L. y Aguanta, F. (2006). Un nuevo aporte en el conocimiento de la dieta de los murciélagos frugívoros *Artibeus lituratus* y *A. jamaicensis*. *Kempffiana*, 2(1):127-133.
- Aguirre, L.F., Acosta, L. & Vargas, A. (2009). *Vampyrum spectrum*. *Libro Rojo de la fauna silvestre de vertebrados de Bolivia*. Ministerio de Medio Ambiente y Agua, La Paz.
- Altringham, J. D. (2011). *Bats: From Evolution to Conservation*. Oxford University press Google books.
- Anatomía del murciélago» MURCIELAGOPEDIA. Recuperado 22 febrero 2021, de: <http://www.murcielagopedia.com/anatomia-murcielago/>
- Álvarez, R., & García, M. (2004). Frontera Agrícola. Managua, Nicaragua: INAFOR. Recuperado de: <http://www.marena.gob.ni/Enderedd/wp-content/uploads/Docs/Documentos%20Tecnicos/Frontera%20Agricola%20Inafor.pdf>
- Barquero T., Faurby, O. 2007. Plan de manejo Reserva Silvestre Privada Quelantaro. Managua, Nicaragua. 32p.
- Bernard, E. (2001). Vertical stratification of bat communities in primary forests of Central Amazon, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 17: 115-126.
- Bonato, V., Gomes F., K., and Uieda, W. (2004). Food habits of bats of Subfamily Vampyrinae in Brazil. *Journal of Mammalogy*, 85(4):708-713.
- Botero, E. U., & Ávila Rodríguez, L. (2015). *El cambio climático y sus efectos en la biodiversidad de América Latina*. Obtenido de Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL): [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295\\_en.pdf?sequence=1](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39855/S1501295_en.pdf?sequence=1)
- Briceño, K. (2020). *Índice de Simpson: Fórmula, Interpretación y Ejemplo*. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/indice-simpson/>
- Dailymotion. (2017). Murciélagos: Anatomía prodigiosa [Video]. Recuperado de: <https://www.dailymotion.com/video/x5albq9>
- Duque-Márquez, A. y Muñoz-Romo, M. (2015). Registro máximo de carga de fruto en murciélagos frugívoros: *Artibeus lituratus* (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE). *Revista Mexicana de Mastozoología*. 5(1):96-100.



- Efron, B. (1979). Computers and the theory of statistics: thinking the unthinkable. *SIAM review*, 21(4), 460-480.
- Emmons, H. 1997. *Neotropical Rainforest Mammals*. A Field Guide, Second Edition. The University of Chicago Press. US.
- Esquivel, D.A. y Rodríguez-Bolaños, A. (2018). Un nuevo registro de *Vampyrum spectrum* (Linnaeus, 1758) en el departamento de Meta, Colombia. *Rev.Biodivers. Neotrop.*, 8(1):43-48.
- Escalante Espinosa, T. (2003). ¿CUÁNTAS ESPECIES HAY? LOS ESTIMADORES NO PARAMÉTRICOS DE CHAO (pp. 53-56). Puebla, México. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/294/29405209.pdf>
- Galindo-González, J. (2007). *Efectos de la fragmentación del paisaje sobre poblaciones de mamíferos; el caso de los murciélagos de los Tuxtlas, Veracruz*. En Sánchez-Rojas, G. y A. Rojas-Martínez (eds.) (2007). *Trópicos en Sistemática, Biogeografía, Ecología y Conservación de Mamíferos*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Pp. 97-114.
- García, J.M., Sarmiento, L.F., Salvador, M., Porrás, L.S. (2017) Uso de bioindicadores para la evaluación de la calidad del agua en ríos: aplicación en ríos tropicales de alta montaña. *Revisión corta. UGCiencia*, 23, 47-62.
- García-García, J. y Santos-Moreno, J. A. (2008). *Diversidad de cuatro ensamblajes de murciélagos en San Miguel Chimalapa, Oaxaca, México*. En Lorenzo, C., E. Espinoza, y J. Ortega, eds. *Avances en el estudio de los mamíferos de México II*. Publicaciones especiales volumen II. Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C. Ciudad de México, México. pp. 411-426.
- Gauthier K & J.M Maes (2017) Mariposas de la Reserva Silvestre Privada Montibelli. León, Nicaragua; *Revista Nicaragüense de Entomología. Número 133. 2017*. Recuperado de: <http://www.bio-nica.info/RevNicaEntomo/133-Mariposas-Montibelli.pdf>
- Gauthier K & J.M Maes (2018). Mariposas de la Reserva Silvestre Privada Egon Borucki in memoriam. León, Nicaragua; *Revista Nicaragüense de Entomología. Número 141. 2018*. Recuperado de: <http://www.bio-nica.info/RevNicaEntomo/141-Mariposas-Egon-Borucki.pdf>
- Gándara, G., A.N. Correa y C.A., Hernández. 2006. Valoración económica de los servicios ecológicos que prestan los murciélagos *Tadarida brasiliensis* como controladores de plagas en el norte de México. *Tecnológico de Monterrey. EGAP*. Págs. 1-18.
- González-Rivas, B. (2005). *Tree Species Diversity and Regeneration of Tropical Dry Forest in Nicaragua* (Doctoral Thesis). Swedish University of Agricultural Sciences. Umeå, Sweden.

- Gorgas García, J., Cardiel López, N., & Zamorano Calvo, J. (2011). *ESTADISTICA BASICA PARA ESTUDIANTES DE CIENCIAS*.
- Hammer, Ø; D.A.T.Harper, P.D. Ryan. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontologia Electronica* 4(1):9.
- Hutson, A. M., Mickleburghy, S. P. & Racey, P. A. (2001). *Microchiropteran bats: global status survey and conservation action plan*. IUCN/SSC Chiroptera Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- IAVH-Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. (2006). *Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad*. Programa de inventario de la Biodiversidad, Grupo de exploraciones y monitoreo ambiental GEMA. 235pp.
- INEC., 2002. *Censo Nacional Agropecuario*. 3rd ed. Managua: Gobierno de la Republica de Nicaragua, Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Recuperado el 28 agosto 2021, de: <https://www.inide.gob.ni/docu/cenagro/perfiles/55%20Managua.pdf>
- Ipsen D.E (2016). Valoración de la capacitación de gestión para establecer estaciones biológicas en ocho reservas silvestres privadas de Nicaragua 2015. Recuperado de <http://repositorio.una.edu.ni/3389/1/tnp01i64.pdf>
- Janzen, D., (1991). *Historia natural de Costa Rica*. 1 ed. San José, C.R.: Editorial de la Universidad de Costa Rica.
- Jones, G., Jacobs, D. S., Kunz, T. H., Willig, M. R. & Racey, P. A. (2009). Carpe noctem: the importance of bats as bioindicators. *Endangered Species Research*, 8:93-115.
- LaVal, R., y Rodríguez-H, B. 2002. *Murciélagos de Costa Rica*. Editorial INBio. Santo Domingo de Heredia.
- Londoño, M. (2012). *Curvas de acumulación e índices de completitud*. Recuperado de: <http://www.recibio.net/wp-content/uploads/2012/02/CurvasAcumulacionIndicesCompleitud-MCL.pdf>
- MacSwiney, G.M.C. (2010). *Murciélagos*. En: Durán R. y M. Méndez (Eds). (2010). *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán*. CICY, PPD-FMAM, CONABIO, SEDUMA. México.
- MacSwiney, M. C., Vilchis, P., Clarke, F. M. & Racey, P. A. (2007). The importance of cenotes in conserving bat assemblages in the Yucatan, Mexico. *Biological Conservation*, 136: 499-509.
- Martínez-Fonseca, J., Medina, A., Westeen, E., & Chambers, C. (2020). Revised Checklist of the Bats (Mammalia: Chiroptera) of Nicaragua. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/publication/344192440\\_Revised\\_Checklist\\_of\\_the\\_Bat](https://www.researchgate.net/publication/344192440_Revised_Checklist_of_the_Bat)

- Mader, S. S., Curtis, H., Barnes, S., Solomon, E. P., Berg, R. G., Martin, D. W., & Villedo, C. (2004). *Biología* (Vol. 7, No. 1, p. 10).
- Magurran, A. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- Martínez Gómez, D., González Lazo, D., Saldaña Tapia, O., & Flores-Pacheco, J. (2020). *Estructura de comunidades de murciélagos como bioindicadores del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz*. Recuperado de: <https://doi.org/10.5377/farem.v0i34.10015>
- McNab, B. K. (1982). *Evolutionary alternatives in the physiological ecology of bats*. In: Kunz, T.H. (ed.), *Ecology of bats*. Plenum Publishing Corporation, New York, pp. 151–196.
- Medellín, R., M. Equihua & M. Amin. (2000). Bat diversity and abundance as indicator of disturbance in neotropical rainforests. *Conservation Biology*, 14, 6:1666-1675.
- Medina-Fitoria, A. (2014). *Murciélagos de Nicaragua Guía de Campo*. 1er. Ed. Dirección de Biodiversidad, MARENA.
- Medina, A. & Martínez-Fonseca, J. (2019). Cronología histórica de la quiropterología en Nicaragua. *Revista Mexicana de Mastozoología (Nueva Época)*. 9. 1. 10.22201/ie.20074484e.2019.9.2.286.
- Medellín, R y O. Gaona. 2010. Los murciélagos, los animales más calumniados y maltratados en México y en el mundo. *Oikos*. 1:11-13.
- Mena, J.L (2010). Respuestas de los murciélagos a la fragmentación del bosque en Pozuzo, Perú. *Revista peruana de Biología*, 17(3), 277-284.
- Mickleburgh, S. P., A. M. Hutson y P. A. Racey. 1992. Old world fruit bats an action plan for their conservation. IUCN/SSC Chiroptera specialist group. IUCN, Gland, Switzerland. On line.
- Morales Fernández, Y., y Vargas, J. (2008). Diseño del Plan de Desarrollo Turístico del Departamento de Carazo. Recuperado el 28 agosto 2021, de: <https://repositorio.unan.edu.ni/375/1/5871.pdf>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la Biodiversidad*. Primera Edición. M&T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Sociedad Entomológica Aragonesa.
- Murciélagos de la reserva silvestre El Bajo en Managua | *Revista Naturalista*. (2020). Recuperado el 18 octubre 2021, de <https://www.revistanaturalista.com/murcielagos-de-la-reserva-silvestre-el-bajo-en-managua/>
- Pedersen, S., G. Kwiecinski, P. Larsen & M. Morton. (2009). Bats of Montserrat: Population fluctuation and responses to hurricanes and volcanoes, 1978-2005. In book: *Island*

- bats: Evolution, ecology, and conservation*. University of Chicago Press. The United States.
- Pérez, T., López, C. y Guerrero, J. (2012). Evaluación de la diversidad de Quirópteros en el paisaje terrestre protegido Mesas de Moropotente. *Revista Científica-FAREM Estelí/Ciencias Ambientales*, 1(1):10-19.
- R Core Team (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Remsen Jr, J. V., & Good, D. A. (1996). Misuse of data from mist-net captures to assess relative abundance in bird populations. *The Auk*, 113(2), 381-398.
- Rivas Pérez, D., Castillo Benavidez, I., & Rodríguez, J. (2015). *Evaluación de la composición de murciélagos en ecosistemas presentes en la comunidad La Garnacha Reserva Natural Tisey – Estanzuela, Estelí Nicaragua, II semestre 2014*. Recuperado de <https://repositorio.unan.edu.ni/1971/>
- Rodales, A. L., & Juri, E. (2006). Grupo de Investigación de los Murciélagos. *Boletín Electrónico*, 2(3).
- Romero-Almaraz, M. L., Aguilar–Setién, A. y Sánchez–Hernández, C. (2006). *Murciélagos benéficos y vampiros: características, importancia, rabia, control y conservación*. AGT Editor, IMSS.
- Saldaña, O., & Ñamendy, M., & Martínez-Fonseca, J. (2020). First record of the Lesser Long-nosed Bat, *Leptonycteris yerbabuenae* Martinez & Villa-R., 1940 (Chiroptera, Phyllostomidae), in Nicaragua. Check List. 16. 451-456. 10.15560/16.2.451
- Sánchez Turcios, R. A. (2015). t-Student: Usos y abusos. *Revista mexicana de cardiología*, 26(1), 59-61.
- Santos, T., & Tellería, J. L. (2006). Pérdida y fragmentación del hábitat: efecto sobre la conservación de las especies. *Ecosistemas*, 15(2).
- Segura Trujillo, C. A. (2014). Dieta y gremios tróficos de los murciélagos depredadores de artrópodos de Norte y Centro América.
- Silkey, M., Nur, N., & Geupel, G. R. (1999). The use of mist-net capture rates to monitor annual variation in abundance: a validation study. *The Condor*, 101(2), 288-298.
- Solari, S. 2018. *Vampyrum spectrum*. The IUCN Red List of Threatened Species 2018: e.T22843A22059426. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22843A22059426.en>. Downloaded on 24 October 2021.
- Torres-Flores, J. W. C. (2005). *Estructura de una comunidad tropical de murciélagos presente en la cueva “El Salitre”, Colima, México* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa.

Williams-Guillen, K., & Medina, A. (2016). Una guía breve de los Murciélagos del Volcán Masaya, Nicaragua. Recuperado el 23 de febrero 2021, de: <https://docplayer.es/10240404-Una-guia-breve-de-los-murcielagos-del-volcan-masaya-nicaragua.html>

Aguirre Obando, Y. (2016). Estructura biológica de la comunidad de Murciélagos en el istmo de Rivas 2013 - 2014. Recuperado de <https://repositorio.unan.edu.ni/13750/1/Yuri%20Samir%20Aguirre%20Obando.pdf>

Zambrana, M. (2010). *Caracterización de la flora y estructura de un bosque transicional húmedo a seco, Miramar, Puntarenas, Costa Rica* (Tesis de pregrado). Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica.

Zárate, D.G., Serrato, A. y López-Wilchis, R. (2012). Importancia ecológica de los murciélagos. *ContactoS*, 85:19-27.

## VIII ANEXOS

### Anexo 1. Formato de campo para murciélagos.

#### REGISTRO DE MURCIELAGOS EN SEIS RESERVAS SILVESTRES PRIVADAS DE MANAGUA Y CARAZO, NICARAGUA.

Reserva:		Fecha:
Sitio:	No. Punto:	Altitud:
Coordenadas:	Habitat:	Hora cierre:
	Hora apertura:	Horas/red
Investigadores:		

Hora	Especie	Sexo	Observaciones

**Anexo 2.** Formato de campo para especies forestales.

REGISTRO DE ESPECIES FORESTALES EN SEIS RESERVAS SILVESTRES PRIVADAS  
DE MANAGUA Y CARAZO, NICARAGUA.

Reserva:	Fecha:	
Sitio:	No. Punto:	Altitud:
Coordenadas:	Tipo de bosque:	
Investigadores:		

Nombre común	DAP	Altura	Observaciones

**Anexo 3.** Lista taxonómica de murciélagos identificados en las seis Reservas Silvestres Privadas.

Familia	Género	Especie	Celocuague		Concepción de María	Egon borucki in	La Mákina		Montibelli		Quelantaro	
			Abierto	Cerrado	Abierto	Abierto	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Mormopidae	Pteronotus	<i>Pteronotus davyi</i>						1				
Phyllostomidae	Artibeus	<i>Artibeus jamaicensis</i>			27		12	9	36	9		5
Phyllostomidae	Artibeus	<i>Artibeus lituratus</i>	2	1	1	2			9	4		2
Phyllostomidae	Artibeus	<i>Carollia perspicillata</i>	3	2				3		2		
Phyllostomidae	Carollia	<i>Carollia sp 1</i>								2		
Phyllostomidae	Carollia	<i>Carollia sp 2</i>	3					2	1			2
Phyllostomidae	Carollia	<i>Carollia subrufa</i>	10	10			4	3		7	3	1
Phyllostomidae	Chiroderma	<i>Chiroderma villosum</i>						1				
Phyllostomidae	Desmodus	<i>Desmodus rotundus</i>		6		1		2			7	2
Phyllostomidae	Diphylla	<i>Diphylla ecaudata</i>		1								
Phyllostomidae	Glossophaga	<i>Glossophaga commissarisi</i>				2						
Phyllostomidae	Glossophaga	<i>Glossophaga sp</i>						2		1		
Phyllostomidae	Platyrrhinus	<i>Platyrrhinus helleri</i>	1						3	2		
Phyllostomidae	Vampyrum	<i>Vampyrum spectrum</i>										1
Vespertilionidae	Eptesicus	<i>Eptesicus furinalis</i>			1							
Vespertilionidae	Rhogeessa	<i>Rhogeessa bickhami</i>							6			



**Anexo 4.** Listado de especies forestales

Nombre común	Nombre científico	Celcuague		Egon borucki in Memoriam		La Mákina		Montibelli		Quelantaro	
		Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado	Abierto	Cerrado
Aceituno	<i>Simarouba amara</i>						1			1	2
Achiote	<i>Bixa orellana</i>					1					
Aguacate de monte	<i>Persea sp</i>					4					
Brasil	<i>Haematoxylum brasiletto</i>			3							
Cachito	<i>Acacia cornigera</i>			1	4	1					
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	4				1					
Carboncillo	<i>Vachellia pennatula</i>		1								
Chaperno blanco	<i>Caesalpinia velutina</i>							3			
Come negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>			1							
Cortés	<i>Handroanthus ochraceus</i>									1	
Falso roble	<i>Tabebuia rosea</i>					1					
Guachipilín	<i>Diphysa americana</i>	2									
Guanacaste blanco	<i>Albizia niopoides</i>	1									
Guanacaste negro	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	1								1	2
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>										1
Guásimo de molenillo	<i>Luehea candida</i>		3			2				1	2
Guásimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	2			2					3
Hoja tostada	<i>Licania arborea</i>					1					
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>							3	1	1	
Jaboncillo	<i>Sapindus saponaria</i>						2				
Jocote de mico	<i>Spondias mombin</i>		1								
Lagarto	<i>Zanthoxylum sp.</i>							8			
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	6								4	
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>							3	2		
Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>	4	1	1		1				1	
Marañón	<i>Anacardium occidentale</i>									1	
Melero	<i>Thouinidium decandrum</i>							2		3	1
Nansiguiste	<i>Ziziphus guatemalensis</i>					3					
Nispero	<i>Manilkara chicle</i>									1	

Panamá	<i>Sterculia apetala</i>			1			1				
Papaturro	<i>Coccoloba caracasana</i>										7
Piojo	<i>Tapirira guianensis Aubl</i>									1	
Pochote	<i>Pachira quinata</i>	1									
Poroporo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>						2				
Potrillo	<i>Cojoba arborea</i>		2								
Quebracho	<i>Liysiloma auritum</i>		1				4				
Quita calzón	<i>Astronium graveolens</i>					1					1
Ron ron	<i>Senna skinneri</i>			1		2	2				1
Sangregrado	<i>Pterocarpus rohrii</i>		2								
Sardinillo	<i>Tecoma stans</i>						7	8			
Talalata	<i>Gyrocarpus americanus</i>		1								
Tempisque	<i>Sideroxylon capirii</i>		1			1					
Zapote mico	<i>Couroupita nicaraguensis</i>						2				

**Anexo 5.** Distancia de Jaccard entre reservas.

	Celocuague	CM	EBM	La Mákina	Montibelli	Quelantaro
Celocuague	0	0.98	0.89	0.73	0.79	0.71
CM	0.98	0	0.97	0.78	0.62	0.87
EBM	0.89	0.97	0	0.95	0.92	0.82
La Mákina	0.73	0.78	0.95	0	0.64	0.67
Montibelli	0.79	0.62	0.92	0.64	0	0.80
Quelantaro	0.71	0.87	0.82	0.67	0.80	0

**Anexo 6.** Desglose de especies por gremio.

Cod_Espe	Frugívoro	Insectívoro	Carnívoro	Nectarívoro	Hematófago	EB	GE	GB
ARTIJAMA	1	0	0	0	0	0	1	0
ARTILITU	1	0	0	0	0	0	1	0
CAROPERS	1	0	0	0	0	0	1	0
CAROSP	1	0	0	0	0	0	1	0
CAROSUBR	1	0	0	0	0	0	1	0
CHIRVILL	1	0	0	0	0	0	0	1
DESMROTU	0	0	0	0	1	0	1	0
DIPHECAU	0	0	0	0	1	0	0	1
EPTEFURI	0	1	0	0	0	0	0	1
GLOSCOMM	0	0	0	1	0	0	1	0
GLOSSP	0	0	0	1	0	0	1	0
PLATHELL	1	0	0	0	0	0	0	1
PTERDAVY	0	1	0	0	0	1	0	0
RHOGBICK	0	1	0	0	0	1	0	0
VAMPSPEC	0	0	1	0	0	1	0	0

**Anexo 7.** Dossier fotográfico especies de murciélagos.



***Rhogeessa bickhami***

Nombre común:  
Murciélago  
Anteado  
Centroamericano.

Gremio  
alimenticio:  
Insectívoro.

Preferencia de  
hábitat: Todo tipo  
de bosques.



***Carollia subrufa***

Nombre común:  
Murciélago  
Colicorto del  
Pacífico.

Gremio  
alimenticio:  
Frugívoro.

Preferencia de  
hábitat: Bosques  
secos y alterados.



Kevin Ramírez

***Carollia sp***

Gremio alimenticio:  
Frugívoro.

Preferencia de hábitat: Bosques secos y alterados



José G. Martínez F.



Kevin Ramírez

***Carollia perspicillata***

Nombre común:  
Murciélago colicorto común.

Gremio alimenticio:  
Frugívoro.

Preferencia de hábitat: Bosques secos y alterados.





***Artibeus  
jamaicensis***

Nombre común:  
Murciélago  
frutero  
alilampiño.

Gremio  
alimenticio:  
Frugívoro.

Preferencia de  
hábitat: Todo tipo  
de bosque y áreas  
alteradas.



***Vampyrum  
spectrum***

Nombre común:  
Murciélago  
carnicero mayor.

Gremio  
alimenticio:  
Carnívoro.

Preferencia de  
hábitat: Bosque  
maduro y poco  
alterados.



***Glossophaga  
commissarisi***

Nombre común:  
Murciélago  
lengüilargo  
dentiabierto.

Gremio  
alimenticio:  
Nectarívoro.

Preferencia de  
hábitat: Bosque  
maduro y áreas  
alteradas.



***Desmodus  
rotundus***

Nombre común:  
Murciélago  
vampiro común.

Gremio  
alimenticio:  
Hematófago.

Preferencia de  
hábitat: Bosques  
abiertos, áreas  
alteradas,  
potreros.





***Diphylla ecaudata***

Nombre común:  
Murciélago vampiro patipeludo.

Gremio alimenticio:  
Hematófago.

Preferencia de hábitat: Bosques abiertos, áreas alteradas, potreros.



***Eptesicus furinalis***

Nombre común:  
Murciélago casero neotropical.

Gremio alimenticio:  
Insectívoro.

Preferencia de hábitat: Bosques secos.





© Yuri Aguirre



***Pteronotus dayi***

Nombre común:  
Murciélago  
dorsilampiño  
menor.

Gremio  
alimenticio:  
Insectívoro.

Preferencia de  
hábitat: Bosques  
secos.



***Artibeus  
lituratus***

Nombre común:  
Murciélago  
frutero  
ventrimarrón.

Gremio  
alimenticio:  
Frugívoro.

Preferencia de  
hábitat: Bosques  
conservados y  
siempreverdes.

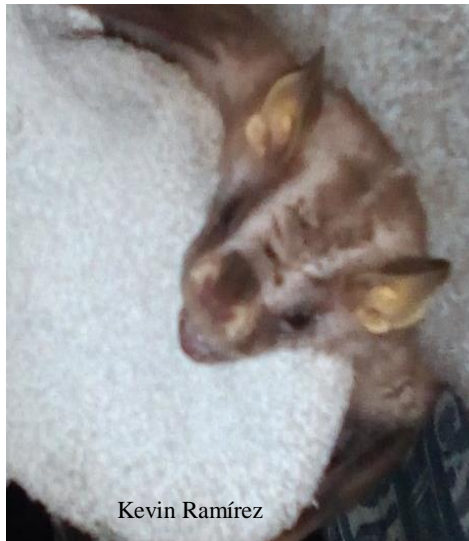


***Chiroderma villosum***

Nombre común:  
Murciélago orejón peludo.

Gremio alimenticio:  
Frugívoro.

Preferencia de hábitat: Todo tipo de bosques.



***Platyrrhinus helleri***

Nombre común:  
Murciélago de heller.

Gremio alimenticio:  
Frugívoro.

Preferencia de hábitat: Todo tipo de bosques.

**Anexo 8.** Captura y manipulación de murciélagos.



**Anexo 9.** Identificación de murciélagos en campo.





**Anexo 10.** Mediciones forestales.

