

# BLUEFIELDS INDIAN & CARIBBEAN UNIVERSITY BICU



## Facultad de Recursos Naturales y Medio Ambiente FARENA

Escuela de Biología Marina  
Ecología de los Recursos Naturales

Monografía para optar al título de  
**Licenciado en Ecología de los Recursos Naturales**

### **Título:**

Estructura biológica de las comunidades de murciélagos como bio-indicadores del hábitat en agroecosistemas de la Reserva Biológica Indio Maíz

### **Autores:**

Br. Denry Martínez Gómez  
Br. Dumar González Lazo

### **Tutor:**

Prof. Juan Asdrúbal Flores Pacheco cPhD.  
Docente BICU

### **Asesor:**

Lic. Octavio A. Saldaña Tapia  
Programa para la Conservación de Murciélagos de Nicaragua (PCMN)

Bluefields, RACCS,  
Nicaragua, enero 2019

**“La Educación es la Mejor Opción para el Desarrollo de los Pueblos”**



# ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	IV
ÍNDICE DE ANEXOS .....	V
RESUMEN .....	VI
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>4</b>
<b>III. ANTECEDENTES.....</b>	<b>6</b>
<b>IV. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>8</b>
<b>V. OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
5.1. Objetivo General .....	10
5.2. Objetivos Específicos .....	10
<b>VI. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
6.1. Ecosistemas .....	11
6.2. Sistema ecológico.....	11
6.3. Sistemas agrícolas .....	11
6.4. Bioindicadores .....	12
6.5. Hábitat .....	12
6.6. Sucesiones Vegetales .....	13
6.7. Servicios ecosistémicos.....	13
6.8. Fragmentación de hábitat .....	14
6.9. Ecología y biología de los murciélagos.....	14
6.9.1. Características generales de los murciélagos .....	14
6.9.2. Ecolocalización .....	15
6.9.3. Fisiología del sistema emisor y receptor de ultrasonidos .....	15
6.9.4. Reproducción.....	16
6.9.5. Importancia ecológica de los murciélagos .....	17
6.9.6. Polinización .....	18
6.9.7. Gremios alimenticios .....	20
6.10.1. Características de la flora del caribe nicaragüense.....	23

6.12.	Características climáticas en Nicaragua (INETER) .....	25
6.13.	Periodos climáticos en Nicaragua.....	26
6.14.	Métodos para estudiar murciélagos.....	27
<b>VII.</b>	<b>HIPÓTESIS .....</b>	<b>28</b>
<b>VIII.</b>	<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>29</b>
8.1.	Ubicación de estudio .....	29
8.2.	Tipo de estudio.....	29
8.3.	Universo de estudio.....	30
8.4.	Población y muestra.....	31
a.	Población .....	31
b.	Muestra .....	32
8.5.	VARIABLES de estudio.....	33
8.6.	Método de Captura de Murciélagos .....	34
8.6.1.	Identificación taxonómica .....	34
8.7.	Procedimiento para el análisis de datos.....	34
8.7.1.	Diversidad.....	34
8.7.2.	Determinación del sexo .....	35
8.7.3.	Similitud entre comunidades.....	35
8.7.4.	Análisis estadístico .....	36
<b>IX.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>37</b>
9.1.	Inventario taxonómico de las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. ....	37
9.2.	Índices de diversidad biológica de las comunidades de murciélagos en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.....	49
9.3.	Distribución de las especies de murciélagos como bioindicadores ambientales en la sostenibilidad en los ecosistemas de la Reserva Biológica Indio Maíz. ....	55
9.4.	Estado de conservación y vulnerabilidad de las especies de murciélagos en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. ....	58
<b>X.</b>	<b>CONCLUSIÓN .....</b>	<b>68</b>
<b>XI.</b>	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>70</b>

<b>XII. REFERENCIAS.....</b>	<b>72</b>
<b>XIII. ANEXOS .....</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación de los agroecosistemas muestreados en la Reserva Indio Maíz. .....	30
<b>Figura 2.</b> Índices de Diversidad Biológica de las comunidades de murciélagos en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. .....	49
<b>Figura 3.</b> Distribución de las especies de murciélagos como bioindicadores ambientales en la sostenibilidad en los ecosistemas de la Reserva Biológica Indio Maíz. ....	55
<b>Figura 4.</b> Proporción de Individuos (Hembra : Macho) para las comunidades de murciélagos en la Reserva Bilógica Indio Maíz.. ....	61
<b>Figura 5.</b> Adaptabilidad para las comunidades de murciélagos en la Reserva Bilógica Indio Maíz .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Inventario taxonómico de las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Rio Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. ....	37
<b>Tabla 2.</b> Distribución de los gremios tróficos de las especies identificadas en las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Rio Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. ....	43
<b>Tabla 3.</b> Gremios funcionales de las especies identificadas en las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Rio Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.....	45
<b>Tabla 4.</b> Índice de similitud de las comunidades de murciélagos en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. ....	52

<b>Tabla 5.</b> Esfuerzo de captura por agroecosistema en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.....	53
<b>Tabla 6.</b> Caracterización de la comunidad de murciélagos en función del estado de conservación del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz.....	58
<b>Tabla 7.</b> Caracterización por sexo de la comunidad de murciélagos en función del estado de conservación del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz. ....	60
<b>Tabla 8.</b> Uso del hábitat de las comunidades de murciélagos en la Reserva Bilógica Indio Maíz.....	63
<b>Tabla 9.</b> Distribución de las familias de las comunidades de murciélagos en relación con el estado de conservación Caracterización de la comunidad de murciélagos en función del estado de conservación del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz. ....	66

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Presupuesto .....	82
<b>Anexo 2.</b> Cronograma .....	85
<b>Anexo 3.</b> Recolección de datos en campo .....	86
<b>Anexo 4.</b> Especies de murciélagos más representativos en el estudio .....	87
<b>Anexo 5.</b> Especies por Gremios tróficos.....	88
<b>Anexo 6.</b> Adaptabilidad de las especies al agroecosistema en función de la alteración.....	89

## RESUMEN

Los murciélagos son indispensables para la polinización de cultivos y frutales, el control de insectos y otros organismos con potencial de plagas agrícolas, pecuarias y humanas que pueden ser vectores de infecciones zoonóticas. Sin embargo, se desconoce cuál es el estado de las comunidades y estructura biológica de estos en la Reserva Indio Maíz, que a su vez funcionan como bioindicadores de conservación de diversos agroecosistemas. La presente investigación se centra en brindar datos actuales que vengán a atender esta problemática. Para este fin se caracterizaron y muestrearon diversos agroecosistemas dentro de la reserva. En cada caso se utilizaron redes de niebla para la captura de los especímenes que fueron registrados en peso, tamaño, estado sexual y presencia de ectoparásitos. Con la información se generó la identificación taxonómica y su distribución por agroecosistema (hábitats) muestreado. Especie como *carollia castanea* fue la más abundante en el estudio prefiriendo diferentes tipos de hábitat. La comparación entre estos se basó en el resultado de los índices de biodiversidad y similitud, encontrando así mayor similitud entre hábitat de transición frutales CETAF y frutales CETAF. A todos los resultados se les practicó un análisis de varianza para conocer el efecto del estado de conservación en la distribución espacial de estos individuos. Se capturaron 384 individuos y 45 especies que a su vez estas son distribuidas en ocho familias y diez subfamilias. Del total de individuos se predominó el sexo femenino con una frecuencia de 228 (59.4%) y con 181 (47.1%) de estas no lactantes. Por otra parte, los machos con un estado de reproducción de 58 (15%), escrotados. El 71% del total de individuos se encuentran en un buen estado de salud, es decir, individuos no parasitados. De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon, el Bosque húmedo fue el más alto de todos los hábitats muestreadas. La subfamilia Filostomidos fue más representativa en cuanto a especies con presencias únicas en todos los muestreos o hábitat. La familia Phyllostomidae aparece de nuevo con la más representatividad en cuanto a especies que se distribuyen de manera equitativa en casi todos los muestreos y los Stenodermatinae con más representativo en el bosque húmedo. Por último, el bosque sin intervención es un hábitat potencial para para las especies de la familia Phyllostomidae. Esto concuerda con otros estudios realizado sobre la familia de los Filostomidos (Medellín *et al*, 2000) ya que estos grupos de animales son más intolerantes a perturbación de hábitat.

**Palabras claves:** Quiróptero, Perturbación ambiental, Estabilidad de agroecosistema, Biodiversidad.

## I. INTRODUCCIÓN

Las actividades humanas como la deforestación, agricultura y ganadería modifican la composición de las comunidades de los vertebrados propios de un lugar, por lo que la fauna original puede ser erradicada por completo. Sin embargo, cuando a la regeneración natural se le permite tomar su lugar, el área que fue alterada sufre un proceso de sucesión paralela entre comunidades de plantas y animales. Esta regeneración del bosque envuelve procesos ecológicos y evolutivos que actualmente están atrayendo la atención de un creciente número de científicos. Su entendimiento es un punto de vital interés el cual podría constituirse en una de las más importantes áreas de estudio en la conservación de los ecosistemas tropicales (Flores-Saldaña, 2008).

Recientemente los murciélagos han sido utilizados en investigaciones sobre la regeneración del bosque, ya que son los únicos mamíferos que disfrutan de una movilidad comparable, por lo que su habilidad para volar los hace también valiosos en el estudio del impacto de la deforestación y otros tipos de alteraciones producidas por la acción del hombre, a corto y largo plazo (Charles-Dominique, 1986; Fenton et al., 1992; Fleming, 1986).

En Nicaragua los murciélagos son el grupo de mamíferos mejor representados, con un registro de 110 especies que corresponde al 47% del total de la fauna mastozoológica. Los murciélagos se caracterizan por ser los únicos mamíferos voladores en el mundo, esta capacidad les otorga una amplia movilidad en los ecosistemas, que los hace responder de manera distinta ante diferentes estructuras de paisajes (Gorresen & Willig, 2004; Jaberg & Guisan, 2001; Medina, Harvey, Sánchez, Vílchez, & Hernández, 2007). Los murciélagos utilizan una gran variedad de hábitat como refugio y como fuente de alimentación. Presentan distintos gremios alimenticios en los que incluyen frutos, néctar, insectos, pequeños vertebrados y algunos pueden alimentarse de sangre. Esto le confiere un papel fundamental en el mantenimiento de los ecosistemas y en las sociedades ya que representan formas

eficientes de combatir problemas de plagas y enfermedades que afectan la salud de las poblaciones (Chikungunya, etc) (Flores-Saldaña, 2008).

Una de las funciones especiales de los murciélagos es que ayudan a polinizar diversas especies de plantas, algunas con alto valor para la economía. Otro de las funciones importantes es que actúan regeneradores de bosques al dispersar semillas a grandes distancias contribuyendo de esta forma a la recuperación de hábitats degradados. Estas características los hace un grupo muy interesante para estudios enfocados en la conservación y evaluación del estado de los hábitats, en planes de monitoreo en reservas y empresas privadas que tengan necesidad de diagnosticar el estado de conservación de sus bosques (Montero & Espinoza, 1999).

Para el neotrópico, uno de los grupos mayormente utilizados como indicadores del estado del ecosistema es la familia *Phyllostomidae* debido a su alta diversidad de especies (Kalko, Herre, & Handley, 1996) por seis subfamilias, incluyendo cerca de 123 especies representando una amplia gama de tendencias alimenticias entre las cuales se encuentran: Carnívoros e Insectívoros (*Phyllostominae*), Frugívoros (*Carollinae* y *Stenodermatinae*), Nectarívoros (*Glossophaginae* y *Phyllonycterinae*) y Hematófagos (*Desmodontinae*), (Garner, 1977), lo que le confiere una alta diversidad ecológica. La cual sea vista por número de especies o de hábitos alimenticios hace de ellos prometedores indicadores del estado de alteración del hábitat principalmente por actividades humanas (Fenton et al., 1992).

Este trabajo se realizó dentro del territorio de las Reservas de Biosfera del Sureste de Nicaragua, específicamente, dentro de la Reserva Biológica Indio Maíz, Municipio de Bluefields, RACCS. Los muestreos para las capturas de murciélagos se realizaron en distintos tipos de agroecosistemas que se encuentran distribuidos a lo largo de la Cuenca del Río Indio. El objetivo principal del estudio es analizar la estructura y composición de la comunidad de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas para determinar diversidad por cada uno, se correlacionará este dato con la distribución y estado de conservación de las especies que se encuentren dentro del área de estudio. De esta manera, determinar las especies que son claves

para el funcionamiento y la estructura de los sistemas ecológicos, que nos proveen alimento para nuestros sustentos y que estas merecen ser conservados en independientemente de sus distribución o hábitat.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### **¿Cuál es el estado de las comunidades de murciélagos en distintos agroecosistemas de las Reserva de Biológica Indio Maíz para su uso como bio-indicadores de calidad ambiental?**

La deforestación anual del bosque en Nicaragua se estima en unas 70,000 hectáreas (INAFOR, 2010, citado en MARENA, 2016). El ecosistema del trópico húmedo representa casi el 60% del territorio nacional y está sufriendo fuertes procesos de degradación por el uso y manejo inadecuado de los suelos (MARENA, 2007). Los patrones de la agricultura actual, basados en altas inversiones de recursos (como agua y fertilizantes) y la mecanización agrícola, están sometiendo a los ecosistemas a grandes presiones ambientales, lo que contribuye a que se produzcan pérdidas en el equilibrio nutricional y se reduzca el acceso al alimento silvestre (MARENA, 2007).

Este aislamiento por fragmentación de ecosistemas provoca un efecto negativo en donde las especies que no estén adaptadas a las variaciones micro climáticas tienden a ser reemplazadas por otras más resistentes (Kattan, 2002). De esta manera, Fahrig & Merriam, (1994), plantean la importancia del aislamiento, depende de la escala en que los organismos perciben el paisaje y su capacidad para moverse, lo significa que las especies se podrán adaptar o emigrar lo que en si produciría un cambio en estructura de comunidades que se determina por el tipo de hábitat en que se encuentran (Montero Muñoz, 2003).

Tomando como referencia de que los bosques y los ecosistemas se degradan a un ritmo alarmante (Instituto Nacional Forestal, 2008), se pierden los beneficios de los servicios de polinización, dispersión de semillas y control de insectos por murciélagos. Por otra parte, tenemos un vacío en la generación de información de estas especies en la costa Caribe, sumado al desconocimiento de la población sobre la importancia y los beneficios ecológicos que nos brindan. Existe poca

información sobre las funciones y beneficios biológicos que tiene este grupo taxonómico.

### III. ANTECEDENTES

Las investigaciones sobre quirópteros se han centrado básicamente en la diversidad biológica presente en los neo trópicos, a destacar dentro de los principales documentos, nacidos de estas investigaciones, en orden de importancia, está la Guía de Mamíferos de Centroamérica y sureste de México (Reid, 2009) donde describe la presencia de especies presente en la región centroamericana (Medellín, Arita, & Sánchez, 2008). Con Identificación de murciélagos en México se ayuda a identificar especies que se encuentran en nuestro país y la comprensión de su función ecológica e importancia. Otra investigación que ha dado excelentes aportes a la ciencia y la comprensión de este grupo de mamíferos es de Murciélagos de Costa Rica (LaVal & Rodriguez, 2002) donde caracterizan las especies que se encuentran en este país vecino.

Los estudios de murciélagos en nuestro país se remontan a los años 70 con el primer listado de murciélagos de Nicaragua (Jones, Smith, & Turner, 1971), empezando desde aquí nuevos reportes y temas de actualizaciones. Entre las listas de murciélagos y mamíferos en general más completas y reconocidas de Nicaragua se menciona a Martínez-Sánchez, Castañeda, & J. M. Zolotoff -Pallais, (2000) la cual reporta un total de 86 especies de murciélagos y a (A Medina & Saldaña, 2012) con una lista más actualizada con un total de 101 especies. Aunque son muchos los investigadores en temas de masto fauna en Nicaragua, entre ellos Octavio Saldaña y Arnulfo Medina, han realizado numerables estudios, enriqueciendo el conocimiento de la masto fauna en el país. Actualmente Nicaragua cuenta con una lista de investigadores más amplia que han realizados trabajos de murciélagos en diferentes lugares cuyos resultados ayudan a aumentar las listas patrones con nuevos reportes (PCMN, 2013). Existen estudios que demuestran que el área de distribución de los murciélagos puede llegar a cubrir un radio de 0.5 a 7.5 km, esto lo puede demostrar datos recopilado de (Bianconi, Mikich, & Pedro, 2006) *Artibeus lituratus* - 4.9 km de distancia .

Un hecho importante que cabe destacar es la publicación del primer libro de murciélagos de Nicaragua elaborado por Arnulfo Medina en el año 2014 quien presenta un listado de 108 especies. A pesar de los numerosos estudios en el país y de los esfuerzos de investigadores, Nicaragua en comparación a otros países de Centro América aún tiene mucho que conocer en el tema de la mastofauna, más aún al explorar zonas que han sido olvidadas por la investigación. Uno de los lugares más destacados en estudios de mamíferos incluidos murciélagos es el istmo de Rivas, donde sobresalen trabajos como: Mamíferos de la Isla de Ometepe en Rivas ( Medina, 2010).Evaluación ecológica rápida los playones- playa madera (Zolotoff-Pallais & Medina-Fitoria, 2005) , Evaluación ecológica rápida en la Reserva Silvestre Privada el Abuelo (Medina, 2013) ,Evaluación ecológica en dos fincas bajo manejo forestal en Rivas y Rio San Juan (Arroliga & Gutierrez, 2013), informe de reporte sobre mamíferas en Playa Guacalito, Tola, Rivas (Medina, 2006).Un estudio importante que mencionar, es el trabajo realizado el Programa de Conservación de Murciélagos de Nicaragua (PCMN) que orienta cual trata de la identificación de sitios y áreas de importantes para la conservación de murciélagos en Nicaragua (PCMN, 2013). A pesar de estos estudios y de los numerosos trabajos que amplían las listas en Nicaragua cuenta con pocos estudios que evalúen la dinámica de la comunidad de murciélagos frente al avance de los procesos de degradación de los paisajes. Son pocos los estudios que persiguen esta finalidad y es rápido el deterioro de los hábitats en la región.

En la RACS, hemos registrado estudios realizados por Arnulfo Medina Fitoria, entre ellos tenemos a Diversidad de Mastozoológica de la cuenca del Rio Sconfran en Bluefields, Nicaragua en septiembre del 2016, muestreando en diferentes tipos de coberturas forestales. Por otra parte, también tenemos a Medina, A (2016), con Diversidad de micro mamíferos de la cuenca del Rio Punta Gorda, Bluefields, Nicaragua, RACCS, muestreando en 8 diferentes tipos de hábitat a lo largo del rio.

## IV. JUSTIFICACIÓN

La zona de investigación está cercana a la ruta del megaproyecto del gran canal de Nicaragua, esta investigación sirve para enriquecer los datos sobre la riqueza de especies que serían afectadas para la gestión acertada en la toma de decisiones sobre el manejo de estos nobles animales.

Con esta investigación se generó información sobre distribución y el estado de conservación de la comunidad de murciélagos en los distintos hábitats de un área determinada de Río Indio en la Reserva Biológica Indio Maíz. También contribuyo a conocer la diversidad de quirópteros y brindar una idea de los servicios que estos aportan a los ecosistemas y, por ende, dentro de los componentes de éste que son manipulado por el hombre para producir sus bienes, ya sean como: dispersores de semillas, polinizadores y reguladores de poblaciones de insectos. Esto dio un aporte a la solución de la problemática causada por el desconocimiento que existe alrededor de los quirópteros no solamente en Nicaragua y la Costa Caribe, sino internacionalmente.

El estudio servirá para valorar la condición de los distintos hábitats y/o agroecosistemas a través de la estructura biológica de los quirópteros ya que estos son bioindicadores del estado de conservación de los ecosistemas. En base a estos resultados se pueden realizar futuros planes de manejo que permitan contribuir a la conservación de las zonas menos degradadas y a su vez restaurar las zonas perturbadas.

Con la información generada a partir de esta investigación se obtuvieron nuevos datos sobre la configuración y distribución de las comunidades de murciélagos en la Reserva de Biosfera Indio Maíz, con ello se sumaron nuevos conocimientos y amplio volumen de datos científicos generados en BICU. También, se obtuvo pruebas científicamente soportadas sobre condiciones de hábitat para que las comunidades indígenas, gobiernos territoriales, regionales y nacional formulen, elaboren y gestionen un plan de manejo de los agroecosistemas evaluados. De no

menor importancia, es la validación y adaptación de las metodologías de campo y procesamiento estadístico para este y futuros estudios en esta área.

## **V. OBJETIVOS**

### **5.1. Objetivo General**

Contribuir con la conservación de los quirópteros mediante la evaluación de sus comunidades en diferentes tipos de agroecosistemas y su función como bio-indicadores del estado de los hábitats de la Reserva Biológica Indio Maíz.

### **5.2. Objetivos Específicos**

1. Inventariar taxonómicamente la comunidad de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.
2. Estimar los índices de diversidad biológica de las comunidades de murciélagos en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.
3. Utilizar la distribución de las especies de murciélagos como bioindicadores ambientales en la sostenibilidad en los ecosistemas de la Reserva Biológica Indio Maíz.
4. Estimar el estado de conservación y vulnerabilidad basados en la distribución, equitatividad y similitud de las especies y densidades de las comunidades de murciélagos en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.

## **VI. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. Ecosistemas**

La Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley 217. Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales) de finen como La unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y su relación con el ambiente. Según (ODUM 1986, en MARENA, 2010), Los organismos vivientes y su medio inanimado (abiótico) se relacionan de manera inseparable e interactúan mutuamente. Cualquier unidad (biosistema) que incluya todos los organismos que funcionan juntos (comunidad biótica) en un área determinada, interactuando con el medio físico de tal manera que un flujo de energía conduzca a la formación de estructuras bióticas claramente definidas y al ciclaje de materia entre las partes vivas y no vivas, es un sistema ecológico o ecosistema.

### **6.2. Sistema ecológico**

Es un grupo de tipos de comunidades de plantas que se localizan simultáneamente en paisajes con procesos ecológicos, sustratos y/o gradientes ambientales similares (MARENA, 2010).

### **6.3. Sistemas agrícolas**

Los sistemas agrícolas son un subconjunto de los sistemas ecológicos. Son sistemas ecológicos porque tienen por lo menos un componente vivo. Solo un porcentaje dentro de los sistemas ecológicos son sistemas agrícolas. Como el ecosistema, el agroecosistema es un conjunto de poblaciones de plantas, animales y microorganismos, que pueden incluir poblaciones de cultivos, animales domésticos o ambos (Hart, 1985)

### **Ensamblaje de comunidades y diversidad biológica**

Las poblaciones de organismos en la naturaleza no se encuentran separadas como unidades distantes, sino que están sometidas a interacciones de distintas maneras, así pues, cualquier conjunto de poblaciones de organismos vivos en un área o un hábitat recibe el nombre de comunidad (Krebs, 1985). Existen varias definiciones de

comunidad, sin embargo, la más apropiada es: la combinación de poblaciones de diversas especies que coexisten en un escenario evolutivo dado, (Granado Lorenzo, 2000; Roughgarden & Diamond, 1986; Whittaker, 1975). El ensamblaje de una comunidad es un mecanismo dinámico donde individuos, fenotipos, poblaciones y gremios interactúan produciendo patrones observables (James H, 1981; Weiher & Keddy, 1999) .

Al hablar de la estructura de la comunidad nos estamos refiriendo a la composición de esta, tanto del número de especies que presenta (*riqueza*), la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (*abundancia relativa de los individuos*). Dentro de la comunidad algunas especies son más comunes que otras ya sea porque la comunidad cuenta con poca riqueza o por que la abundancia de la especie es mayor que las demás, cuando una única o pocas especies dominan en una comunidad estos organismos reciben el nombre de *dominantes* (Moreno, 2001).

La competencia interespecífica, los procesos sucesionales y la depredación determinan la diversidad de las comunidades, donde las especies continuamente están colonizando espacios y perdiendo poblaciones (extinciones locales) (MacArthur y Wilson 1967, (Drake, R, Zimmerman, Puruker, & Rojo, 1999; James H, 1981). La competencia interespecífica es la que ocurre entre miembros de especies diferentes que utilizan los mismos recursos de alimento y espacio (Audesirk, Audesirk, & Byers, 2008) , por lo tanto, es uno de los factores principales que determina la estructura de una comunidad de animales (Diamond, 1975).

#### **6.4. Bioindicadores**

Según Paoletti (1999ab) define un bioindicador como "*una especie o conjunto de especies que es particularmente bien adaptado a las características específicas del paisaje y / o reacciona ante impactos y cambios*".

#### **6.5. Hábitat**

Es un lugar que ocupa la especie dentro del espacio físico de la comunidad. El hábitat de un organismo es el lugar donde vive, su área física, alguna parte específica de la superficie de la tierra, aire, suelo y agua. Puede ser vastísimo, como

el océano, o las grandes zonas continentales, o muy pequeño, y limitado por ejemplo la parte inferior de un leño podrido, pero siempre es una región bien delimitada físicamente (Sánchez Sánchez-Cañete & Pontes Pedrajas, 2010).

## 6.6. Sucesiones Vegetales

El término sucesión frecuentemente es utilizado para describir cambios en diferentes tipos de vegetación en escalas temporales y espaciales. En los sitios con poblaciones forestales, la sucesión es definida como el cambio directo con el tiempo de la composición de especies y fisionomía vegetal de un sitio en el cual el clima permanece efectivamente constante (Finegan, 1984). WHittaker (1970) define una sucesión como el proceso de desarrollo de una comunidad, causado en diferentes grados, fuera y dentro de dicha comunidad.

*Según Pinelo (2004) las regeneraciones naturales se clasifican en:*

- **Brinzales** (30 cm de altura a <5 cm DAP): Está constituido por todas las especies arbóreas que tengan desde 30 cm de altura total hasta 4.9 cm DAP.
- **Latizales** (>5 cm a <10 cm DAP): Se cuentan todas las especies arbóreas que posean entre 5 cm y 9.9 cm de diámetro altura pecho (latizales).
- **Fustales** (>10 cm a <25 cm DAP): Está constituido por los árboles en proceso de crecimiento (fustales) que tengan un diámetro altura pecho entre 10 y 24.9 cm.

## 6.7. Servicios ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son las contribuciones directas e indirectas de los ecosistemas al bienestar humano (TEEB). Apoyan directa o indirectamente nuestra supervivencia y calidad de vida. Según TEEB, los servicios de los ecosistemas se pueden categorizar en cuatro tipos principales:

- **Los servicios de aprovisionamiento** son productos obtenidos de ecosistemas como alimentos, agua dulce, madera, fibra, recursos genéticos y medicamentos.
- **Los servicios de regulación** se definen como los beneficios obtenidos de la regulación de los procesos del ecosistema, como la regulación del clima, la

regulación de los peligros naturales, la purificación del agua y la gestión de desechos, la polinización o el control de plagas.

- **Los servicios de Hábitat** destacan la importancia de los ecosistemas para proporcionar un hábitat para las especies migratorias y para mantener la viabilidad de las reservas de genes.
- **Los servicios culturales** incluyen beneficios no materiales que las personas obtienen de los ecosistemas, tales como el enriquecimiento espiritual, el desarrollo intelectual, la recreación y los valores estéticos.

## **6.8. Fragmentación de hábitat**

La fragmentación es el proceso de división de un hábitat continuo en secciones. Un hábitat es el ambiente que ocupa una población y puede ser un bosque, un arroyo, las dunas de arena, un charco. Los fragmentos resultantes difieren del hábitat original en ser de menor tamaño, en estar aislados en mayor o menor grado, y en tener efectos de borde. La fragmentación usualmente es definida como aquel proceso en el cual una gran expansión de hábitat es transformada en un número de parches más pequeños que se encuentran aislados entre sí por una matriz con propiedades diferentes a la del hábitat original (Wilcove, 1985). La fragmentación del hábitat, el proceso de subdividir un continuo hábitat en piezas más pequeñas se produce en los sistemas naturales, p.ej. a través del fuego (Wright, 1974, Pickett & Thompson, 1978).

## **6.9. Ecología y biología de los murciélagos**

### **6.9.1. Características generales de 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 los cinco dedos de cada mano. Esta piel es fina y elástica, y en algunas especies también une las extremidades posteriores (patas). Estas membranas de piel se conocen como patagios y su forma puede variar dependiendo de la especie y su estilo de vuelo. El uropatagio o membrana caudal (membrana ubicada entre las piernas) es muy variable, y al igual que la cola pueden llegar a ser muy largos, muy reducidos

o estar ausentes. Los dedos de las patas presentan garras que le permiten al murciélago colgarse. Los murciélagos (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 enormes, cuya longitud es igual al tamaño del cuerpo. Dentro de las orejas hay dos estructuras llamadas trago y antitrago, que sirven para recibir los ecos provenientes de las llamadas de ecolocalización que emite el murciélago. Los murciélagos de la familia Phyllostomidae tienen una hoja nasal encima de los orificios nasales y que les sirve para la transmisión de señales de ecolocalización. La hoja nasal varía de tamaño y forma entre las diferentes especies (Medina-Fitoria, 2014).

### **6.9.2. Ecolocalización**

La eco localización junto con la capacidad de vuelo, son las características biológicas más sobresalientes de los murciélagos; es probable que ambas características evolucionaran conjuntamente (Speakman, 2001) y permitieron a este grupo de mamíferos explotar el ambiente nocturno, escapando a depredadores (aves rapaces), posibles competidores (aves insectívoras y frugívoras) y a la hipertermia (Speakman, 1995). De manera concreta los ultrasonidos son utilizados por los murciélagos para orientarse en el vuelo, detectar y capturar presas, así como en vocalizaciones de carácter social; siendo producto de adaptaciones a ambientes específicos, aportando valiosa información para el conocimiento de la biología y ecología de las especies (Arita & Fenton., 1997; Neuweiler, 2000) reproducción y alimentación.

### **6.9.3. Fisiología del sistema emisor y receptor de ultrasonidos**

Los murciélagos generan los ultrasonidos en su laringe y los emiten por la boca; para ello poseen unas cuerdas vocales muy delgadas, pero tensadas por poderosos músculos. Exhiben un gran control sobre la gama de frecuencias excitadas, así como el contenido de armónicos de las señales. Los niveles de sonido producidos son relativamente altos (con un SPL de 100-110 dB a 10 cm de la boca), aunque también existen especies de murciélagos susurrantes que emiten sonidos de sólo 60 dB (equivalente al nivel de una conversación normal). Para minimizar el gasto de

energía, el murciélago emite la señal ultrasónica en la espiración que acompaña al batido de las alas (Seco Granja & Jiménez Ruiz, 2006).

El oído medio tiene un tamaño muy reducido, de forma que no filtre las frecuencias ultrasónicas. El músculo estapedio bloquea parte del sonido incidente en el tímpano, contrayéndose unos 10 ms antes de la emisión ultrasónica, y relajándose después, por lo que actúa efectivamente como un control automático de ganancia de la señal acústica.

#### **6.9.4. Reproducción**

##### **➤ Los Órganos reproductores**

El aparato reproductor masculino comprende un par de testículos, varios pares de glándulas accesorias, un sistema de conductos y el órgano copulador. En la mayoría de las especies los testículos descienden al escroto únicamente en la época de la reproducción (Balmori, 1999) El aparato reproductor femenino está formado por los ovarios, los oviductos, el útero y la vagina. Un hecho curioso entre los murciélagos, que apunta a una convergencia evolutiva con las aves, es que en algunas especies (*Rhinolophus ferrumequinum*), solo existe un ovario funcional.

##### **➤ Ciclo anual**

La mayoría de los murciélagos, y en particular los que viven en las zonas templadas del planeta, pasan por un periodo reproductor cada año que tiene lugar en primavera. Los murciélagos tropicales pueden reproducirse continuamente, independientemente de la estación, mientras otras especies lo hacen dos veces por año. La mayoría de los murciélagos, y en particular los que viven en las zonas templadas del planeta, pasan por un periodo reproductor cada año que tiene lugar en primavera. Los murciélagos tropicales pueden reproducirse continuamente, independientemente de la estación, mientras otras especies lo hacen dos veces por año (Wright, 1974) Los datos disponibles sobre la biología reproductiva de los murciélagos neotropicales indican que la mayoría son criadores estacionales con

actividades reproductivas programadas para que los juveniles sean destetados cerca del inicio de la estación húmeda o durante la misma (Wilson, 1979)

➤ **Ciclo estral**

Los quirópteros ajustan los periodos de espermatogénesis, oogénesis, cópula y fecundación a las estaciones que mejor garantizan la supervivencia y el crecimiento de la progenie. La mayoría de las especies tropicales tienen dos o tres ciclos estrales anuales, mientras las europeas, aunque exhiben una considerable variación en lo que concierne al número y duración de los ciclos estrales que pueden ocurrir en un año, pueden considerarse mono éstricas (Balmori, 1999).

**6.9.5. Importancia ecológica de los murciélagos**

Los murciélagos, debido a la gran diversidad que presentan, tienen un gran impacto ecológico en diferentes niveles de las comunidades que conforman. Este impacto ha sido ampliamente estudiado, a tal punto que en algunas de esas comunidades se les ha catalogado como especie clave por los papeles que juegan en la evolución, estabilidad y funcionamiento de los ecosistemas, entre los que se encuentran (Martinez, Serrato Diaz, & Lopez Wilchis, 2012) La regeneración de las plantas en los bosques depende en gran medida de su capacidad para dispersar sus propágulos y colonizar algún sitio (Galindo Gonzales, 2004). En las selvas húmedas tropicales al menos el 80% de las especies leñosas dependen de vertebrados frugívoros para la dispersión de sus semillas (Howe & Smallwood, 1982). Los murciélagos desempeñan un papel fundamental en el mantenimiento de los ecosistemas. Tienen valor económico y sanitario debido a que representan la única manera natural de combatir grandes cantidades de insectos, algunos de ellos transmisores de enfermedades y otros están considerados plagas agrícolas. Ayudan a polinizar y a dispersar semillas de diversas especies de plantas (Martinez et al., 2012).

### 6.9.6. Polinización

De acuerdo con (Bawa, 1990) tras realizar trabajos en las selvas tropicales húmedas describiendo interacciones entre animales y plantas, destaca que el 99% de las especies de angiospermas dependen de la polinización biótica. Se ha estimado que los murciélagos son polinizadores de al menos 500 especies de 96 géneros de plantas y actúan como eficientes agentes dispersores de polen, con lo cual contribuyen en la reproducción y la estructura poblacional de las especies que polinizan (Torres-Flores, 2005)

Por lo tanto, (Theodore H. Fleming, Geiselman, & Kress, 2009; Geiselman, S.A, & F, 2002) también nos dicen que, en el Neo trópico, se sabe que los murciélagos nectarívoros polinizan las flores de 360 especies de plantas en 159 géneros de 44 familias. Las flores / inflorescencias de murciélago se pueden dividir aproximadamente en tres categorías basadas en su forma: (1) cepillo de afeitador' o Bola de estambre' con muchos estambres sobresalientes (por ejemplo, *Bombax*, *Capparis*, *Eugenia*, *Parkia*); (2) en forma de campana con la corola formar un tubo (por ejemplo, *Bauhinia*, *Musa*, *Vriesea*); y (3) forma de copa con una corola abierta (por ejemplo, *Carnegiea*, *Caryocar*, *Ceiba*, *Ipomoea*, *Ochroma* (Baker, 1973; Salas Estrada, 1993)

#### ➤ Dispersores de semillas

Los murciélagos son los mamíferos dispersores de semillas más importantes en los trópicos debido a su capacidad de vuelo (Torres-Flores, 2005)). Contribuyen a la propagación de muchas especies de plantas muy importantes dentro de las cadenas tróficas de estos ambientes (Galindo Gonzales, 2004). Se estima que, en las regiones tropicales, dispersan de 2 a 8 veces más semillas que las aves, lo cual los convierte en elementos fundamentales de la regeneración natural de las selvas. Se ha demostrado que, en estaciones secas, entre el 80-100 % de las semillas que llegan al suelo en bosques de tierras bajas son depositadas por murciélagos (MacSwiney G, 2010) Por su capacidad de vuelo los murciélagos junto con las aves son considerados como dispersores importantes dentro de los ecosistemas

fragmentados al conectar parches de vegetación dentro del paisaje y contribuir al intercambio génico entre las poblaciones de las especies de semillas dispersadas (Galindo Gonzales, 1998; Ingle, 2003; Traveset, 1998). Galindo-González, Guevara, & Sosa, (2000), determinó también de que las aves son buenos dispersores de semillas en áreas de bosque cerrado, mientras que los murciélagos, en áreas abiertas. Según, Medellín, A & Gaona, o. (1999), el 87% de las semillas de *cecropia* son dispersadas por murciélagos mientras y el 83% por aves . Especies pertenecientes al género *spondias callophyllum* y *quararibea* son especies importantes indicadores de condiciones ambientales y la mayoría de estas son dispersados por murciélagos frugívoros , *Otobia* Esto determina la importancia ecológica de los murciélagos en la recuperación de bosques fragmentados y el bienestar de un ecosistema. Es más, los estudios que han evaluado a los murciélagos como dispersores de semillas en bosques con claro, muestran que la distribución de la lluvia de semillas es más equitativa cuando estas son dispersadas por murciélagos y no por aves (Gorchov, Cornejo, Ascorra, & Jaramillo, 1993). Este fenómeno es causado principalmente porque las aves defecan semillas cuando están en posición de perchaje y no durante el vuelo, por otra parte los murciélagos lo hacen en pleno vuelo. (Charles-Dominique ,1986)..

#### ➤ **Control poblacional de insectos**

Entre los murciélagos existe una gran diversidad de especies insectívoras, son los principales consumidores de insectos nocturnos y en conjunto consumen diariamente decenas de toneladas de ellos. Los murciélagos insectívoros comen lepidópteros (polillas), coleópteros (escarabajos), Dípteros (escarabajos), Hopnoteros (cigarras) algunos comen escorpiones y arañas (Jones *et al*, 2009). Algunas especies llegan a consumir entre 50 y 150 % de su peso corporal por noche (Hutson, Mickleburgh, Racey, Ssc, & Specialist, 2001) regulando las poblaciones de estos invertebrados en los ecosistemas tropicales, sobre todo de lepidópteros, coleópteros, homópteros, hemípteros y tricoteros (Palmerin. J & Rodriguez, 1991). Los murciélagos insectívoros pueden prestar servicios ambientales relacionados con su papel como depredadores de algunas especies,

que pueden ser consideradas plagas agrícolas o transmisoras de enfermedades contagiosas (Cleveland et al., 2006; Tuttle & Moreno, 2005). Los mosquitos pueden traer muchas enfermedades, por ejemplo, la malaria, la fiebre amarilla, el dengue, el Chikungunya y el Zika. Algunas de estas son graves, otras mortales.

#### **6.9.7. Gremios alimenticios**

Los aspectos alimenticios han sido tan importantes en los murciélagos que se han agrupado a estos animales en gremios tróficos los cuales describen el tipo de alimento que consumen. Entre estos gremios tróficos se encuentran: los frugívoros, que se alimentan de frutos y semillas; los nectarívoros, que se alimentan de néctar y polen; insectívoros, que se alimentan de insectos; carnívoros, que se alimentan de pequeños vertebrados; omnívoros, que se alimentan tanto de carne como flores y frutos; y los hematófagos, que se alimentan exclusivamente de sangre. En general, casi todos los murciélagos complementan las dietas con diferentes alimentos, a pesar de que pertenecen particularmente a un solo gremio trófico, es así que los frugívoros consumen también insectos y polen, los carnívoros comen además frutas y flores, y los nectarívoros también comen insectos o pequeños frutos para alimentarse; sin embargo, las proporciones de los alimentos complementarios son bajas respecto al tipo de alimento principal. De todas maneras, también hay murciélagos que se han especializado en un tipo especial de alimento, entre ellos se pueden nombrar a los hematófagos y algunos nectarívoros (Mcmanus, 1997)

#### **6.10. Orden Quiróptera en Nicaragua**

El orden de los murciélagos se encuentra representado por 925 especies aproximadamente este orden diverge en dos 2 subórdenes: Megachiroptera representados por los zorros voladores de dieta frugívora que habitan los trópicos del viejo mundo diferente en muchas características evolutivas que tienen los murciélagos del trópico americano. El suborden microchiroptera compuesta por 17 familias zoológicas tienen características distintas de sus parientes los cuales se simplifican en su dieta variada (frutas, insectos, sangre) el desarrollo de eco localización, la carencia de la garra en el segundo dedo del pie y la forma de la base

de las orejas de los murciélagos neotropicales que no forman el anillo cerrado (Wainwright, 2002)

En Nicaragua según un reporte reciente está representada por 9 familias detalladas como: *Phyllostomidae*, *Natalidae*, *Emballonuridae*, *Thyropteridae*, *Molossidae*, *Furipteridae*, *Vespertilionidae*, *Noctilionidae*, *Mormoopidae* según investigaciones recientes se encuentran reportada 101 especies habitando en los diferentes ecosistemas de Nicaragua (A Medina & Saldaña, 2012).

### **6.11. Características generales del Bosque del Caribe Nicaragüense**

#### **➤ Clasificación vegetativa en Nicaragua**

En Nicaragua se utilizan una gran variedad de clasificaciones de las formaciones vegetales existentes, las cuales van catalogadas según el tipo de bibliografía o autor que las detalle haciéndose difícil un consenso de referencia nacional. Entre los documentos especializados tenemos a (Holdridge & Grenke, 1971) con sus “zonas de vida” quien clasificaba los bosques desde una óptica climatológica y física. Otro escrito usado como referencia es Salas (Salas Estrada, 1993) con Árboles de Nicaragua que clasifica al país en ecorregiones bien marcadas. Finalmente (Stevens, Ulloa, Pool, & Montiel, 2001) que define los tipos de bosque que se encuentran en Nicaragua, limitándolo a 12 por cuestiones de simplificación del entendimiento de las características de la flora natural de Nicaragua.

#### **➤ Las ecorregiones de Nicaragua**

Según Salas Estrada (1993) define una ecorregión como sitios relativamente grandes que se distinguen por el carácter único de morfología, geología, clima, hidrología, flora y fauna llegando a la conclusión que en Nicaragua existen 3 ecorregiones naturales marcadas que se denominan en su obra como: Pacífico, Norcentral y Atlántico. En la Ecorregión del caribe, el área en cuestión se encuentra dividida principalmente a su vez en tres zonas climáticas. Sin embargo, existe una cuarta zona que se clasifica según su msnm que oscila mayor de 500 msnm. Según el autor, Estrada, en estas zonas es difícil poder delimitar con claridad los límites de

las distintas Zonas Climáticas. Sin embargo, analizando la información florística disponible, los datos de algunas estaciones meteorológicas que funcionaron o que aún funcionan, y atendiendo a las variantes de la temperatura en función de la latitud, la influencia de los vientos alisios, y la altitud se clasifican estas zonas.

**a. Zonas Calientes de Tierras Bajas muy húmedas**

Se incluyen aquí las tierras comprendidas entre 5 y 200 msnm, que están al sur de la línea latitudinal 12° N. Son tierras que climáticamente hablando se encuentran entre las zonas con temperaturas calientes las zonas con temperaturas templadas. La precipitación pluvial promedio anual oscila entre 3,250 y 6,000 mm, mientras la temperatura promedio anual anda entre los 24 y 26° C, o aún menos, según el nivel altitudinal hasta llegar a los 200 msnm.

**b. Zonas Templadas de Tierras Bajas muy húmedas**

Corresponden aquí a esta categoría climática las tierras comprendidas entre 5 y 200 msnm que se encuentran al norte de la línea latitudinal 12° N, o sea que la Ciudad de Bluefields y el poblado de Muelle de los Bueyes, marcan tal límite en una forma aproximada.

**c. Zonas Templadas de Tierras de mediana altitud muy húmedas**

Se incluyen aquí tierras comprendidas entre 200 y 500 m de altitud en todo el territorio de la Región Ecológica IV, del Sector Atlántico. La temperatura promedio anual puede oscilar entre 20 y 23° C. La precipitación pluvial promedio anual anda entre 2,750 y 4,000 mm, correspondiendo la parte más húmeda a los cerros en el extremo sureste de Nicaragua, entre el Río San Juan y San Juan del Norte.

**d. Zonas Frías muy húmedas**

Corresponde esta zona climática a tierras comprendidas entre 500 y 991 msnm. Hay solamente siete cerros que sobrepasan los 600 msnm en toda la Región Ecológica IV, del Sector Atlántico. Estos cerros se encuentran en el núcleo montañoso del norte entre el Río Coco, Bonanza y Siuna, son: el Cerro Cola Blanca (991 msnm), Cerro Saslayito (875 msnm), Cerro Umbra (730 msnm), Cerro Bolivia

(719 msnm) y Cerro Silva (635 msnm). En el núcleo montañoso del sureste: Cerro Chiripa (719 msnm), Cerro Diablo (608 msnm), que están inmersos en la Reserva Forestal de Río San Juan.

### **6.10.1. Características de la flora del caribe nicaragüense**

Stevens *et al* (2001) describe un total de 5,796 especies en 1, 699 géneros en 225 familias con semillas en todo el país, este número es producto de innumerables estudios y colección de muestras de cientos de taxónomos vegetales, de las cuales 1.48% son endémicas es decir no se encuentran de forma natural en ninguna otra parte fuera del país. Una de las importancias de nuestra flora sucede con la singularidad que la mayor parte de la evolución de las angiospermas sucedió mientras los continentes norteamericanos y sudamericanos estuvieron bastante separados. Cuando la conexión se restableció, inicialmente como una cadena de islas volcánicas entre el núcleo de Centroamérica, terminando en lo que en la actualidad es el norte de Nicaragua, y Sudamérica, dos floras marcadamente distintas, la laurásica originaria del norte y la gondwánica en el sur de las Américas, empezaron a mezclarse. Centroamérica, y Nicaragua en particular, se encuentran en un interesante punto de unión fitogeográfico de estas floras.

En la región del Caribe de Nicaragua los principales bosques que se encuentran según Stevens et al (2001) son:

#### **a. Pantanos y bosques de galería**

Los bosques de galería se encuentran a lo largo de los cauces de agua y son bastante distintos de la vegetación que los rodea, especialmente en las áreas de sabanas y de bosques caducifolios. Los bosques están sujetos a inundaciones frecuentes durante la época de lluvias y los suelos están saturados todo el año. Los árboles varían considerablemente a lo largo del país, pero muchas especies de *Ficus* (chilamate) y de *Inga* (guava) están específicamente adaptadas a este hábitat. En el lado del Pacífico, *Anacardium excelsum* (ahuehue), *Hymenaea courbaril* (guapinol) y *Luehea seemannii* (guácimo macho) son conspicuos. En el lado del Atlántico, *Heliocarpus appendiculatus* (majagua) y *Ochroma pyramidale* (balsa) son

árboles comunes y bejucos del género *Mucuna* (ojo de buey) casi siempre están presentes. Los bosques pantanosos están frecuentemente asociados a las tierras bajas costeras y los alrededores de los grandes lagos. Alrededor de los grandes lagos *Bactris guineensis* (güiscoyol), *Couroupita nicaraguarensis* (zapote de mico), *Pachira aquatica* (poponjoche), *Pseudobombax septenatum* y *Sterculia apetala* (panamá) son árboles conspicuos. En el lado del Atlántico los pantanos son mucho más variables, pero a veces están casi dominados por una sola especie., *Erythrina fusca* (elequeme), *Manicaria saccifera*, *Raphia taedigera* ( yolillo) y *Symphonia globulifera* (leche maría), por ejemplo, se pueden encontrar como rodales puros y extensos.

### **b. Manglares**

En toda América tropical y en ambas costas de Nicaragua los manglares son generalmente similares, tanto en estructura como en la composición de especies. Los límites de los manglares están definidos por el sumergimiento periódico en agua salada debido a las mareas. Los árboles que se encuentran en los manglares están muy adaptados y restringidos a este ambiente. Estos bosques han sido estudiados extensamente y son comunidades económicamente importantes. La diversidad es baja y las especies más comunes de árboles son *Rizópora mangle* (mangle colorado), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco), *Conocarpus erectus* (botoncillo) y *Avicennia nitida* (mangle negro).

### **c. Playas**

Las playas, tanto marinas como de los grandes lagos, tienen la vegetación típica de las playas de la América tropical. Las perturbaciones continuas y los efectos de la salinidad son factores importantes y muchas especies se encuentran sólo en este hábitat. Entre los herbáceos comunes que forman tapetes en las playas arenosas se encuentran *Canavalia rosea*, *Sesuvium portulacastrum* e *Ipomoea pescaprae*. Plantas comunes de tras playa incluyen a *Bromelia pinguin* (piñuela), *Prosopis juliflora* (espino negro) y *Opuntia guatemalensis*. Entre los árboles más grandes se encuentran *Tamarindus indica* (tamarindo), *Hippomane mancinella* (manzano de playa) y *Sterculia apetala* (panamá).

#### **d. Sucesiones Vegetales**

El término sucesión frecuentemente es utilizado para describir cambios en diferentes tipos de vegetación en escalas temporales y espaciales. En los sitios con poblaciones forestales, la sucesión es definida como el cambio directo con el tiempo de la composición de especies y fisionomía vegetal de un sitio en el cual el clima permanece efectivamente constante (Finegan, 1984; WHittaker, 1970) define una sucesión como el proceso de desarrollo de una comunidad, causado en diferentes grados, fuera y dentro de dicha comunidad.

#### **6.12. Características climáticas en Nicaragua (INETER)**

##### **➤ Clasificación Climática de Nicaragua según Köppen**

**a. Clima Caliente y Sub-Húmedo con Lluvia en Verano; AW (AW 0, AW 1, AW 2),** Este clima predomina en toda la Región del Pacífico y en la mayor parte de la Región Norte. Se caracteriza por presentar una estación seca (Noviembre–Abril) y otra lluviosa (Mayo–Octubre). La precipitación varía desde un mínimo de 600 mm en los Valles Intramontanos de la Región Norte, hasta un máximo de 2000 mm al Este del Municipio de Chinandega y en el Municipio de Tuma– La Dalia. La temperatura media anual registra valores de 30° C en la parte central de Región del Pacífico y de 18° C en los lugares elevados del macizo montañoso central.

**b. El Clima Monzónico; Am,** predomina en la llanura de las Regiones Autónomas del Atlántico, abarcando el Este del Municipio de Boca de Sábalo y extendiéndose a los Municipios de Tuma – La Dalia, Bonanza y Cabo Gracias a Dios, luego bordea toda la faja costera al Mar Caribe hasta el Municipio de Bluefields. Un pequeño núcleo se presenta al Sur del Lago de Nicaragua. Se caracteriza por registrar un período lluvioso de 9 ó 10 meses, con precipitaciones promedios anuales de 2000 mm a 4000 mm. Las lluvias disminuyen en los meses de marzo y Abril. Las temperaturas medias anuales oscilan entre 25° C y 26° C.

- c. Clima Caliente y Húmedo con Lluvia todo el Año; A(f)**, se manifiesta al Sureste de la Región Autónoma del Atlántico Sur y en el Departamento de Río San Juan, desde Punta Mono hasta Greytown, Cabecera Municipal del Municipio de San Juan de Nicaragua. En esta área llueve durante todo el año y registra acumulados anuales de precipitación de 5000 mm a 6000 mm. Las lluvias se reducen en los meses de marzo y abril y las temperaturas medias anuales oscilan entre 25° C y 27° C.
- d. Clima Seco y Árido; BS 1**, se presenta al Oeste del Municipio de Sébaco y en los Municipios de Totogalpa, Telpaneca y Yalagüina de la Región Norte. Se caracteriza por mostrar una estación seca muy severa, con temperaturas medias anuales que oscilan entre 23° C y 27° C, mientras que la precipitación promedio anual, presenta rangos de 650 mm a 800 mm.
- e. Clima Templado Lluvioso; C [(A) Cam y (A) Cbm]**, se localiza en las partes más altas de la Región Norte, en la Cordillera de Dipilto y en el Municipio de San Rafael del Norte en el Departamento de Jinotega. Se caracteriza por mostrar, temperaturas medias anuales del orden de los 18° C, debido a que corresponde a lugares situados arriba de los 1000 metros. Las precipitaciones promedias anuales oscilan entre 1000 mm y 1800 mm.

### **6.13. Periodos climáticos en Nicaragua**

Consideramos que en Nicaragua sólo tenemos 2 períodos climáticos: el invierno, cuando llueve y el verano, de sequía. Como vimos anteriormente, los períodos de sequía pueden ser de un escaso mes hasta de unos 8 meses, y en los sectores en donde estas sequías se suceden la temperatura media anual puede oscilar entre 18 y 29° C. Sin embargo, en las nebliselvas disfrutamos de un clima primaveral, pero de una primavera permanente. Increíble pero cierto (Salas Estrada, 1993).

#### **6.14. Métodos para estudiar murciélagos**

Existen distintos métodos para realizar estudios con murciélagos, estos métodos son mencionados en numerosos estudios, los cuales se basan en la captura de murciélagos in situ para su posterior identificación y métodos de identificación de murciélagos a través de monitoreo acústico. El método más utilizado debido a su facilidad en el aprovisionamiento de equipo y por obtener numerosos datos en las poblaciones de murciélagos son los métodos de captura a partir de redes de neblina o redes japonesas, estos consisten en tensar una red que es elaborada con hilos de nailon sobre dos paralelas la cual se ubica en los lugares y horas correspondientes para la captura de los murciélagos (Kunz, 1988; Sosa, Hernández-Salazar, Hernández-Conrique, & Castro-Luna, 2008). Los murciélagos poseen estrategias de forrajeo estratificadas (Schnitzler & Kalko, 1998), sin embargo, al desplazarse dentro de los bosques frecuentan sitios donde la vegetación es menos densa y que pueden funcionar como (Brigham, Grindal, Firman, & Morissette, 1997; Erickson & West, 2003) esto influye en la decisión de ubicación de redes. Las redes con que se capturan los murciélagos presentan distintos tamaños y formas así la elección de estas dependerá del tipo de murciélago que se pretende capturar como en el caso de insectívoros que tienen actividad de forrajeo a alturas aproximadas o mayores al dosel del bosque para lo que se utilizan trampas triples, así también situaciones en las que el espacio es fundamental en la ubicación de la red se utilizan trampas de arpa que son comunes en monitoreos en cuevas o refugios de árboles huecos (Kunz, 1988).

## VII. HIPÓTESIS

**Alternativa:** Las diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) en la estructura de las comunidades (variabilidad) de murciélagos en el Río Indio de la Reserva Indio Maíz permiten la evaluación del estado del hábitat en distintos agroecosistemas.

**H<sub>A</sub>:**  $H_1 \neq H_2 \neq H_3 \neq H_4 \neq H_5$

**Nula:** No existen diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) en la estructura de las comunidades (variabilidad) de murciélagos en el Río Indio de la Reserva Indio Maíz permiten la evaluación del estado del hábitat en distintos agroecosistemas.

**H<sub>o</sub>:**  $H_1 = H_2 = H_3 = H_4 = H_5$

## **VIII. METODOLOGÍA**

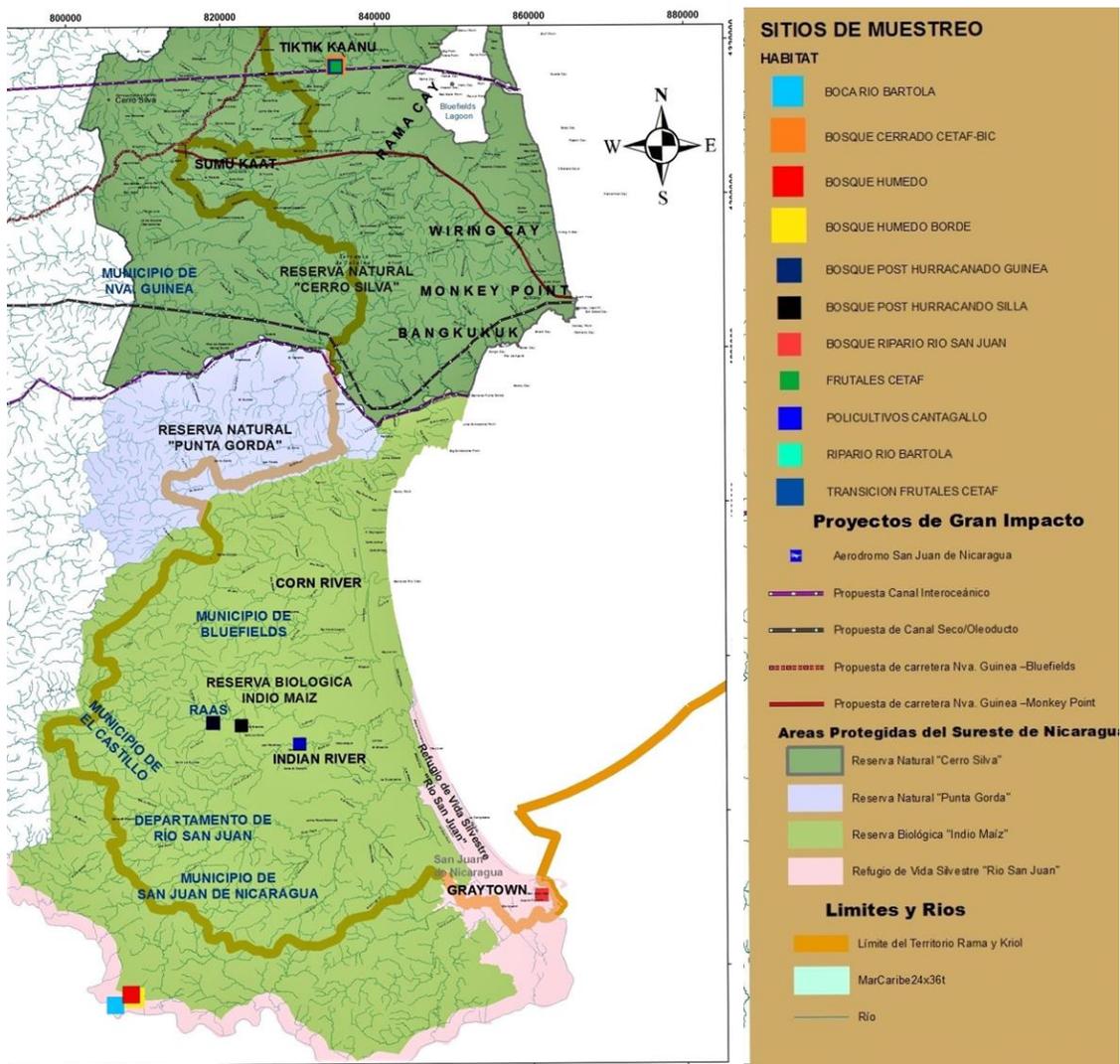
### **8.1. Ubicación de estudio**

La Reserva Biológica Indio Maíz está ubicada en el Sureste de Nicaragua, una zona boscosa que cuenta con 2,639.8 Km<sup>2</sup>. Abarca parte de los municipios de San Juan de Nicaragua, Bluefields y El Castillo, y es parte de la Reserva de Biosfera Río San Juan (Fundación del Río, 2012). El estudio se realizó dentro de esta reserva durante el recorrido del Indian River (Río Indio), en el transepto comprendido en las N 11° 05.919' W 083° 59.457 (Dans Chavarria, 2014).

El área donde se ubica la Reserva Biológica Indio-Maíz se caracteriza por ser la zona más húmeda de Nicaragua, con una precipitación estimada entre los 5,000 y 6,000 mm anuales (Fundación del Río, 2012). El periodo de lluvias se extiende de mayo a enero y la estación seca varía de tres a cuatro meses, entre febrero y mayo, con un mínimo de lluvias en marzo. Con elevaciones que van desde cero hasta 718 msnm, características geomorfológicas dominada por áreas de origen aluvial conformado por cuatro cuencas hidrográficas: Río Punta Gorda, Río Maíz, Río Indio y Río San Juan (FUNDAR, 2002) (Fig. 1).

### **8.2. Tipo de estudio**

El presente trabajo se considera de corte transversal (muestreo en un solo momento) y descriptivo correlativo ya que se recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado (Hernandez Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006).



**Figura 1.** Ubicación de los agroecosistemas muestreados en la Reserva Indio Maíz.

### 8.3. Universo de estudio

Este comprende todas las especies de murciélagos que se encuentran en la Reserva Biológica Indio Maíz (Medina-Fitoria, 2014).

## 8.4. Población y muestra

### a. Población

Comprende todos los murciélagos que se encuentran en los bosques dentro del transecto lineal que abarca 25.8 kilómetros de longitud en el Río Indio (Flores-Saldaña, 2008), dentro del sitio seleccionado se tomaron en cuenta cuatro hábitats como lo son:

**Bosque Primario (BP).** Bosque perennifolio alto de muchos estratos, con algunas especies caducifolias. Los árboles de dosel son de 45 a 55 m de alto, que pueden alcanzar diámetros de 100 a 200 de DAP. Los árboles de subdosel de 30 a 40 m de alto con copas redondas y troncos delgados, a nivel del sotobosque los árboles presentan alturas de 10 a 25 m de alto (Hartghorn, 1991)). En la zona este hábitat está restringido a las partes altas de los cerros, donde debido a lo abrupto del terreno no fue posible la extracción de madera.

**Borde de Bosque Secundario Intermedio (BBSI).** Con nueve años de regeneración en este hábitat, son dominantes especies características de áreas de regeneración, como: *Piper sp.*, *Solanum sp.*, *Vismia sp.*, *Cecropia sp.*, así como especies arbóreas como: *Inga sp.*, *Ficus sp.*, *Annona sp.*, entre otras. También se encuentran cultivos abandonados, como: Cacao, Banano y parches aislados de árboles de frutales. Dicho sector se constituye en una franja de bosque que se encuentra al pie de los cerros que poseen bosque primario, ya que estas áreas presentan condiciones topográficas adecuadas para el desarrollo de actividades humanas.

**Pastizal Abandonado (PA).** Es el área que presenta mayor grado de alteración, ya que fue utilizada para la tenencia de ganado vacuno principalmente. Esta se encuentra colindando con el área de borde de bosque secundario, dominada por especies vegetales pertenecientes principalmente a las familias: Poaceae, Asteraceae, Cyperaceae, Urticaceae, entre otras. Las especies arbóreas son escasas, encontrándose únicamente árboles dispersos.

**El Canto de Gallo.** Es considerado un tipo de agroecosistema convencional, ecológico y orgánico, con una intensidad de uso semi intensivo, propiedad mediana con una valoración Microfundios ( agroecosistemas o cultivos en pequeña escala) específicamente para la auto subsistencia. Los cultivos que sobre salen en este agroecosistema son las plantaciones de Bastimentos como el Banano. Siguiendo otros cultivos como el frijol y el maíz.

**Caño Guinea.** Este ecosistema fue fragmentado por el Huracán Otto que impacto a la reserva de Biosfera Indio Maíz en el año 2016. Esta zona está caracterizada principalmente por una regeneración natural dominado por plantas silvestres tropicales como la bijagua (*Calathea lútea*), especies de heliconias (*Heliconia pogonantha*), palmas (*Genoma congesta*) y otras de la familia Piperácea. Cabe mencionar que se ha observado regeneración cerrada horizontalmente. No existe caminos claros, esta regeneración que ha formado estas especies predominantes es de aproximadamente dos metros de altura. Más arriba de estos arreglos regenerados están las especies más altos con copas destruidas apenas brotando nuevas ramas y hojas. Cabe destacar que también hay un predominio de especies de algodón con alturas de aproximadamente 2.5 metros de altura. y otras especies más altos como el almendro, gavián.

**La Silla:** Al igual que en Caño Guinea, también fue impactado fuertemente por el Huracán Otto. Sin embargo, fue más fuerte el impacto, ya que se visualiza con más claros en esta zona. En esta zona predomina una regeneración de especies de palmas, y hay una cantidad enorme de árboles caídos imposibilita la rápida y libre circulación dentro del área. Aquí se haya un área con geografía alterno de formaciones de pequeñas montañas, en esta zona se hayan especies de árboles como el almendro de más 25 metro de altura.

#### **b. Muestra**

Las muestras equivalen a todos los murciélagos capturados en tres redes de niebla ubicadas en diez puntos de muestreo. En cada punto se hizo una varianza de tres

noches de capturas para un total de ocho muestras nocturnas. Cada noche se utilizó 3 redes de niebla (Mist Net) entre las 5:30 pm a 11:00 am, siendo el lapso donde se presenta la mayor actividad de forrajeo de Quirópteros. Estos puntos se encuentran en forma lineal dentro de las áreas boscosas identificadas abarcando aproximadamente 25.8 kilómetros lineales. El muestreo se hizo en la época seca del 15 de febrero al 05 de marzo de 2018.

## 8.5. Variables de estudio

**Cuadro 1.** Operacionalización y descripción de las variables

Variable	Método	Frecuencia	Unidades
Tipo de Agroecosistema	Caracterización para cada sistema visitado. Ver ficha de adjunta en Anexos	Única por sistema visitado	-----
Diversidad	Diversidad de Shannon	Por: - Especie - Agroecosistemas - Por horas de monitoreo	H'
Riqueza	Índice de Chao	Por: - Especie - Agroecosistemas - Por horas de monitoreo	$\hat{J}$
Especie	Identificación en base a claves taxonómicas	Identificación de campo y confirmación en laboratorio	-----
Sexo	Dimorfismo sexual en base a la identificación de genitales en cada individuo	Única por individuo	-----
Peso (gr)	Peso total de los individuos vivos	Única por individuo	Gramos (gr)
Longitud del antebrazo (mm)	Envergadura de las alas	Única por individuo	Milímetros (mm)

## **8.6. Método de Captura de Murciélagos**

Se realizaron capturas de murciélagos utilizando redes de niebla de 12 x 2 metros de alto durante los estudios. Se establecieron estaciones de muestreo en los hábitats identificadas, manipulando tres redes de niebla en cada punto seleccionado. Las medidas Morfométricas se presentan en milímetros y corresponden a: largo de cuerpo (Lc), cola (C), largo de pata (Lp), largo de oreja (Lo) y longitud de antebrazo (Ab), y el peso (P) se presentará en gramos (Medellín et al., 2008; Reid, 2009; Timm, Laval, Rodríguez-H, La Val, & Rodríguez-Herrera, 1999) apoyados por la base de datos del Programa para la Conservación de los Murciélagos de Nicaragua (PCMN).

### **8.6.1. Identificación taxonómica**

Para la identificación de los murciélagos se utilizaron las claves dicotómicas de Timm et al. (1999) y la guía ilustrada de campo de Reid (2009). A cada individuo capturado se le registraron la especie, sexo, y estado reproductivo (Anexo 3).

## **8.7. Procedimiento para el análisis de datos**

### **8.7.1. Diversidad**

Los datos sobre las medidas de posición y dispersión de los resultados muestrales que son indispensables en todo estudio inferencial (Sokal & Rohlf, 1969). Se utilizaron métodos que permitieron estimar la diversidad, la riqueza específica en un lugar y la cuantificación del número de especies presentes, lo cual es una medida sencilla de la riqueza específica o diversidad de especies (Krebs, 1985; Moreno, 2001). El índice de Shannon-Wiener es un índice basado en el concepto de equidad también es conocido como índice de la incertidumbre ya que predice a que especie pertenece un individuo escogido al azar de una aglomeración, y se basa en el supuesto de que los individuos se escogen al azar y que las especies están representadas en la muestra. Este índice adquiere valores entre cero y uno cuando solamente se encuentra una especie.

$$H' = - \sum p_i \ln p_i \text{ [Formula 1]}$$

**Donde:**

$H'$ : Diversidad de Shannon.

$S$ : Número total de especies en la comunidad.

$p_i$ : Proporción de  $S$  formado por las especies.

La equitatividad en la comunidad se obtuvo a partir del índice de la Equidad de Pielou ( $J'$ ), que es el resultado del cociente de la diversidad observada ( $H'$ ) y la máxima diversidad expresada ( $H' \text{ max}$ ), donde  $H' \text{ max} = \ln (S)$ .

$$J' = \frac{H'}{H' \text{ max}} \text{ [Formula 2]}$$

**Donde:**

$H'$ : Diversidad de Shannon.

$H' \text{ max}$ : Máxima diversidad expresada  $= \ln (S)$

### 8.7.2. Determinación del sexo

Para cumplir con el primer objetivo del inventario taxonómico en la determinación del sexo se utilizó la proporción sexual (1:1) realizando la prueba

$$\chi^2 = \left( \frac{(O-E)^2}{E} \right) \times 2.$$

Esta ecuación está basada en los trabajos de Vazzoler (1996) y Wootton, (1990). Ambas metodologías son comunes en estudios de peces teleósteos, sin embargo, se han adaptado para aves, reptiles y mamíferos.

### 8.7.3. Similitud entre comunidades

El índice propuesto por Chao, Chazdon, Colwell, & Shen (2005) está basado en los modelos Clásicos de similitud/disimilitud de Jaccard y Sorensen que solo se enfocan en la presencia o la ausencia de las especies, esto provoca que no hayan estimadores precisos para ellos, y un desempeño pobre en cuanto a la medida de

la similitud de la biodiversidad beta (aplicados a datos de muestreo), ya que parten del supuesto erróneo de que el muestreo incluye todas las especies del ensamblaje es decir a la población total. Este nuevo índice le agrega el enfoque de la riqueza de las especies, la abundancia relativa y adopta una estrategia no paramétrica incorporando el efecto de las especies compartidas no vistas, por lo tanto, el índice nuevo de Jaccard con base a la abundancia es:

$$\hat{J} = \frac{\hat{U} \cdot \hat{V}}{\hat{U} + \hat{V} - \hat{U} \cdot \hat{V}} \text{ [Formula 3]}$$

Donde  $U$  y  $V$  equivalen a las abundancias totales de las especies compartidas en los ensamblajes, y los índices tienden a 1 cuando las similitudes de pasaje idénticos y tienden a 0 cuando los ensamblajes son diferentes o disimilares.

#### **8.7.4. Análisis estadístico**

Se realizaron comparaciones de los tipos de hábitats presentes en la zona de estudio. La significancia estadística para dichos índices, se evaluó mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis (R. Sokal & Rohlf, 1981). Con la prueba de Análisis de la Varianza (ANOVA), para los cual se analizarán los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza desde el programa SPSS versión 24 (IBM® Statistical SPSS®, 2016), a posteriori se realizó comparaciones de Fisher que permitieron observar cuales grupos presentan diferencias significativas entre ellos.

## IX. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 9.1. Inventario taxonómico de las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Rio Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.

**Tabla 1.** Inventario taxonómico de las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Rio Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.

Hábitat	Familia	Subfamilia	Especies	Recuento
Bosque Húmedo	Emballonuridae	Emballonuridae	<i>Rhynchonycteris naso</i>	1
			<i>Saccopteryx leptura</i>	2
	Furipteridae	Furipteridae	<i>Furipterus horren</i>	2
	Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia sowelli</i>	20
			<i>Carollia castanea</i>	54
			<i>Desmodus rotundus</i>	1
		Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarisi</i>	28
			<i>Glossophaga soricina</i>	2
			<i>Hylonycteris underwoodi</i>	2
			Phyllostominae	<i>Lophostoma silvicolum</i>
		<i>Trachops cirrhosus</i>		2
		<i>Chrotopterus auritus</i>		1
		Stenodermatinae		<i>Artibeus jamaicensis</i>
	<i>Dermanura phaeotis</i>			9
	<i>Dermanura watsoni</i>		22	
	<i>Artibeus lituratus</i>		16	
	Vespertilionidae	Vespertilionidae	<i>Platyrrhinus helleri</i>	1
			<i>Uroderma convexum</i>	3
			<i>Chiroderma villosum</i>	4
<i>Myotis nigricans</i>			3	
<i>Myotis riparius</i>			6	
Emballonuridae	Emballonuridae	<i>Saccopteryx billineata</i>	8	

Hábitat	Familia	Subfamilia	Especies	Recuento
<b>Bosque Húmedo (borde)</b>			<i>Saccopteryx leptura</i>	2
	Phyllostomidae	Carollinae	<i>Carollia castanea</i>	4
			<i>Carollia sowelli</i>	5
		Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	1
		Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarisi</i>	4
<i>Hylonycteris underwoodi</i>			1	
<b>Bosque Húmedo (borde)</b>	Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	6	
		<i>Dermanura phaeotis</i>	2	
		<i>Dermanura watsoni</i>	1	
		<i>Ectophylla alba</i>	1	
		<i>Artibeus lituratus</i>	2	
	Vespertilionidae	Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	1
			<i>Rhogeessa io</i>	1
<b>Bosques Riparios Río San Juan</b>	Emballonuridae	Emballonuridae	<i>Cyttarops alecto</i>	1
		Emballonuridae	<i>Rhynchonycteris naso</i>	3
		Emballonuridae	<i>Cormura brevirostris</i>	1
	Noctillionidae	Noctillionidae	<i>Noctilio albiventris</i>	1
		Noctillionidae	<i>Noctilio leporinus</i>	1
	Phyllostomidae	carollinae	<i>Carollia castanea</i>	6
			<i>Carollia sowelli</i>	3
		Desmodontinae	<i>Desmodus rotundus</i>	2
		Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarisi</i>	9
		Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	1
		Glossophaginae	<i>Lonchophylla robusta</i>	1
		Phyllostominae	<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	1
		Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	2
		Stenodermatinae	<i>Dermanura watsoni</i>	4
		Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	3

Hábitat	Familia	Subfamilia	Especies	Recuento
		Stenodermatinae	<i>Sturnira parvidens</i>	1
	Thyropteridae	Thyropteridae	<i>Thyroptera tricolor?</i>	2
	Vespertilionidae	Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	3
<b>Bosque riparios Boca Rio Bartola</b>	Noctuilionidae	Noctuilionidae	<i>Noctilio albiventris</i>	2
			<i>Noctilio leporinus</i>	1
	Emballonuridae	Emballonuridae	<i>Rhynchonycteris naso</i>	1
<b>Bosque Cerrado - CETAF</b>	Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga commissarisi</i>	1
		Phyllostominae	<i>Lophostoma brasiliense</i>	1
		Stenodermatinae	<i>Dermanura watsoni</i>	2
			<i>Artibeus lituratus</i>	1
			<i>Sturnira parvidens</i>	1
		<i>Mimon crenulatum</i>	1	
<b>Frutales - CETAF</b>	Molossidae	Molossidae	<i>Molossus molossus</i>	1
	Phyllostomidae	carollinae	<i>Carollia perspicillata</i>	3
		Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	2
		Phyllostominae	<i>Mimon crenulatum</i>	2
		Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	2
			<i>Dermanura watsoni</i>	14
			<i>Artibeus lituratus</i>	8
			<i>Platyrrhinus helleri</i>	2
			<i>Vampyriscus nymphaea</i>	1
<b>Transición Frutales - Bosque (CETAF)</b>	Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Dermanura watsoni</i>	1
			<i>Artibeus lituratus</i>	1
<b>Bosque post huracanado Guinea</b>	Emballonuridae	Emballonuridae	<i>Saccopteryx billineata</i>	1
	Phyllostomidae	Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	2
		Carollinae	<i>Carollia castanea</i>	1
	Vespertilionidae	Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	1
			<i>Myotis riparius</i>	3
<b>Canta Gallo</b>	Emballonuridae	Emballonuridae	<i>Saccopteryx billineata</i>	1

Hábitat	Familia	Subfamilia	Especies	Recuento
	Vespertilionidae	Vespertilionidae	<i>Myotis riparius</i>	4
	Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i>	5
		Glossophaginae	<i>Glossophaga soricina</i>	2
<b>Silla</b>	Moormopidae	Moormpidae	<i>Pteronotus rubiginosus</i>	1
	Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	1
	Emballonuridae	Emballonuridae	<i>Peropterix kappleri</i>	1
			<i>Rhynchonycteris naso</i>	1

En los sitios muestreados se capturaron un total de 383 individuos y 39 especies que a su vez estas son distribuidas en 8 familias y (Medina-Fitoria, 2014). Del total de individuos predomina las hembras con 228 (59.4%) especímenes registrados de las cuales 181(47.1%) de estas son no lactantes. Por otra parte, los machos con un estado de reproducción escrotados representan el 58 (15%). El 71% del total de individuos se encuentran en un buen estado de salud y no presentan ectoparásitos.

El total de quirópteros encontrados en el estudio equivale al 35% (39 especies) del total de especies representados para nuestro país (Medina-Fitoria, 2014). Lo que significa una alta diversidad que con un mayor esfuerzo de captura se podría ascender esta cifra con la misma línea de investigación. La familia Phyllostomidae fue más representativo. De esta misma familia que comprende 5 subfamilias, los Stenodermatinae presentaron mayor riqueza de especies. Los Stenodermatinae son abundantes y se consideran importantes dispersores de semillas en los bosques tropicales, particularmente de especies encontrados en crecimiento secundario temprano o sucesionales y en claros de bosques.

Esto podría dar respuesta a esta tendencia ya que por lo general en indio maíz los bosques están en un proceso de sucesión continuo existiendo claros en toda la reserva dominado por especies de palmas , heliconias marantáceas, etc. en donde muchas de ellos son utilizados por especies constructoras de tiendas y fuentes de alimento. Además, según criterios de conservación de la lista roja actualizada por Medina-Fitoria (2018) sobresale *Furipterus horrens* de la familia Furipteridae por

estar catalogada como una especie en peligro de extinción en Nicaragua y distribuida desde el sureste de Nicaragua hasta Perú y el este de Brasil (Medina,A).

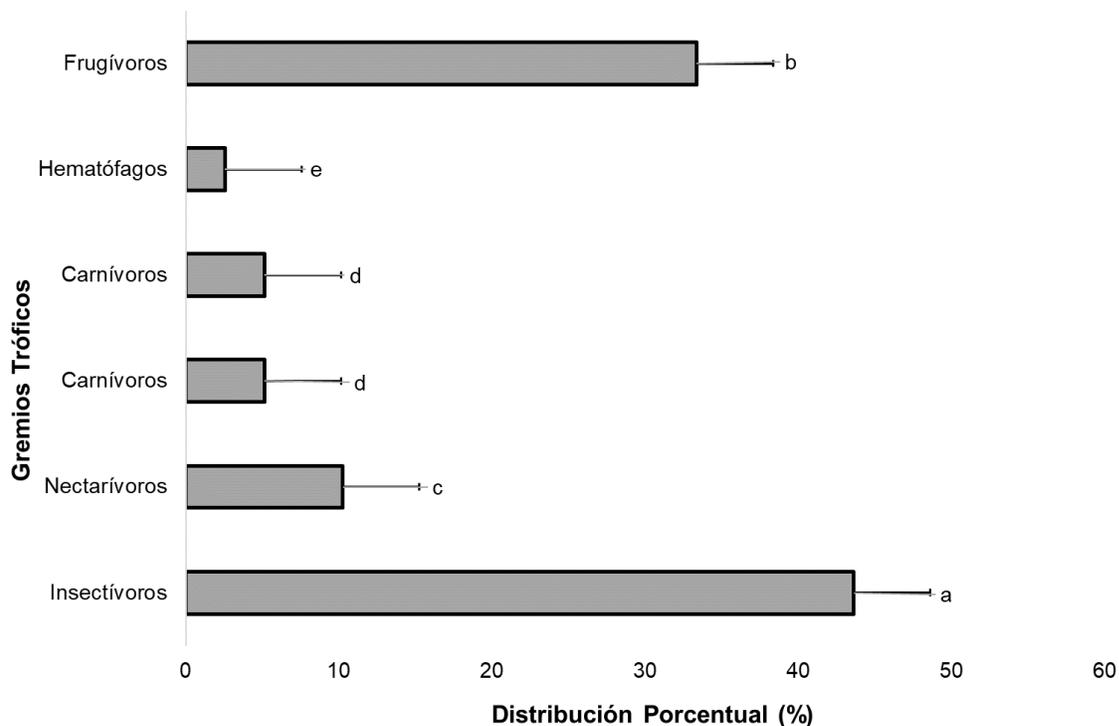
Por otra parte, *a Ectophylla alba* con presencia solo en la franja caribeña de Nicaragua y *Rhogeessa io* restringido solo al sureste de nuestro país., que están dentro de la lista de especies amenazadas, equivaliendo a 18% del total de especies (Quiróptera) con criterio de especies en Riesgo en Nicaragua (Rodríguez-Herrera & Sánchez, 2015).

Referente a los 18 especies con presencia solo en la costa caribe de Nicaragua, se obtuvo el 56 (10) (datos no publicados), sobresaliendo la especie *Pteronotus rubiginosus* ( Gray,1843) antes registrados como *Pteronotus Parnelli* en el centro y caribe de Nicaragua (Flores-Saldaña, 2008; A Medina & Saldaña, 2012; Siu et al., 2018).

La mayoría de las especies pocos comunes pertenecen a la familia de los Filostomidos. Especies como *Ectophylla alba*, *Thyroptera tricolor* (Thyropteridae) prefieren habitar en bosques húmedos y sin una alta intervención. Otras Especies como *Lophostoma silviculum*, *Macrophyllum*, *Trachops cirrhosus* son especies bioindicadores de calidad de hábitat ya que muchos de ellos fueron encontrados en hábitat con nivel de intervención bajo y son Propias de bosque maduro e indicadores de perturbación de hábitat o ecosistema altamente intervenido (Medina-Fitoria, 2014). Es decir, estas especies son indicadores de la integridad del ecosistema ya se encontraron en los sitios o agroecosistema donde se esperaba ser encontrados (hábitat sin intervención).

De tal manera, también, hubo especies que sobresalieron en casi todos los hábitats, en este cuadro podemos ver cuáles son estas especies que fueron mucho más comunes y fueron capturados en distintos tipos de condiciones del hábitat (Flores-Saldaña, 2008). De estas especies tenemos a *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Glossophaga soricina* que por lo general no aparece solamente en dos hábitats. *Carollia castanea* y *Carollia sowelli* que también se presentaron en muchos

de los hábitats muestreados, son también especies muy Generalistas que que tienen una amplia distribución de nuestro país y aprovechan distintos tipos de hábitat. Además, son importantes en la regeneración de los bosques ya que son murciélagos que se especializan y explotan a lo máximo las fuentes de alimentos que encuentran, en la obtención de frutas y flores (néctar y polen) para sus hábitos alimenticios y ayudan a la dispersión de semillas de muchas plantas (Medellín, *et al* (2000) (Anexo 4).



**Figura 2.** Distribución de los Gremios Tróficos de las especies identificadas en las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agro ecosistemas en Rio Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. Prueba estadística Análisis de Varianza (ANOVA) - Diferencia Mínima Significativa (DMS = 0.95). Letras (a-e) distintas indican diferencia estadística  $\alpha=0.05$ . En la gráfica se han empleado los valores de la Media (Md) y Desviación Estándar (DE).

En este estudio la estructura trófica vario proporcionalmente significativa. El 44% de las especies registradas en los agro ecosistemas son Insectívoros, los murciélagos insectívoros generalmente dominaron la distribución porcentual con más del 40%, seguidamente, los frugívoros con el 35%. Esta diferencia puede deberse a la interacción de factores Climáticos (lluvia), estación lunar (luna llena), competencia (especies adaptables y aprovechables), productividad (fuente de alimento), heterogeneidad espacial (características de los hábitat) y métodos de muestreo (redes de niebla). Cabe destacar que esta tendencia de Insectívoros puede que se incrementó con la dominancia numérica de especies Insectívoras como *Myotis*

*riparius* y *Myotis nigricans* que fueron muy representativos en algunos agro ecosistemas.

El bosque húmedo borde intervenido, dada la diversidad de murciélagos, y la estructura funcional pueden calificarse como una unidad también muy importante para estos mamíferos. Las dos unidades anteriores (Bosques Riparios Río San Juan está altamente Intervenido al identificar 18 spp y 45 individuos) y tienen aparentemente una adecuada oferta de hábitat y de recursos que permiten el sostenimiento de una comunidad de murciélagos diversa y en equilibrio (Chambers, et al., 2016).

**Tabla 2.** Gremios funcionales de las especies identificadas en las comunidades de murciélagos en distintos tipos de agroecosistemas en Rio Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.

Uso de hábitat	Especie	Gremio Trófico
<b>Especialista de bosque (EB)</b>	<i>Vampyriscus nympheae</i>	Frugívoro
	<i>Ectophylla alba</i>	Frugívoro
	<i>Furipterus horrens</i>	Insectívoro
	<i>Thyroptera tricolor</i>	Insectívoro
	<i>Macrophyllum macrophyllum</i>	Insectívoro
	<i>Lophostoma brasiliense</i>	Insectívoro
	<i>Lophostoma silvicolium</i>	Insectívoro
	<i>Mimon crenulatum</i>	Insectívoro
	<i>Trachops cirrhosus</i>	Carnívoro
	<i>Chrotopterus auritus</i>	Carnívoro
<b>Generalista de Bosque (GB)</b>	<i>Noctilio albiventris</i>	Carnívoro e Insectívoro
	<i>Noctilio leporinus</i>	Carnívoro e Insectívoro
	<i>Preonotus rubiginosus</i>	Insectívoro
	<i>Hylonycteris underwoodi</i>	Nectarívoro
	<i>Lonchophylla robusta</i>	Nectarívoro
	<i>Carollia castanea</i>	Frugívoro
	<i>Carollia sowelli</i>	Frugívoro
	<i>Dermanura phaeotis</i>	Frugívoro
	<i>Dermanura watsoni</i>	Frugívoro
	<i>Uroderma convexum</i>	Frugívoro
	<i>Platyrrhinus helleri</i>	Frugívoro
	<i>Chiroderma villosum</i>	Frugívoro
	<i>Myotis riparius</i>	Insectívoro
<i>Rhogeessa io</i>	Insectívoro	
<i>Molossus molossus</i>	Insectívoro	
<b>Generalista (GE)</b>	<i>Rhynchonycteris naso</i>	Insectívoro
	<i>Saccopteryx bilineata</i>	Insectívoro
	<i>Saccopteryx leptura</i>	Insectívoro
	<i>Peropteryx kappleri</i>	Insectívoro
	<i>Cormura brevirostris</i>	Insectívoro
	<i>Cyttarops alecto</i>	Insectívoro
	<i>Glossophaga comissarisi</i>	Nectarívoro
	<i>Glossophaga soricina</i>	Nectarívoro
	<i>Carollia perspicillata</i>	Frugívoro
	<i>Sturnira parvidens</i>	Frugívoro
<i>Artibeus jamaicensis</i>	Frugívoro	
<i>Artibeus lituratus</i>	Frugívoro	

<i>Desmodus rotundus</i>	Hematófago
<i>Myotis nigricans</i>	Insectívoro

De todas las especies de murciélagos del mundo, solamente hay tres que se alimentan de sangre, y de esas sólo una se alimenta de sangre de mamífero, que es el vampiro común. El 70% de ellos se alimenta de insectos, como polillas, moscas, mosquitos y escarabajos (pueden llegar a comer la mitad de su peso en una sola noche) y, el resto se alimenta de polen y frutos, o son carnívoros y pueden comer ranas, lagartijas, ratones y a veces a otros ejemplares de su especie.

La presencia de especies de murciélagos taxonómicamente diversa es esencial para determinar la calidad de un ambiente o un ecosistema. El comportamiento unusual de una especie que tiene preferencias por un tipo de hábitat, puede indicar cambios en los sistemas ecológicos. (Whittaker, R. H. 1970). Las especies que fueron identificados como especialistas de bosques, tienden a presentarse menos en áreas con niveles de disturbios. En este caso estas se comportan como especies de (tipo I), aquellos que indican la integridad o el estado del hábitat.

El 40% de las especies en este grupo de Especialistas de bosques fueron capturados en el Bosque húmedo, pertenecientes a: *Trachops cirrhosus* y *Chrotopterus auritus* en el tope de la cadena trófica como predadores, ambos carnívoros. Sus presencias en este tipo de bosque debe ser por el requerimiento de extensas áreas que ofrece este agroecosistema para forrajear con grandes rangos de movimiento. (Emmons & Feer, 1999).

Dentro de las especies especialistas de bosques se tiene a dos especies, *Furipterus horrens* (Furipteridae), *Thyroptera tricolor* (Thyropteridae) que son endémicas en América y Propios de Centroamérica y Suramérica. La primera es típico del interior del bosque, Conocido únicamente en el Sureste de Nicaragua (Peligro de extinción por su dependencia de bosque maduro) generalmente en (Medina, A. 2014). Esta especie se capturó únicamente dentro del Bosque Húmedo (BH). Suponiendo que el BH es el hábitat potencial con sistemas ambientales saludables ya que esta

especie es específicamente insectívora que se alimenta de insectos pequeños (moscas, sancudos y polillas) forrajeando lentamente de uno a cinco metro del suelo, sugiriendo el vuelo de las mariposas *Morpho*. (Roughgarden, J., & Diamond, J. 1986).

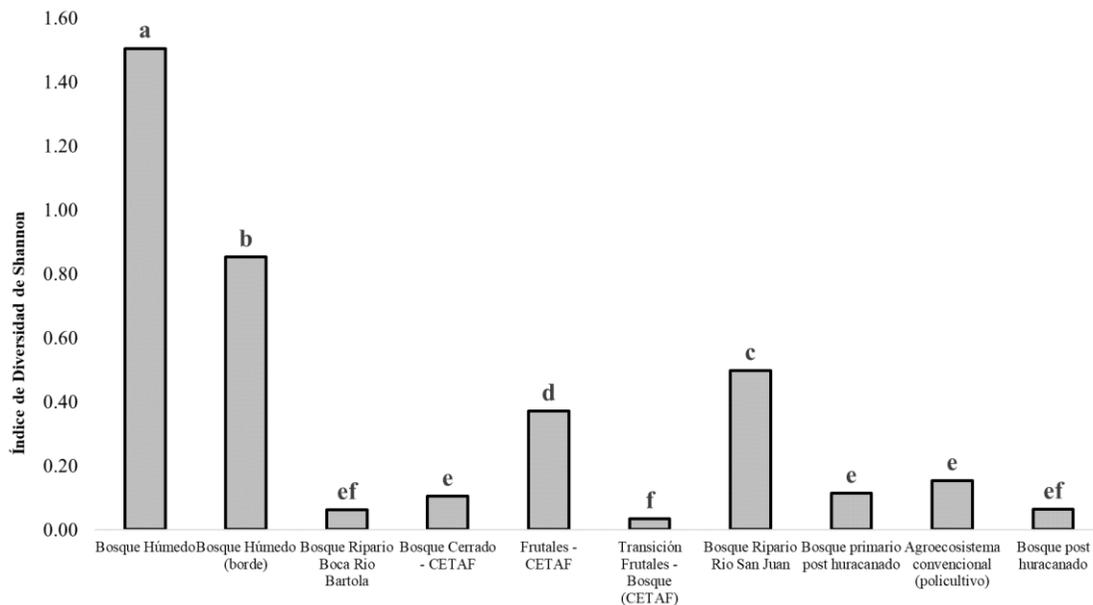
La última especie (Thyropteridae), también tiene su distribución al sureste de Nicaragua prefiriendo bosques húmedo lluvioso. Parece que el Bosque ripario Rio San Juan le permite a esta especie (*Thyroptera tricolor*), hacer sus interacciones ecológicas por lo que estos animales son muy versátiles ( volubles). Probablemente esto se debió a la presencia de plantas de Heliconia o banano que fueron muy comunes a lo largo de la ribera del rio.

Otras especies insectívoras (Phyllostominae) de follaje como: *Macrophyllum macrophyllum* considerado como el único miembro de la subfamilia Phyllostominae completamente insectívora. Los dos formas de forrajeo (pescar insectos en la superficie de agua y captura aérea) le confieren un buen indicador de hábitat ya que esta se aprovecha de espacios claros sobre el agua, hábitat en donde ningún Phyllostomidae ha dominado (Medina A, 2014). También, especies frugívoros ( *Ectophylla alba*,) fue capturado dentro bosques bien conservados, por otro lado *Vampyricus nymphaea* encontrado en Frutales CETAF parece estar alimentándose en este sitio, pero talvez perchando o durmiendo en la parte de Bosque Cerrado CETAF , otros como; *Lophostoma brasiliense*, *Lophostoma silvicolum*, *Mimon crenulatum*, miembros de la subfamilia Phyllostominae, son muy sensibles a altos niveles de perturbación. En áreas con bajos niveles de deforestación, los murciélagos frugívoros suelen cruzar las áreas abiertas o perturbadas en búsqueda de alimento y refugio en los fragmentos de bosque (Lista Roja Nicaragua, 2017). Sin embargo, con el incremento de las áreas deforestadas, la conectividad de los parches de bosque remanentes disminuye y probablemente pocas especies de frugívoros podrían ser capaces de cruzar las grandes áreas sin cobertura de bosque (Estrada-Villegas et al., 2010). Por ejemplo, algunos estudios sugieren que la fragmentación influye negativamente en la abundancia de *Artibeus obscurus* (Faria

2006), aunque otros estudios sugieren que esta especie parece ser menos sensible a la fragmentación que otras especies de *Artibeus grandes* (Henry et al. 2007) o simplemente no es afectada (Bernard & Fenton 2007). En el caso de este estudio más del 85% de las especies son frugívoros e insectívoros, en ambos casos, dependen directamente de la estabilidad de las masas forestales y la diversidad de individuos, tanto animales (insectos) como plantas ya sea para alimentarse de los frutos o del néctar de sus flores que a su vez dependen de la polinización que realizan para la fecundación de individuos a distancias considerables (Casallas, Calvo, & Rojas, 2017).

Se reporta una especie hematófaga (*Desmodus rotundus*) que contrario a la creencia popular no es perjudicial al hombre siempre y cuando el ecosistema mantenga la estabilidad adecuada lo cual permitirá que esta especie no se acerque las especies de ganado criadas por el hombre (Ferro Muñoz et al., 2018).

## 9.2. Índices de diversidad biológica de las comunidades de murciélagos en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz



**Figura 3.** Índices de diversidad biológica de las comunidades de murciélagos en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz. Prueba estadística Análisis de Varianza (ANOVA) - Diferencia Mínima Significativa (DMS = 0.95). Letras (a-f) distintas indican diferencia estadística  $\alpha=0.05$ . En la gráfica se han empleado los valores de la Media (Md) y Desviación Estándar (DE).

Se obtuvieron los siguientes resultados para los análisis de índices de diversidad Biológica de murciélagos por distintos tipos de Hábitat. El bosque húmedo representa mayor índice de diversidad diferenciando así de los otros Hábitat (P-valor > 0.000). El bosque húmedo (borde), frutales CETAF y bosque Ripario Río San Juan se encontraron de menor índices diversidad como el bosque Ripario rio Bartola, transición frutales bosque CeTAF, bosque post huracanado. En el bosque húmedo y bosque húmedo (borde) se encuentran con mayor índice de biodiversidad dado a que estos hábitat no hubo un impacto demasiado fuerte por el huracán (Galindo Gonzales, 1998) además en estos dos hábitat no existe una alta

intervención y presenta las condiciones de cualquier tipo de especies de animales a diferencia de los otros sitios también la cobertura de bosque sin intervención es alta. Esto nos da la idea del hipótesis en biodiversidad, que a medida se incrementa la cobertura de bosques (espacio y alimento) y se disminuye los fragmentos , se incrementa la riqueza es por eso por lo que la mayor parte de las especies se encuentran en estos hábitats. Además, el bosque húmedo es un tipo de hábitats que alberga gran riqueza de especies de plantas que son importantes en la dieta alimenticia de las especies (Delavaux, 2013).

Las especies representadas de en la muestra se ubican en las familias Moormopidae, Thyropteridae, Noctilionidae, Furipteridae, Vespertilionidae, Emballonuridae, Mollossidae y Phyllostomidae. Esta última incluye a su vez cinco subfamilias (Carollinae, Stenodermatinae, Phyllostominae, Glossophaginae y Desmodontinae). Los Phyllostomidae representan patrones de abundancia muy alta, seguidamente de los Vespertiliidos y con menores proporción se encuentran las familias Moormopidae, Furipteridae, Mollossidae). Dentro de la subfamilia Carollinae de la familia Phyllostomidae, la especie *Carollia castanea* fue la más abundante en el total de especies capturados con 17.5% del total de todos los muestreos. Cabe mencionar que esta especie no fue capturado en todos los sitios de muestreos, sin embargo, es una especie con distribución amplia de toda la región de Nicaragua (Chambers et al., 2016; Medina-Fitoria, 2014; Siu et al., 2018).

El bosque primario post huracanado (guinea), bosque post huracanado (silla) son algunos de los bosques con menor diversidad de capturas debido a las condiciones ambientales (lluvia) que se presentaban en los diferentes lugares al igual que la estructura del bosque que fue modificada por el pase el huracán Otto, es decir, el bosque se caracterizaba por presentar una composición de matorrales densos homogéneamente en todos las estaciones muestreo dentro de este sitio de dos metros de altura no pudiendo establecer las redes en los diferentes puntos deseadas. Cabe mencionar también que en estos sitios fuera sido importante redes triples light con las que no contábamos, ya que el bosque en regeneración estaba

denso a 2 metros de altura. Sin embargo, en el agroecosistema convencional (policultivo), se ha observado una diferencia mínima de diversidad aparte de los otros Hábitat, dado que en este tipo de Hábitat proporciona una amplia diversidad de alimentos como frutas, árboles maderables, frijoles, maíz, calabazas, cacao, entre otras. Por otra parte podemos ver como el Hábitat frutales y el bosque Ripario Rio San Juan tienen una diferencia significativa (Cleveland et al., 2006; Fenton et al., 1992; Montero & Espinoza, 1999; Zolotoff-Pallais & Medina-Fitoria, 2005).

Este último fue debido a que estos Hábitat, son diferentes en la posición geográfica. El bosque Ripario presentó una diversidad alta por la cercanía del cuerpo de agua en este muestreo donde existe una amplia gama de alimento. Destacamos también que en este sitio se capturó las dos especies pescadores (Noctilionidae) que existe en Nicaragua.

**Tabla 3.** Índice de similitud de las comunidades de murciélagos en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.

Hábitat muestreado	Bosque Húmedo	Bosque primario post huracanado-Silla	Bosque Húmedo (borde)	Bosque Ripario Río San Juan	Bosque Ripario Boca Río Bartola	Bosque Cerrado - CeTAF	Frutales CeTAF	Transición Frutales - Bosque (CeTAF)	Bosque primario post huracanado-Guinea	Agroecosistema convencional (policultivo)-Canta Gallo
Bosque Húmedo	---	0.06	0.89	0.56	0.06	0.08	0.47	0.07	0.06	0.07
Bosque primario post huracanado-Silla		---	0.12	0.15	0.94	0.09	0.03	0.93	0.03	0.93
Bosque Húmedo (borde)			---	0.38	0.05	0.06	0.15	0.03	0.06	0.06
Bosque Ripario Río San Juan				---	0.43	0.06	0.32	0.05	0.42	0.45
Bosque Ripario Boca Río Bartola					---	0.91	0.06	0.94	0.66	0.52
Bosque Cerrado - CETAF						---	0.92	0.91	0.08	0.90
Frutales - CETAF							---	0.47	0.12	0.70
Transición Frutales - Bosque (CETAF)								---	0.05	0.87
Bosque primario post huracanado-Guinea									---	0.67
Agroecosistema convencional(policultivo)-Canta Gallo										---

**Tabla 4.** Esfuerzo de captura por agroecosistema en diferentes tipos de agroecosistemas en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.

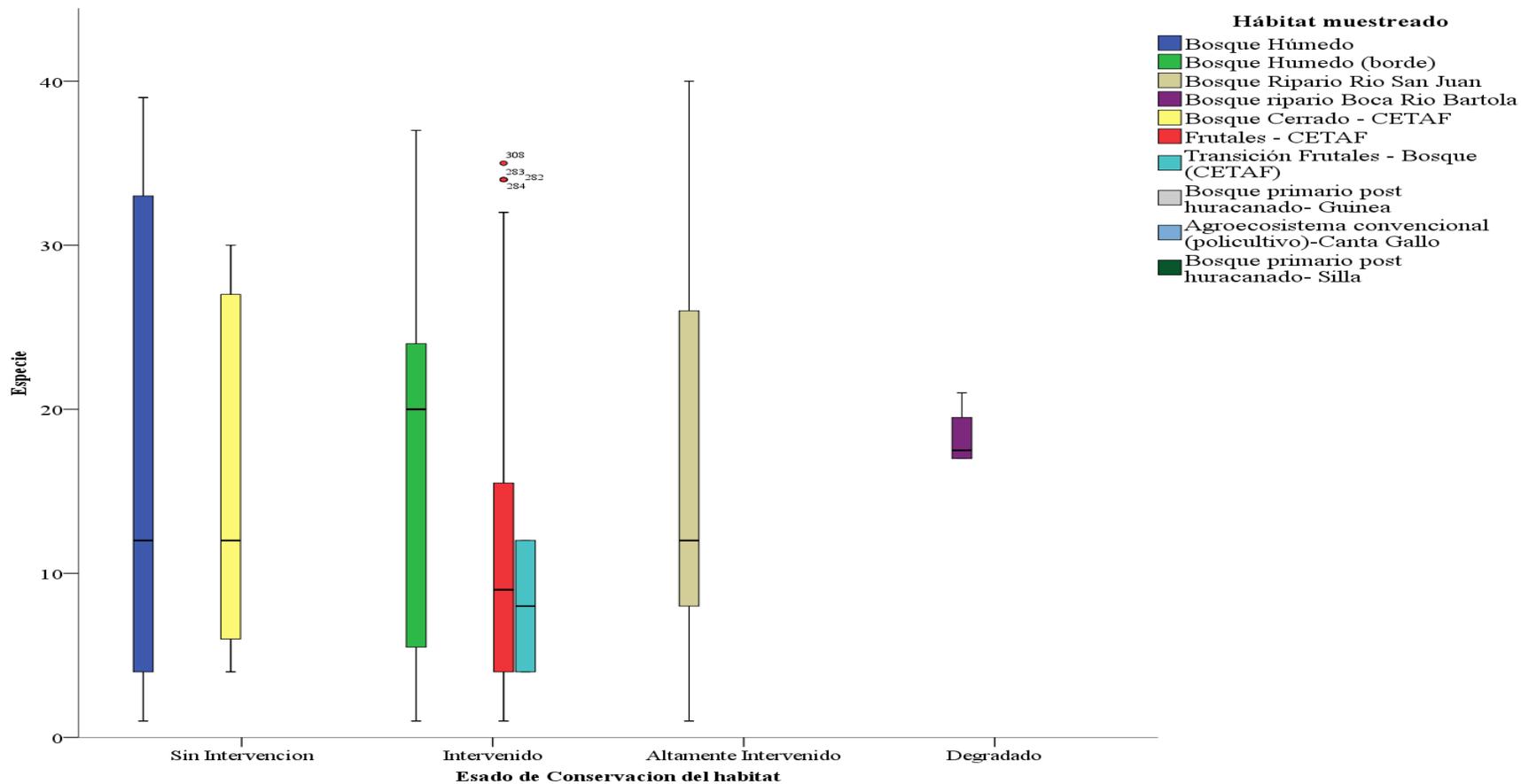
Factores evaluados	Hábitats				
	Silla	Guinea	CeTAF	Rio bartola	Policultivos
Numero noches de muestreo	6	3	3	5	3
horas totales de muestreo	23	6	15	25	14
promedio de malla colocadas (por noches)	2.5	3	3	4	3
<b>Esfuerzo de captura</b>					
Horas-malla	58	18	45	100	42
Individuo capturado	4	8	44	316	12
<b>Éxito de captura</b>					
Individuos/horas/malla	0.07	0.44	0.98	3.16	0.29

Para comparar los diferentes tipos de ecosistemas se calculó índices de similitud relacionando el hábitat por la presencia y la ausencia de especie (MacSwiney G, 2010; Moreno, 2001). Los hábitats más parecidos entre ellos son el Bosque primario post huracanado-Silla y el bosque ripario Boca Rio Bartola (borde) con índice de similitud de 0.94. De esta manera también el hábitat del bosque de transición frutales y frutales CETAF con índices de similitud de (0.94) . Posteriormente el bosque húmedo y el bosque húmedo borde también son parecidos entre ellos (0.98). Es prescindible mencionar que estos datos no reflejan resultados tan absolutos, dado que en el Hábitat de transición frutales en el CETAF el resultado debió ser por una mínima parte de esfuerzo de captura (un día) por lo que con mayor esfuerzo de captura este resultado podría tener diferencias significativas (Siu et al., 2018).

De todo lo anterior al comparar la similitud entre los hábitats el análisis muestra que existe una gran diferencia de similitud entre el Bosque húmedo, Bosque húmedo (borde) y los otros hábitats. Es destacable el hecho que el bosque húmedo es uno de los ecosistemas neotropicales que es estable en la conservación de especies silvestres ya que en ella existe incomparables condiciones de vida para todo tipo de animales y sus estrategias de sobrevivencias muchas veces han evolucionado en

función de este ecosistema (Ferro Muñoz et al., 2018; Flores-Saldaña, 2008; Sosa et al., 2008). Entre ellas los murciélagos que utilizan frecuentemente los recursos que proporciona están los frugívoros, insectívoros, nectarívoros y en menor medida los hematófagos (Ferro Muñoz et al., 2018; Flores-Saldaña, 2008). Por otro lado, existe una diferencia significativa comparando los tres hábitats en Indio Maíz con los otros hábitats con menores porcentaje de similitud.

### 9.3. Distribución de las especies de murciélagos como bioindicadores ambientales en la sostenibilidad en los ecosistemas de la Reserva Biológica Indio Maíz.



**Figura 4.** Distribución de las especies de murciélagos como bioindicadores ambientales en la sostenibilidad en los ecosistemas de la Reserva Biológica Indio Maíz.

La distribución de las especies aparece proporcionalmente de acuerdo con la conservación de los Hábitats más complejo a lo menos complejo. El bosque Húmedo sin intervención alberga la mayor cantidad de especies e individuos. Este tipo de hábitat con características complejas en la estructura de los ecosistemas brinda mayores servicios ecosistémicos para la subsistencia de la fauna silvestre y de las comunidades de los murciélagos del Caribe de Nicaragua. Mientras tanto, la figura 5 muestra como la mayor cantidad de especies fueron muestreados en los hábitats de mayor estado de conservación y en reducción significativa en los bosques intervenidos. Por tal razón los bosques intervenidos tienen una cercana relación con el bosque sin intervención debido a que muchas de las especies establecidas en los hábitats de mayor degradación se movilizan a los más conservados en búsqueda de alimento y refugio (Galindo Gonzales, 2004).

El bosque Ripario de Río San Juan, caracterizado por una alta intervención por la acción antrópica (casas y cultivos) y natural (huracán Otto), presenta riqueza de especies con valores por debajo del bosque de los dos primeros hábitats. Este resultado llama la atención ya que comparando con los Hábitats de Silla y Guinea estos son muy diferenciados. Por lo que se supone que este resultado fue porque el bosque Ripario de río San Juan estuvo altamente intervenido, los muestreos hechos aquí no tuvieron factores de lluvia y luna (el efecto conocido como fobia lunar por parte de los murciélagos) que pudieron disminuir las capturas (Flores-Saldaña, 2008; Montero & Espinoza, 1999).

De acuerdo con la distribución de las especies por Hábitat, las especies que aparecen con valores únicos, es decir, son especies menos comunes durante los muestreos en los Hábitats se refieren a las especies que se mencionaron: El bosque húmedo con especies de apariciones únicas entre ellas las especies *Furipterus horren*, *Lophostoma silviculum*, *Trachops cirrhosus*, *Chrotopterus auritus*, *Uroderma conexam* y *Chiroderma villosum*. el bosque húmedo borde presenta a *Ectophylla alba* y *Rhogeessa io*. Mientras tanto, el bosque ripario Río San Juan presenta a

*Cyttarops alecto*, *Lonchophylla robusta*, *Macrophyllum macrophyllum* y *Thyroptera tricolor*. El bosque cerrado a *Lophostoma brasiliense*. El bosque frutal de CeTAF con *Mollossus mollossus*, *Carollia perspicillata* y *Vampyriscus nymphaea*. Por último, el Hábitat de bosque post huracanado Silla con *Pteronotus rubiginosus* y *Peropterix kappleri*.

La mayoría de estas especies pocas comunes pertenecen a la familia de los Filostomidos. Especies como *Ectophylla alba*, *Thyroptera tricolor* (Thyropteridae) prefieren habitar en bosques húmedos y sin una alta intervención. Otras Especies como *Lophostoma silviculum*, *Macrophyllum macrophyllum*, *Trachops cirrhosus* son especies bioindicadores de calidad de hábitat ya que muchos de ellos son Propias de bosque maduro e indicadores de perturbación de hábitat o ecosistema altamente intervenido (Fitoria-Medina, 2014).

De tal manera, también, hubo especies que sobresalieron en la mayoría de los hábitats, en este cuadro podemos ver cuáles son estas especies que fueron mucho más comunes y fueron capturados en distintos tipos de condiciones del hábitat. De estas especies tenemos a *Artibeus jamaicensis*, *Artibeus lituratus*, *Glossophaga soricina* que por lo general no aparece solamente en dos hábitats, *Carollia castanea* y *Carollia sowelli* que también se presentaron en muchos de los hábitats muestreados, son también especies muy importantes en la regeneración de los bosques ya que son murciélagos que se especializan en la obtención de frutas para sus hábitos alimenticios y ayudan a la dispersión de semillas de muchas plantas.

#### 9.4. Estado de conservación y vulnerabilidad de las especies de murciélagos en Río Indio: Reserva Biológica Indio Maíz.

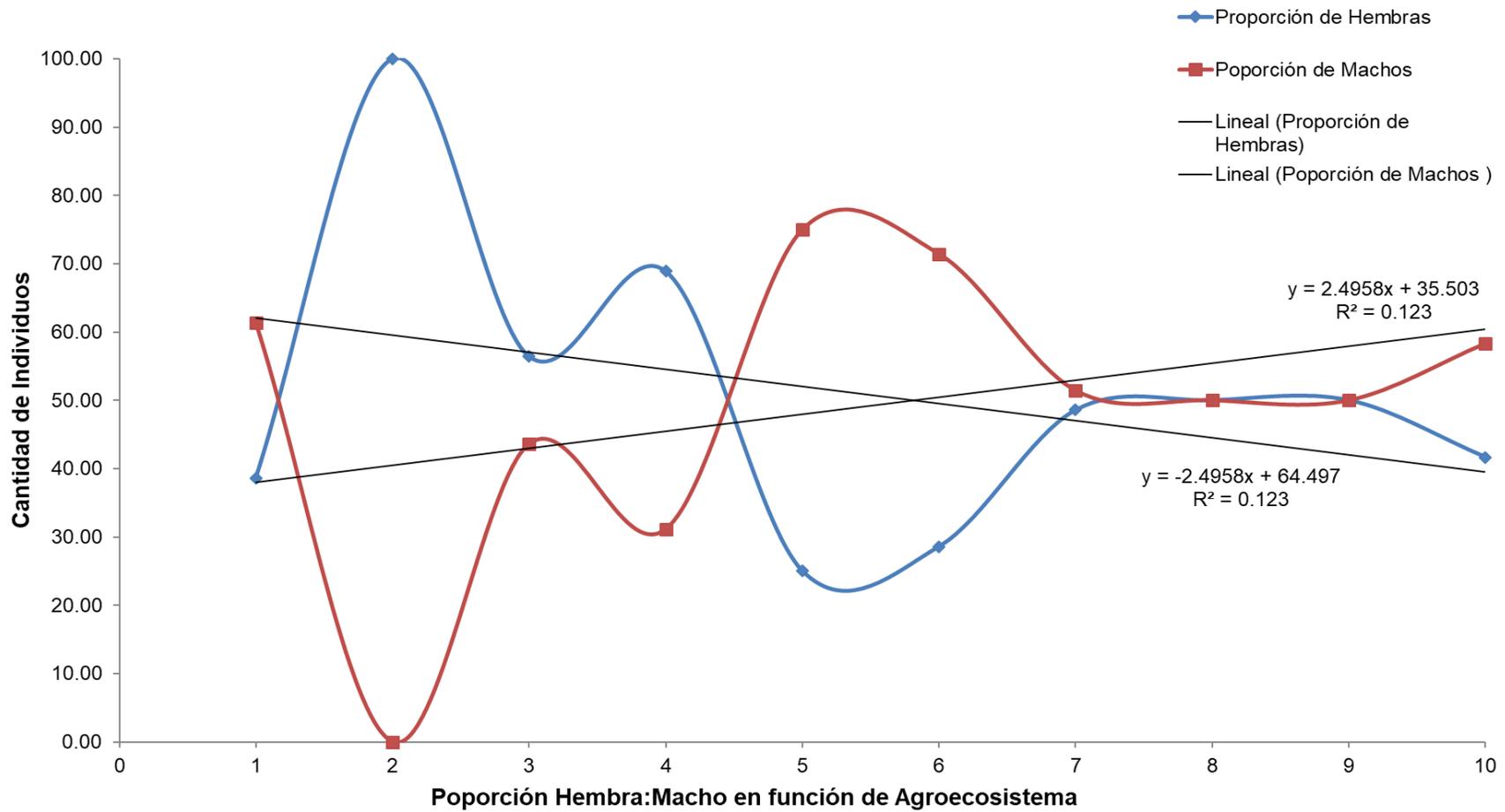
**Tabla 5.** Caracterización de la comunidad de murciélagos en función del estado de conservación del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz.

Variables de Comparación		Sexo		Morfometría		Estado Reproductivo					Individuos Parasitados	
Hábitat muestreado	Estado de Conservación del hábitat	Mach o	Hembr a	Longitud del antebraz o (cm)	Pes o (gr)	Escrotad o	No escrotad o	Lactant e	No lactant e	Embarazad a	Parasitad o	No Parasitad o
Bosque Húmedo	Sin Intervención	38.6%	61.4%	43	24	17.1%	22.8%	7.0%	50.4%	2.6%	33.8%	66.2%
Bosque primario post huracanado-Silla	Sin Intervención	0.0%	100.0%	48	21	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Bosque Húmedo (borde)	Intervenido	43.6%	56.4%	42	18	10.3%	33.3%	2.6%	53.8%	0.0%	23.1%	76.9%
Bosque Ripario Río San Juan	Altamente Intervenido	31.1%	68.9%	40	16	4.4%	33.3%	8.9%	53.3%	0.0%	35.6%	64.4%
Bosque Ripario Boca Río Bartola	Degradado	75.0%	25.0%	56	23	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	50.0%	0.0%
Bosque Cerrado - CETAF	Sin Intervención	71.4%	28.6%	42	22	28.6%	42.9%	0.0%	28.6%	0.0%	0.0%	100.0%

Variables de Comparación		Sexo		Morfometría		Estado Reproductivo					Individuos Parasitados	
Frutales - CETAF	Intervenido	48.6%	51.4%	46	30	22.9%	25.7%	0.0%	25.7%	25.7%	0.0%	100.0%
Transición Frutales - Bosque (CETAF)	Intervenido	50.0%	50.0%	54	46	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
Bosque primario post huracanado-Guinea	Intervenido	50.0%	50.0%	35	8	0.0%	50.0%	12.5%	37.5%	0.0%	50.0%	50.0%
Agroecosistema convencional (policultivo) - Canta Gallo	Intervenido	58.3%	41.7%	48	32	16.7%	41.7%	16.7%	25.0%	0.0%	16.7%	83.3%

**Tabla 6.** Caracterización por sexo de la comunidad de murciélagos en función del estado de conservación del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz.

<b>Agroecosistema</b>	<b>Hembras</b>	<b>Machos</b>	<b>Total</b>	<b>Media</b>	<b>Prop. Hembras</b>	<b>Prop. Machos</b>	<b>X<sup>2</sup></b>
1. Bosque Húmedo	88	140	228	114.00	38.60	61.40	11.86
2. Bosque primario post huracanado- Silla	4	0	4	2.00	100.00	0.00	4.00
3. Bosque Húmedo (borde)	22	17	39	19.50	56.41	43.59	0.64
4. Bosque Ripario Rio San Juan	31	14	45	22.50	68.89	31.11	6.42
5. Bosque Ripario Boca Rio Bartola	1	3	4	2.00	25.00	75.00	1.00
6. Bosque Cerrado - CETAF	2	5	7	3.50	28.57	71.43	1.29
7. Frutales - CETAF	17	18	35	17.50	48.57	51.43	0.03
8. Transición Frutales - Bosque (CETAF)	1	1	2	1.00	50.00	50.00	0.00
9. Bosque primario post huracanado- Guinea	4	4	8	4.00	50.00	50.00	0.00
10. Agroecosistema convencional (policultivo) - Canta Gallo	5	7	12	6.00	41.67	58.33	0.33
<b>Total General</b>	<b>175</b>	<b>209</b>	<b>384</b>				



**Figura 5.** Proporción de Individuos (Hembra : Macho) para las comunidades de murciélagos en la Reserva Bilógica Indio Maíz. Los números representan los Agroecosistemas expresados en la Tabla 7.

A continuación, se observa el comportamiento de los individuos según el hábitat y su estado de conservación (Tabla 7). Según estos análisis se observa un comportamiento equilibrado en donde no existe una diferencia drástica que podría generar atención o preocupación en la población de quirópteros en este estudio. Sin embargo, existe diferencias entre variables como en el Bosque frutales del CeTAF (Intervenido), con 48% de machos de los cuales el 22% estuvieron sexualmente activo, viendo así que el 25% de las hembras estuvieron embarazadas, estos datos están representados por la familia de los Filostomidos, generalmente por la subfamilia de los Stenodermatinae. De la misma manera llama la atención el Bosque húmedo (sin intervención) con el 61% de hembras de las cuales el 7% están en estado no lactante y el 2.60% embarazada. Este resultado indica que la población de quirópteros está en un continuo estado de reproducción.

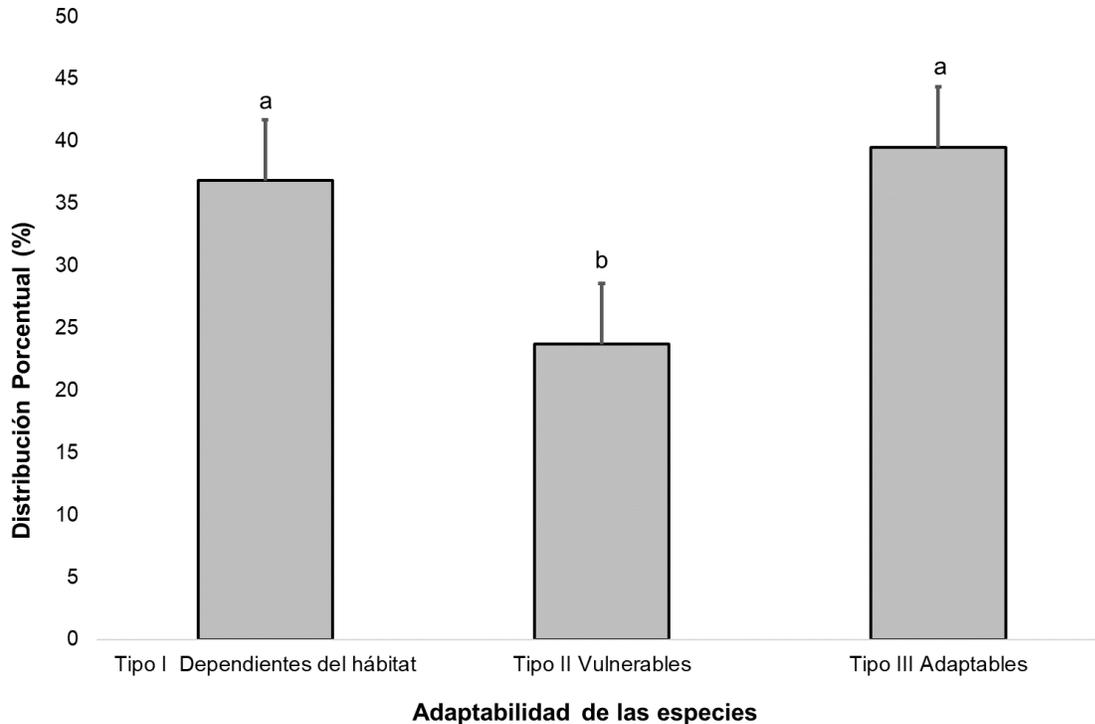
Además, la población de murciélagos con estado de salud saludable, por lo que existe un alto porcentaje de individuos sin presencia de ectoparásitos (Montero & Espinoza, 1999). Dentro de todas las muestras se pudo identificar que las especies más parasitadas pertenecen a las familias Emballonuridae y Vespertilionidae. Esto se debe a que los diferentes hábitats muestreados se encuentran animales domesticados que van desde aves de corral hasta ganado menor y mayor .

**Tabla 7.** Uso del hábitat de las comunidades de murciélagos en la Reserva Bilógica Indio Maíz.

Uso de hábitat	Número de especies	Proporción total de especies (%)	Número de individuos	Proporción total de individuos (%)
EB (Tipo I)	10	26	19	5
GB (Tipo II)	15	38	187	49
GE (Tipo III)	14	36	177	46
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>100</b>	<b>383</b>	<b>100</b>

Con relación a las afinidades de hábitat los mamíferos se clasificaron como especialistas de bosque cerrado (EBC) (exclusivas de ese hábitat), generalistas de bosque (GB) (aquellas especies que dependen del bosque, pero pueden utilizar ambientes perturbados), generalistas (GE) (especies que sobreviven en ambientes naturales y perturbados).

Con relación a las afinidades de hábitat los mamíferos se clasificaron como a) especialistas de bosque cerrado (EBC) - se deja como EB- (especies exclusivas de ese hábitat). Para Murciélagos son especies dependientes del hábitat, muy sensibles a las perturbaciones, intolerantes a los espacios abiertos. b) generalistas de bosque (GB) (aquellas especies que dependen del bosque, pero pueden utilizar ambientes perturbados). Para murciélagos se definen como Especies vulnerables (II), toleran cierto grado de perturbaciones, llegan a utilizar fragmentos y vegetación riparias, c) generalistas (GE) (especies que sobreviven en ambientes naturales y perturbados). Para Murciélagos las Especies adaptables, toleran fuertes transformaciones del hábitat, llegan a utilizar espacios abiertos como pastizales con árboles y arbustos aislados, algunas especies se benefician con estas transformaciones del ambiente (Galindo-González, 2004).



**Figura 6.** Adaptabilidad para las comunidades de murciélagos en la Reserva Biológica Indio Maíz. Prueba estadística Análisis de Varianza (ANOVA) - Diferencia Mínima Significativa (DMS = 0.95). Letras (a-b) distintas indican diferencia estadística  $\alpha=0.05$ . En la gráfica se han empleado los valores de la Media (Md) y Desviación Estándar (DE).

La adaptabilidad de los murciélagos es clasificada de acuerdo con su respuesta a la fragmentación del paisaje (Galindo-González et al., 2000). En la familia Phyllostomidae se incluyen subfamilias de alta sensibilidad a las modificaciones del paisaje (hábitats) en el que habitan, por lo cual son considerados como bio-indicadores de estabilidad del ecosistema (Galindo-González, 2004). En base a estas características se han establecido tres niveles de adaptabilidad para las especies de murciélagos. Ellos son:

*Tipo I*, las especies son dependientes del hábitat, muy sensibles a las perturbaciones, intolerantes a los espacios abiertos.

*Tipo II*, las especies vulnerables, toleran cierto grado de perturbaciones, llegan a utilizar fragmentos y vegetación ripiara.

*Tipo III*, Especies adaptables, toleran fuertes transformaciones del hábitat, llegan a utilizar espacios abiertos como pastizales con árboles y arbustos aislados, algunas especies se benefician con estas transformaciones del ambiente.

Basado en los datos contenidos en la figura 6 más del 60% de las especies de murciélagos muestreados en este estudio pertenecen a los Tipos I y II de adaptabilidad, razón por la cual se debe hacer especial énfasis en la conservación de estos agroecosistemas ya que las perturbaciones, por más mínimas que sean, significarían la pérdida de estas especies que a su vez son indispensables para estabilidad ambiental y ecológica de los hábitats en los cuales habitan generando una relación mutuamente benéfica, pero a la vez dependiente.

**Figura 7.** Distribución de las familias de las comunidades de murciélagos en relación con el estado de conservación. Caracterización de la comunidad de murciélagos en función del estado de conservación del hábitat en la Reserva Biológica Indio Maíz.

Estado de conservación del hábitat	Familias de Quirópteros registradas								Total
	<i>Phyllostomida</i>	<i>Mollossida</i>	<i>Emballonurida</i>	<i>Vespertilionida</i>	<i>Furipterida</i>	<i>Moormopida</i>	<i>Noctilionida</i>	<i>Thyropterida</i>	
Sin intervención	216	0	5	12	0	0	2	0	235
Intervenido	70	1	1	16	0	0	0	88	176
Altamente intervenido	37	0	5	10	0	1	2	57	112
Degradado	0	0	0	1	0	0	3	4	8

La tabla presencia como las familias se comportan según el Estado de conservación. La familia Phyllostomidae es la que predomina en el tipo de hábitat sin intervención, intervenido y altamente intervenido, por lo tanto, no aparecen en el hábitat degradado (Tuttle & Moreno, 2005). Cabe recordar que en esta familia hay cinco subfamilias que son adaptables diferentes condiciones de vida. El caso de los Phyllostominae que complementan sus dietas alimentándose no solamente de Insectos, sino también de frutas. Tenemos además en esta familia con gremios especialistas como los Desmodontinae que se alimentan principalmente de sangre de mamíferos y aves (Quintana & Pacheco, 2007). Los Vespertilionidae por su parte son especies que son capaces de sobrevivir en ambiente perturbadas o intervenidos, con capacidades de sobrevivir en las grandes ciudades ya que estos dependen mayormente de insectos voladores (Theodore H. Fleming et al., 2009).



## X. CONCLUSIÓN

1. El total de especies encontradas en todos los muestreos representan el 19% del total de especies de fauna registrado en Nuestro país. De estos datos antes mencionados, el 35% equivale al total de especies de quirópteros en Nicaragua y el 56% (10 especies) equivalente a especies que tiene su hábitat restringida en el caribe de Nicaragua. La familia Phyllostomidae fue más dominante en el estudio. Con predominio de la especie *Carollia castanea* (Carollinae), sin embargo, la subfamilia Stenodermatinae fue más representativo en cuanto a la diversidad de especies. Las familias que menos sobresalieron fueron: Moormopidae, Mollossidae y Furipteridae. Además, en este estudio sobresalió la especie *Rhogeessa io* por estar catalogada como especie en peligro de extinción en Nicaragua.
2. De acuerdo con el índice de diversidad de Shannon, el Bosque húmedo fue el más alto de todos los hábitats muestreadas. El hábitat de transición de frutales-CeTAF-BICU tuvo el mínimo valor de diversidad de todos los sitios o hábitat. El bosque Ripario rio Bartola y Bosque post huracanado –Silla tienen una diferencia mínima en los valores de diversidad de especie, esto fue debido a la heterogeneidad de la estructura de bosque relacionada a este mismo disturbio, por lo que, en Silla, la lluvia fue factor importante durante los muestreos. Estos resultados de diversidad de especie por hábitat parecen estar relacionados de manera general con el clima (precipitación), niveles de disturbios (huracán Otto en 2016 y actividades antrópicas) y técnicas de muestreo (solo con redes de niebla a la altura de 2.5 m).
3. la distribución de especies está relacionada a la complejidad según el estado de conservación de los hábitats. Determinamos que hubo una alta diversidad de especies en los bosques sin intervención y una baja diversidad en los degradados. La subfamilia Filostomidos fue más representativa en cuanto a especies con presencias únicas en todos los muestreos o hábitat. La familia Phyllostomidae aparece de nuevo con la más representatividad en cuanto a

especies que se distribuyen de manera equitativa en casi todos los muestreos y los Stenodermatinae con más representativo en el bosque húmedo. De esta manera los Filostomidos alta diversidad en bosques pocos intervenidos por acciones humanas y naturales.

4. No existe una preocupación en la población de murciélagos capturados en distintos tipos de hábitat. En el bosque CeTAF con estado de intervención intervenido aparecen población de murciélagos Filostomidos sexualmente activos en el mes de muestreo (febrero). En el bosque húmedo determinamos una constante actividad sexual con machos escrotado 17%. En el degradado, encontramos valores muy bajos, esto debido a que no se encontraron alta diversidad de especies en este tipo de hábitat alterada.
5. Por último, el bosque sin intervención es un hábitat potencial para para las especies de la familia Phyllostomidae. Esto concuerda con otros estudios realizado sobre la familia de los Filostomidos ya que estos grupos de animales son más intolerantes a perturbación de hábitat. Es por eso se les consideran como indicadores bioindicadores de hábitat en diferentes tipos de ecosistemas. Por otra parte, no existe un alto porcentaje de especies en criterio de amenaza. Sin embargo, este resultado no representa las condiciones de este tipo de conservación, ya el hecho de no capturar muchas especies amenazados no significa que están en condición estable. Pues, puede haber una dinámica ecológica diferente de estas especies que tendrían que ver en investigaciones futuras.
6. Los datos recolectados en esta investigación pasan a formar parte de la base de datos nacional gestionada por el Programa de Conservación de Murciélagos de Nicaragua y las Redes Iberoamericana y Latinoamericana para la conservación de Murciélagos colocando a BICU como una de las universidades punteras en estudios de comunidades de quirópteros en relación con sus hábitats en Nicaragua.

## **XI. RECOMENDACIONES**

### **Al ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARENA)**

- 1 Establecer vínculos con Instituciones Gubernamentales y No Gubernamentales para la creación de un Programa de conservación de Murciélagos del Caribe de Nicaragua con objetivos específicos y claros para la conservación y protección de estos animales y así aumentar los conocimientos en la población sobre la importancia ecológica de la Quiroptero fauna en la región.
- 2 Desarrollar campañas de educación ambiental entorno a los murciélagos dirigidas a Autoridades del Gubernamentales, Administradores de las tierras o área protegidas, turistas extranjeros o nacionales, colegios (privados y públicos) y la Población en General.
- 3 Apoyar investigaciones y publicaciones científicas dirigidas al monitoreo, comportamiento, distribución, etc. de la Biodiversidad, especies como los murciélagos que son actores esenciales como Bioindicadores de calidad de hábitat en los ecosistemas.
- 4 Creación de una página web que comparte información a la población en general sobre importancia, características y estudio realizados sobre los murciélagos.

### **A Programa de conservación de Murciélagos de Nicaragua (PCMN):**

- 1 Actualizar y publicar la base de datos del orden quiróptero (Murciélagos) para nuestro país. Cabe mencionar que la lista roja actualizada en mayo 2018 solo incluye una riqueza Mastozoológica total de 231 especies para Nicaragua. Esta actualización incluirá a la especie de *Pteronotus Rubiginosus* (Gray, 1843) como una especie más con presencia en la costa caribe, Nicaragua. Por lo tanto, sería una riqueza de 232 especies del masto fauna para Nicaragua.

- 2 Apoyar a más jóvenes de la costa caribe de Nicaragua en la capacitación sobre taxonomía de murciélagos. Esto con el propósito de generar capacidades que trabajen por la conservación de los murciélagos en nuestro país.

### **Facultad de Recursos Naturales (FARENA-BICU)**

1. Incluir dentro de las líneas temáticas de investigación científica algunos temas relacionados a la comunidad Biológica de los Murciélagos:
  - a) Efecto del cambio de uso de la tierra en la comunidad de murciélagos en nuestra Región del caribe.
  - b) Percepción de la sociedad sobre la especie de murciélagos Hematófagos en el caribe de Nicaragua.
  - c) Composición de la comunidad de quirópteros en las áreas protegidas. Esto con el fin de contribuir a la generación de datos sobre las especies en general y las que están restringidas únicamente para el caribe.
  - d) Propuesta de un programa de educación ambiental para la conservación y preservación de los murciélagos en la costa caribe de Nicaragua.
  - e) Efecto de la fragmentación de hábitat en la comunidad murciélagos en el caribe de Nicaragua.
  - f) Comportamiento de murciélago de la familia Phyllostomidae en sistemas agroforestales en nuestra región del caribe para conocer el potencial de estos sistemas en la conservación de la biodiversidad y de este gremio antes mencionado.

### **Recomendación General**

Realizar más investigaciones en la reserva Biológica Indio Maíz con diferentes tipos de métodos de muestreo y de captura, ya que en nuestra investigación solo se utilizó un método de captura de murciélagos (redes de niebla).

## XII. REFERENCIAS

- Arita, H. T., & Fenton., M. B. (1997). Flight and echolocation in the ecology and evolution of bats. *Trends in Ecology and Evolution*, 12, 53–58.
- Arroliga, O., & Gutierrez, A. (2013). Evaluacion ecologica de dos fincas bajo manejo forestal en Rivas y rio San juan.
- Asamblea Nacional de Nicaragua. Ley 217. Ley General del Medio Ambiente y Los Recursos Naturales (1996).
- Audesirk, T., Audesirk, G., & Byers, B. E. (2008). *Biología. La vida en la tierra. Biología. La vida en la tierra.*
- Baker, H. G. (1973). Evolutionary relationships between flowering plants and animals in American and African tropical forests. In B. J. Meggers, E. S. Ayensu, & W. D. Duckworth (Eds.), *Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America: A Comparative Review* (p. 877–888.). Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Balmori, a. (1999). La reproducción en los quiropteros. *Revisiones En Mastozoología*, 11(2), 17–34.
- Bawa, K. S. (1990). Plant-Pollinator Interactions in Tropical Rain Forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21(1), 399–422. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.21.110190.002151>
- Bianconi, G. V., Mikich, S. B., & Pedro, W. a. (2006). Movements of bats ( Mammalia , Chiroptera) in Atlantic forest remanants in southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia*, 23(4), 1199–1206. <https://doi.org/10.1590/S0101-81752006000400030>
- Brigham, R. M., Grindal, S. D., Firman, M. C., & Morissette, J. L. (1997). The influence of structural clutter on activity patterns of insectivorous bats. *Canadian Journal of Zoology*, 75(1), 131–136. <https://doi.org/10.1139/z97-017>
- Casallas, D., Calvo, N., & Rojas, R. (2017). MURCIÉLAGOS DISPERSORES DE SEMILLAS EN GRADIENTES SUCESIONALES DE LA ORINOQUIA ( SAN MARTÍN , META , Seed Dispersal by Bats Over Successional Gradients in the Colombian Orinoquia ( San Martin , Meta , Colombia ). *Acta Biológica Colombiana*, 22(3), 348–358. <https://doi.org/10.15446/abc.v22n3.63561>

- Chambers, C. L., Cushman, S. A., Medina-Fitoria, A., Martínez-Fonseca, J., & Chávez-Velásquez, M. (2016). Influences of scale on bat habitat relationships in a forested landscape in Nicaragua. *Landscape Ecology*, 31(6), 1299–1318. <https://doi.org/10.1007/s10980-016-0343-4>
- Chao, A., Chazdon, R. L., Colwell, R. K., & Shen, T. (2005). A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data. *Ecology Letters*, 8(2), 148–159.
- Charles-Dominique, P. (1986). Inter-relations between frugivorous vertebrates and pioneer plants: Cecropia, birds and bats in French Guyana. In *Frugivores and seed dispersal* (pp. 119–135). Springer.
- Cleveland, C. J., Betke, M., Federico, P., Frank, J. D., Thomas, G., Horn, J., ... Westbrook, J. K. (2006). Economic value of the pest control service provided by Brazilian free-tailed bats in south-central Texas, 4(5).
- Dans Chavarria, A. (2014). Estado poblacional del Almendro (*Dipteryx panamensis*) como indicador de la disponibilidad de hábitat y del estado actual de poblaciones de Lapa Verde (*Ara ambiguus*) en 7 comunidades del Sureste de Nicaragua. *URACCAN*.
- Delavaux, C. (2013). *Por qué es Importante la Conservación de los Murciélagos: El Éxito de la Agricultura y la Gestión de Biodiversidad Mundial. Programa de conservación de murciélagos del Ecuador* (Vol. 1).
- Diamond, J. M. (1975). The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural reserves. *Biological Conservation*, 7(2), 129–146. [https://doi.org/10.1016/0006-3207\(75\)90052-X](https://doi.org/10.1016/0006-3207(75)90052-X)
- Drake, J. A., R, Zimmerman, C., Puruker, T., & Rojo, C. (1999). On the Nature of the assembly trajectory. In *W. E, & K. P, Ecological Assembly Rules* (Cambridge, pp. 233–250).
- Emmons,LH & F Feer (1999).mamíferos de los bosques humedos de America tropical: Guia de campo. Editorial.FAN (Fundacion Amigos de la Naturaleza),Santa Cruz de la Sierra,Bolivia.
- Erickson, J. L., & West, S. D. (2003). Associations of bats with local structure and landscape features of forested stands in western Oregon and Washington.

- Biological Conservation*, 109(1), 95–102.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(02\)00141-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0006-3207(02)00141-6)
- Fahrig, L., & Merriam, G. (1994). Conservation of fragmented populations. *Conservation Biology*, 8(1), 50–59.
- Fenton, M. B., Acharya, L., Audet, D., Hickey, M. B. C., Merriman, C., Obrist, M. K., ... Adkins, B. (1992). Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica*, 440–446.
- Ferro Muñoz, N., Giraldo, A., Murillo García, O. E., & García, O. E. M. (2018). Composition, trophic structure and activity patterns of the understory bats of the Bitaco Forest Reserve. *Acta Biológica Colombiana*, 23(2), 170–178.  
<https://doi.org/10.15446/abc.v23n2.64062>
- Finegan, B. (1984). Forest succession. *Nature*, 312, 109.
- Fleming, T. H. (1986). Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. In Estrada A., Fleming T.H. (eds) *Frugivores and seed dispersal*. Tasks for vegetation science, vol 15. Springer, Dordrecht.
- Fleming, T. H., Geiselman, C., & Kress, W. J. (2009). The evolution of bat pollination: A phylogenetic perspective. *Annals of Botany*, 104(6), 1017–1043.  
<https://doi.org/10.1093/aob/mcp197>
- Flores-Saldaña, M. G. (2008). Estructura de las comunidades de murciélagos en un gradiente ambiental en la reserva de la biosfera y tierra comunitaria de origen pilon lajas, bolivia. *Mastozoología Neotropical*, 15(2), 309–322.
- Fundacion del Rio. (2012). Reserva Biologica Indio maiz. informe sobre acompañamiento a patrullaje.
- FUNDAR. (2002). II Expedición Científica a la Reserva Biológica Indio Maíz: Estableciendo la base científico técnica para el plan de manejo. Informe Técnico final. *MARENA, FUNDAR Amigos de La Tierra.*, 139.
- Galindo-González, J., Guevara, S., & Sosa, V. J. (2000). Bat- and Bird-Generated Seed Rains at Isolated Trees in Pastures in a Tropical Rainforest\rDispersion de Semillas Generada por Murciélagos y Aves Bajo Arboles Aislados en Pastizales de una Selva Alta Perennifolia. *Conservation Biology*, 14(6), 1693–1703. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2000.99072.x>

- Galindo Gonzales, J. (1998). dispersion de semillas por murcielagos:su importancia en la conservacion y regeneracion del bosque tropical. *Acta Zoologica Mexicana.(Nueva Serie)*, 73:57-74.
- Galindo Gonzales, J. (2004). Clasificacion de los murcielagos de la region de los tuxtlas,Veracruz,respecto a su respuesta a la fragmentacion del habitat. *Acta Zoologica Mexicana*, 20:239-243.
- Garner, A. L. (1977). Feeding habits. Pp.1-364. In *Barker, R. J., Jones Jr. J. K. & Carter, D. C. (eds). Biology of bats of the New World family Phyllostomatidae. part II.* Special Publications, Museum, Texas Tech University, Lubbock.
- Geiselman, C. ., S.A, M., & F, B. (2002). Database of Neotropical bat/Plant interaction.
- Gorchov, D. L., Cornejo, F., Ascorra, C., & Jaramillo, M. (1993). The role of seed dispersal in the natural regeneration of rain forest after strip-cutting in the Peruvian Amazon. *Vegetatio*, 107(1), 339–349. <https://doi.org/10.1007/BF00052233>
- Gorresen, P. M., & Willig, M. R. (2004). Landscape responses of bats to habitat fragmentation in Atlantic forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*, 85(4), 688–697.
- Granado Lorenzo, C. (2000). Ecologia de comunidad: El paradigma de los peces de agua dulce. *NIVERSIDAD DE SEVILLA. SECRETARIADO DE PUBLICACIONES*, 284.
- Hart, R. D. (1985). *Conceptos básicos sobre agroecosistemas*. Bib. Orton IICA/CATIE.
- Hartghorn, G. . (1991). Plantas in Historia Natural de Costa Rica, 822 pp.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). Metodologia de la investigacion. *Mexico, (Vol. 4)*.
- Holdridge, L. R., & Grenke, W. C. et al. (1971). *Forest environments in tropical life zones: a pilot study*. Oxford: Pergamon Press.
- Howe, H. F., & Smallwood, J. (1982). Ecology of Seed Dispersal. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 13(1), 201–228. <https://doi.org/10.1146/annurev.es.13.110182.001221>

- Hutson, A. M., Mickleburgh, S. P., Racey, P. a, Ssc, I., & Specialist, C. (2001). Microchiropteran Bats. *Specialist*, 56(3), 258. <https://doi.org/10.4103/0250-474X.84603>
- IBM® Statistical SPSS®. (2016). IBM® SPSS® 23.0. Retrieved from <http://www.spss.com/>
- INETER. (2015). *Los Ecosistemas de Nicaragua y su Estrategia*.
- Ingle, N. R. (2003). Seed dispersal by wind, birds, and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. *Oecologia*, 134(2), 251–261. <https://doi.org/10.1007/s00442-002-1081-7>
- Instituto Nacional Forestal. (2008). Análisis de la situación del sector forestal en Nicaragua.
- Jaberg, C., & Guisan, A. (2001). Modelling the distribution of bats in relation to landscape structure in a temperate mountain environment. *Journal of Applied Ecology*, 38(6), 1169–1181.
- James H, B. (1981). Two decades of Homeage to Santa rosalia:Toward a general theory of diversity., 21:877-888.
- Jones, J. K., Smith, J. D., & Turner, R. W. (1971). *Noteworthy records of bats from Nicaragua, with a checklist of the chiropteran fauna of the country*.
- Jones,Gareth.,David S,Jacobs,Thomaz H,Kunz, Michael R.Willing, and Paul A,Racey." Carpe Noctem:The importance of bats as indicators" pag,8,web 28 sept 2017
- Kalko, E. K. V, Herre, E. A., & Handley, C. O. (1996). Relation of fig fruit characteristics to fruit-eating bats in the New and Old World tropics. *Journal of Biogeography*, 23(4), 565–576.
- Kattan, H. (2002). Fragmentación: patrones y mecanismos de extinción de especies: En Ecología y conservación de bosques tropicales. Guariguata, M. y Kattan, H. Edts. Heredia. CR. *INBio Capitulo*, 22, 561–590.
- Krebs, C. J. (1985). *Ecología: estudio de la distribución y la abundancia*. México, MX: Edit. Harla.
- Kunz, T. H. (1988). Methods of assessing the availability of prey to insectivorous bats.Pp. 191-210. In *En T. Kunz, Ecological and behavioral methods for the*

- study of bats*. Smithsonian Institution, Washington, EE.UU.
- LaVal, R. K., & Rodriguez, B. (2002). *Murciélagos de Costa Rica= Costa Rica bats*.
- MacSwiney G, M. C. (2010). Murciélagos. Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán. *CICY, PPD-FMAM, Conabio, Seduma. Yucatan, México*.
- MARENA. (2007). IV informe del estado del ambiente en Nicaragua, 339.
- MARENA. (2010). Estudio de Ecosistemas y Biodiversidad de Nicaragua y su representatividad en el SINAP.
- MARENA. (2016). Identificación de las causas de la deforestación y la degradación forestal en Nicaragua, 34 pp.
- Martínez-Sánchez, J. C., Castañeda, E., & J. M. Zolotoff -Pallais. (2000). Lista Patrón de las mamíferos de Nicaragua. *Fundación Cocibolca, Managua, Nicaragua*, 60 pp.
- Martinez, D., Serrato Diaz, A., & Lopez Wilchis, R. (2012). Importancia ecologica de los murcielagos, 19–27.
- Mcmanus, J. (1997). Thermoregulation. Pp 281-292. In *Robert J, Baker, . Knox Jones Jr & C. Carter, Dillford , Biology of the bats of the New World family Phyllostomidae. Part II* (Special Pu, p. Press 13:1-364).
- Medellín, R., Arita, H., & Sánchez, O. (2008). Identificación de los murciélagos de México. *Instituto de Ecología, UNAM: México*, 78 pp.
- Medellin, R., Equihua Miguel., & Amin. (2000). Bat Diversity and Abundance as indicators of disturbance in Neotropical rain forest. UNAM, Ap. Postal 70-275, 04510, Mexico, D.F.
- Medina-Fitoria, A. (2014). Murcielagosvde Nicaragua. Guia de campo (primera. ed.).
- Medina, A. (2006). Reporte de mamíferos en la playa Guacalito Tola Rivas.
- Medina, A. (2010). Mamíferos de la isla de ometepe, Rivas Nicaragua. Evaluacion requerida por Flora y fauna Internacional (FFI).
- Medina, A. (2013). Evaluación ecológica rápida (EERR) en la finca privada el abuelo. Rivas Nicaragua.
- Medina, A (2016). Diversidad de Mastozoologica de la cuenca del Rio Sconfra en Bluefields, Nicaragua. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*. N°8.
- Medina, A (2016). Diversidad de micro mamíferos de la cuenca del Rio Punta Gorda,

- Bluefields, Nicaragua, RACCS. *Revista Nicaragüense de Biodiversidad*. N°10
- Medina, A., Harvey, C. a, Sánchez, D., Vílchez, S., & Hernández, B. (2007). Bat diversity and movement in a Neotropical agricultural landscape. *Biotropica*, 39(1), 120–128. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2006.00240.x>
- Medina, A., & Saldaña, O. (2012). Lista patrón de los mamíferos de Nicaragua. *Managua FUNDAR*, 40p.
- Montero, J., & Espinoza, C. (1999). Murciélagos Filostómidos (Chiroptera, Phyllostomidae) como indicadores del estado del hábitat en el Parque Nacional Piedras Blancas, Costa Rica, 1–24.
- Montero Muñoz, J. L. (2003). *Influencia de las variables espaciales y del hábitat sobre una comunidad de murciélagos (Chiroptera) en una matriz de pastos con remanentes boscosos en Cañas, Costa Rica*.
- Moreno, C. (2001). Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA. vol. 1, Zaragoza. 84 pp.
- Neuweiler, G. (2000). Echolocation. *Oxford University*, 1, 140.
- Palmerin, J., & Rodríguez, L. (1991). Estatus de conservación de los murciélagos en Portugal. In J. Benzal, & O. Paz, *Monografías del ICONA, colección técnica* (p. 163–179.).
- PCMN. (2013). IDENTIFICACIÓN DE SITIOS Y ÁREAS, 1–42.
- Pickett, S. T. A., & Thompson, J. N. (1978). Patch dynamics and the design of nature reserves. *Biological Conservation*, 13(1), 27–37.
- Pinelo, G. (2004). *Manual de inventario forestal integrado para unidades de manejo. Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala* (Vol. 4).
- Quintana, H., & Pacheco, V. (2007). Identificación y distribución de los murciélagos vampiros del Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 24(1), 81–88.
- Reid, F. (2009). Field Guide to the Mammals of Central América and Southeast México. *Oxford University. United State from America*.
- Rodríguez-Herrera, B., & Sánchez, R. (2015). *Estrategia centroamericana para la conservación de los murciélagos*. (Los Autores, Ed.), *Uma ética para quantos?* (1º, Vol. XXXIII). San José, Costa Rica: Escuela de Biología, Universidad de

- Costa Rica. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Roughgarden, J., & Diamond, J. (1986). Overview: the role of species interactions in community ecology. *Community Ecology*, 333–343.
- Salas Estrada, J. B. (1993). Árboles de Nicaragua. Managua, Nicaragua. *Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y Del Ambiente, IRENA*, 390.
- Sánchez Sánchez-Cañete, F. J., & Pontes Pedrajas, A. (2010). La comprensión de conceptos de ecología y sus implicaciones para la educación ambiental. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 7.
- Schnitzler, H. U., & Kalko, E. K. V. (1998). How echolocating bats search and find food. *Bat Biology and Conservation*, 183–196.
- Seco Granja, F., & Jiménez Ruiz, A. R. (2006). Visión ultrasónica de los murciélagos. *Seminario de Sistemas Inteligentes SSI2006, Libro de Actas*, 31–45.
- Siu, E., Ebanks, B., Suárez, J., Ch, J., Saldaña, O., Aguirre., Y., & Rivas, E. (2018). Murciélagos del Centro de Transferencia (CeTAF), Bluefields, Nicaragua. *Wani*, 73, 59–64.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. (1969). *Biometry*, 776 pp. San Francisco.
- Sokal, R., & Rohlf, F. J. (1981). *Biometry*. Francisco, California, 259 p.
- Sosa, V. J., Hernández-Salazar, E., Hernández-Conrique, D., & Castro-Luna, A. A. (2008). Murciélagos. *Manson Robert.H,Hernandez Vicente.Ortiz,Gallina.Sonia,Mehltreter.Claus Agroecosistemas Cafetaleros de Veracruz: Biodiversidad, Manejo y Conservación.Pp. 181-192.*
- Speakman, J. R. (1995). Chiropteran nocturnality. In P. Racey, & S. M.S, *Ecology, evolution and Behaviur of Bats* (p. 187–201.). London, Reino Unido: Oxford Clarendon Press.
- Speakman, J. R. (2001). The evolution of flight and echolocation in bats: Another leap in the dark. *Mammal Review*, 31(2), 111–130. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2907.2001.00082.x>
- Stevens, W. D., Ulloa, C., Pool, A., & Montiel, O. M. (2001). *Flora de Nicaragua* (Vol. 85). Missouri Botanical Garden Press St. Louis.
- Timm, R. M., Laval, R. K., Rodríguez-H, B., La Val, R. K., & Rodríguez-Herrera, B.

- (1999). Clave de Campo para los murciélagos de Costa Rica. *Brenesia*, 52(1), 1–32.
- Torres-Flores, J. W. (2005). Estructura de una comunidad tropical de murciélagos presente en la cueva “El Salitre”, Colima, México. *Maestro En Biología, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa*, 132 pp.
- Traveset, A. (1998). Effect of seed passage through vertebrate frugivores’ guts on germination: A review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1(2), 151–190. <https://doi.org/10.1078/1433-8319-00057>
- Tuttle, M. D., & Moreno, A. (2005). *Murciélagos cavernícolas del Norte de México. Su importancia y problemas de conservación.*
- Vazzoler, A. E. A. de M. (1996). *Biología da reproducao de peixes teleosteos: teoria e pratica. EDUEM/Nupelia.*
- Wainwright, M. (2002). The natural history of Costarican Mammals. *Zona Tropical, San Jose, Costa Rica*, 384 pp.
- Weiher, E., & Keddy, P. (1999). Ecological assembly rules. Perspectives, advances, retreats. *Ambridge University Press*, 233–250.
- Whittaker, R. (1975). *Communities and Ecosystems. (Segunda ed.). MacMillan, New York, USA.*
- WHittaker, R. H. (1970). community and ecosystem. *University of California.*, 162.
- Wilcove, D. (1985). Nest predation in forest tracts and decline of migratory songbirds. *Ecology*, 66:1211-1214.
- Wilson, D. E. (1979). Reproductive patterns. In *Biology of Bats of the New World Family Phyllostomatidae, part m (R. J. Baker, J. K. Jones, Jr. y D. C. Carter, eds.)* (p. 16:1-441). Special Publications, Toe Museum, Texas Tech University, Lubbock.
- Wootton, R. J. (1990). Ecology of Teleosteos Fishes. *Chapman & Hall. London.*, 404.
- Wright, H. E. (1974). Landscape Development, Forest Fires, and Wilderness Management. *Science*, 186(4163), 487 LP-495.
- Zolotoff-Pallais, J., & Medina-Fitoria, A. (2005). Evaluación Ecológica Rápida (EER) Los Playones-Playa Madera Municipio de San Juan del Sur, Departamento de

Rivas., 1–51.

# ANEXOS

## Anexo 1. Presupuesto

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Aporte de los Socios	
						PANTERA	BICU
<b>PRIMERA FASE</b>							
1	<b>Equipos de Campo</b>						
2	Pie de rey	Unidad	2	C\$ 800.00	C\$ 1,600.00	C\$ 1,600.00	C\$ 0.00
3	Reglas de tope	Unidad	2	C\$ 60.00	C\$ 120.00	C\$ 120.00	C\$ 0.00
4	Pesola 100 gr	Unidad	2	C\$ 1,400.00	C\$ 2,800.00	C\$ 2,800.00	C\$ 0.00
5	Lupa de 10X	Unidad	2	C\$ 500.00	C\$ 1,000.00	C\$ 1,000.00	C\$ 0.00
6	Recipientes plásticos (tapa rosca)	Unidad	12	C\$ 50.00	C\$ 600.00	C\$ 600.00	C\$ 0.00
7	Formalina	Litro	2	C\$ 250.00	C\$ 500.00	C\$ 500.00	C\$ 0.00
8	Jeringa de 10 cc	Unidad	15	C\$ 5.00	C\$ 75.00	C\$ 75.00	C\$ 0.00
9	Pistola dymo	Unidad	1	C\$ 1,200.00	C\$ 1,200.00	C\$ 1,200.00	C\$ 0.00
10	Agujas diversas	Estuche	1	C\$ 350.00	C\$ 350.00	C\$ 350.00	C\$ 0.00
11	Manila de 5 mm de diámetro	Rollo	2	C\$ 20.00	C\$ 40.00	C\$ 40.00	C\$ 0.00
12	Sacos de tela	Unidad	100	C\$ 25.00	C\$ 2,500.00	C\$ 2,500.00	C\$ 0.00
13	Linternas de cabeza	Unidad	2	C\$ 800.00	C\$ 1,600.00	C\$ 1,600.00	C\$ 0.00
14	Redes de niebla 12 x 6 metros	Unidad	15	C\$ 970.00	C\$ 14,550.00	C\$ 14,550.00	C\$ 0.00
15	Guantes anticortes	Par	2	C\$ 300.00	C\$ 600.00	C\$ 600.00	C\$ 0.00
16	GPS (Alquiler)	Unidad	2	C\$ 300.00	C\$ 600.00	C\$ 600.00	C\$ 0.00
17	Batería AA	Par	5	C\$ 150.00	C\$ 750.00	C\$ 750.00	C\$ 0.00
18	Batería AAA	Par	5	C\$ 170.00	C\$ 850.00	C\$ 850.00	C\$ 0.00
19	Cámara Fotográfica (Alquiler)	Días	35	C\$ 150.00	C\$ 5,250.00	C\$ 5,250.00	C\$ 0.00
22	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$ 34,985.00</b>	<b>C\$ 34,985.00</b>	<b><u>C\$ .00</u></b>
23	<b>Viaje de Campo</b>						
24	Transporte Managua - Indio Maíz	Viaje	2	C\$ 1,000.00	C\$ 2,000.00	C\$ 2,000.00	C\$ 0.00
25	Transporte Bluefields - Indio Maíz	Viaje	2	C\$ 800.00	C\$ 1,600.00	C\$ 1,600.00	C\$ 0.00
26	Transporte Especialista a BICU Bluefields	Viaje	2	C\$ 5,000.00	C\$ 10,000.00	C\$ 10,000.00	C\$ 0.00
27	Alquiler motor fuera de borda (15 HP)	Días	25	C\$ 300.00	C\$ 7,500.00	C\$ 0.00	C\$ 7,500.00
28	Guía de Campo	Días	25	C\$ 200.00	C\$ 5,000.00	C\$ 0.00	C\$ 5,000.00
29	Combustible	Galones	30	C\$ 130.00	C\$ 3,900.00	C\$ 0.00	C\$ 3,900.00

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Aporte de los Socios	
						PANTERA	BICU
30	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$ 30,000.00</b>	<b>C\$ 13,600.00</b>	<b>C\$ 16,400.00</b>
31	<b>Alimentación</b>						
32	Arroz	Libra	40	C\$ 15.00	C\$ 600.00	C\$ 0.00	C\$ 600.00
33	Frijoles	Libra	8	C\$ 20.00	C\$ 160.00	C\$ 0.00	C\$ 160.00
34	Cebolla	Libra	2	C\$ 20.00	C\$ 40.00	C\$ 0.00	C\$ 40.00
35	Chiltoma	Unidad	6	C\$ 10.00	C\$ 60.00	C\$ 0.00	C\$ 60.00
36	Consume	vaso	1	C\$ 80.00	C\$ 80.00	C\$ 0.00	C\$ 80.00
37	Lizano	vaso	1	C\$ 70.00	C\$ 70.00	C\$ 0.00	C\$ 70.00
38	Sal	Libra	2	C\$ 5.00	C\$ 10.00	C\$ 0.00	C\$ 10.00
39	Mostaza	vaso	1	C\$ 30.00	C\$ 30.00	C\$ 0.00	C\$ 30.00
40	Aceite	Galón	2	C\$ 160.00	C\$ 320.00	C\$ 0.00	C\$ 320.00
41	Harina	Libra	4	C\$ 12.00	C\$ 48.00	C\$ 0.00	C\$ 48.00
42	Café	vaso	2	C\$ 124.00	C\$ 248.00	C\$ 0.00	C\$ 248.00
43	Avena	Bolsa	4	C\$ 30.00	C\$ 120.00	C\$ 0.00	C\$ 120.00
44	Leche	Bolsa	4	C\$ 120.00	C\$ 480.00	C\$ 0.00	C\$ 480.00
45	Pinolillo	Bolsa	2	C\$ 30.00	C\$ 60.00	C\$ 0.00	C\$ 60.00
46	Picapica	Bolsa	10	C\$ 26.00	C\$ 260.00	C\$ 0.00	C\$ 260.00
47	Atún	Bolsa	6	C\$ 35.00	C\$ 210.00	C\$ 0.00	C\$ 210.00
48	Maruchan	Sobre	20	C\$ 10.00	C\$ 200.00	C\$ 0.00	C\$ 200.00
49	Maggi sopa	Sobre	10	C\$ 10.00	C\$ 100.00	C\$ 0.00	C\$ 100.00
50	Soda	Sobre	10	C\$ 2.00	C\$ 20.00	C\$ 0.00	C\$ 20.00
51	Espagueti	Sobre	5	C\$ 11.00	C\$ 55.00	C\$ 0.00	C\$ 55.00
52	Natura	Botella	4	C\$ 70.00	C\$ 280.00	C\$ 0.00	C\$ 280.00
53	Queso ahumado	Libra	5	C\$ 50.00	C\$ 250.00	C\$ 0.00	C\$ 250.00
54	Club social(galleta)	Cartón	2	C\$ 34.00	C\$ 68.00	C\$ 0.00	C\$ 68.00
55	Azúcar	Libra	10	C\$ 12.00	C\$ 120.00	C\$ 0.00	C\$ 120.00
56	Papel higiénico	Unidad	6	C\$ 22.00	C\$ 132.00	C\$ 0.00	C\$ 132.00
57	Carne de soya	Libra	4	C\$ 36.00	C\$ 144.00	C\$ 0.00	C\$ 144.00
58	Papa	Libra	4	C\$ 18.00	C\$ 72.00	C\$ 0.00	C\$ 72.00

Nº	Concepto	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total	Aporte de los Socios	
						PANTERA	BICU
59	Encendedor	Unidad	4	C\$ 15.00	C\$ 60.00	C\$ 0.00	C\$ 60.00
60	Agua	Galón	10	C\$ 40.00	C\$ 400.00	C\$ 0.00	C\$ 400.00
61	Tang	Caja	1	C\$ 60.00	C\$ 60.00	C\$ 0.00	C\$ 60.00
62	Pan	Bolsa	4	C\$ 30.00	C\$ 120.00	C\$ 0.00	C\$ 120.00
63	Mortadela	Libra	4	C\$ 50.00	C\$ 200.00	C\$ 0.00	C\$ 200.00
64	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$ 5,077.00</b>	<b>C\$ 0.00</b>	<b><u>C\$ 5,077.00</u></b>
						<b>Total Fase</b>	<b><u>C\$ 21,477.00</u></b>
<b>SEGUNDA FASE</b>							
65	<b>Informe Final de Monografía</b>						
66	Impresión Blanco/Negro	Páginas	720	C\$ 4.00	C\$ 2,880.00	C\$ 0.00	C\$ 2,880.00
67	Impresión Color	Páginas	50	C\$ 15.00	C\$ 750.00	C\$ 0.00	C\$ 750.00
68	Encolchado	Páginas	9	C\$ 60.00	C\$ 540.00	C\$ 0.00	C\$ 540.00
69	Empastado	Unidad	3	C\$ 800.00	C\$ 2,400.00	C\$ 0.00	C\$ 2,400.00
70	Fotocopias	Unidad	600	C\$ 1.00	C\$ 600.00	C\$ 0.00	C\$ 600.00
71	Honorarios Tutor	Honorarios	1	C\$ 4,000.00	C\$ 4,000.00	C\$ 0.00	C\$ 4,000.00
72	<b>Sub-Total</b>				<b>C\$ 11,170.00</b>	<b>C\$ 0.00</b>	<b><u>C\$ 11,170.00</u></b>
<b>INVERSIÓN FINAL</b>							
73	<b>Total</b>				<b><u>C\$ 81,232.00</u></b>	<b><u>C\$ 48,585.00</u></b>	<b><u>C\$ 32,647.00</u></b>

## Anexo 2. Cronograma

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																	
No.	Actividades	Año 2017			Año 2018												2019
		meses del Año			meses del Año												
		octubre	noviembre	diciembre	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre	
1	Idea de la investigación																
2	Revisión de la literatura o fuentes bibliográficas																
3	Construcción del Protocolo																
4	Contacto para la compra de equipos y materiales de campo																
5	Revisión del protocolo																
6	Entrega del protocolo e inscripción																
7	Recolección de datos de campo																
8	ordenación y análisis de datos																
9	Borrador del informe																
10	Entrega del informe de investigación y comunicación																
11	Gestión del Título Profesional																

### Anexo 3. Recolección de datos en campo



#### Imágenes:

- A. Extensión de redes de niebla en los sitios de muestreos.
- B. Extracción de murciélagos de las redes.
- C. Traslado de especies dentro de las bolsas de tela.
- D. Toma de datos morfométricas de individuos capturados.

Anexo 4. Especies de murciélagos más representativos en el estudio



*Carollia castanea*



*Artibeus lituratus*



*Dermanura watsoni*



*Glossophaga soricina*



*Myotis riparius*



*Glossophaga commissarisi*

## Anexo 5. Especies por Gremios tróficos

Gremio trófico	Número de especies	Proporción total de especies (%)	Número de individuos	Proporción total de individuos (%)
Insectívoros (INSEC)	17	44	60	16
Nectarívoros (NECT)	4	10	55	14
Carnívoros (CAR)	2	5	3	1
Carnívoros (CAR) - (INSEC)	2	5	5	1
Hematófagos (HEM)	1	3	4	1
Frugívoros (FRUG)	13	33	256	67
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>100</b>	<b>383</b>	<b>100</b>

**Gremio trófico:** Insectívoros (INSEC): se alimentan de insectos; Granívoros (GRAN): se alimentan de granos y semillas; Frugívoros (FRUG) y Herbívoros (HER): se alimentan de frutas y brotes; Nectarívoro (NEC) se alimenta de néctar y polen; Carnívoro (CAR: se alimenta de carne incluyendo peces; Hematófago (HEM): se alimenta de sangre.

**Anexo 6.** Adaptabilidad de las especies al agroecosistema en función de la alteración.

<b>Especie</b>	<b>Tipo I</b> <i>Dependientes del hábitat</i>	<b>Tipo II</b> <i>Vulnerables</i>	<b>Tipo III</b> <i>Adaptables</i>	<b>Referencia</b>
<i>Embalonuridae</i>				
<i>Sacopteryx bilineata</i>	X			3, 4
<i>Diclidurus albus</i>	X			3, 4
<i>Noctilionidae</i>				
<i>Noctilio leporinus</i>	X			3
<i>Mormoopidae</i>				
<i>Pteronotus davyi</i>			X	1, 3, 4
<i>Pteronotus gymnonotus</i>	X			3
<i>Pteronotus parnelii</i>			X	1, 2, 3, 4
<i>Pteronotus personatus</i>	X			3
<i>Mormoops megalophylla</i>			X	1, 3, 4, 5
<i>Phyllostomidae</i>				
<i>Phyllostominae</i>				
<i>Phyllostomus discolor</i>		X		1, 3, 4, 5
<i>Micronycteris brachyotis</i>	X			2, 3, 4, 5
<i>Mimon cozumelae</i>	X			2, 3, 4, 5
<i>Trachops cirrhosus</i>	X			3, 5, 6
<i>Vampyrum spectrum</i>		X		3, 4, 6
<i>Glossophaginae</i>				
<i>Glossophaga soricina</i>			X	1, 2, 3, 5, 6
<i>Leptonycteris sanborni</i>			X	4
<i>Hylonycteris underwoodi</i>	X			3, 4, 5
<i>Choeroniscus godmani</i>		X		1, 3, 4
<i>Carollinae</i>		X		1, 3, 4
<i>Carollia brevicauda</i>		X		1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Carollia perspicillata</i>			X	1, 3, 4, 5, 6
<i>Stenodermatinae</i>				
<i>Sturnira liliium</i>			X	1, 2, 3, 4, 5, 6
<i>Sturnira ludovici</i>	X			3, 4

<b>Especie</b>	<b>Tipo I</b> <i>Dependientes del hábitat</i>	<b>Tipo II</b> <i>Vulnerables</i>	<b>Tipo III</b> <i>Adaptables</i>	<b>Referencia</b>
<i>Uroderma bilobatum</i>			X	1, 3, 4, 5, 6
<i>Platyrrhinus helleri</i>		X		1, 3, 4, 5, 6
<i>Vampyrodes caraccioli</i>			X	1, 3, 4, 5
<i>Vampyresa pusilla</i>	X			3, 4, 5, 6
<i>Chiroderma villosum</i>			X	1, 2, 3, 4, 5
<i>Artibeus jamaicensis</i>			X	1, 2, 3, 5, 6
<i>Artibeus lituratus</i>			X	1, 2, 3, 5, 6
<i>Dermanura tolteca</i>			X	1, 3, 4, 6
<i>Dermanura phaeotis</i>		X		1, 2, 4, 5, 6
<i>Centurio senex</i>		X		3, 4, 5, 6
<i>Desmodontinae</i>				
<i>Desmodus rotundus</i>			X	1, 2, 3, 5
<i>Natalidae</i>				
<i>Natalus stramineus</i>		X		3, 6
<i>Thyropteridae</i>				
<i>Thyroptera tricolor</i>	X			3, 4, 5
<i>Vespertilionidae</i>				
<i>Myotis keaysi</i>		X		1, 3, 5
<i>Eptesicus furinalis</i>	X			3
<i>Bauerus dubiaquercus</i>	X			3, 4, 5
<i>Molossidae</i>				
<i>Molossus rufus</i>			X	1, 3

### Referencias:

- (1) Galindo-González 1999. op. cit.;
- (2) Fenton et al. 1992. op. cit.;
- (3) Medellín et al. 1992. in: Reserva de la Biósfera de Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación: 233-251;
- (4) Estrada et al. 1993. op. cit.;
- (5) Medellín et al. 2000. op. cit.;
- (6) Schulze et al. op. cit. Nomenclatura de acuerdo con Ramírez-Pulido et al. 1996. Occasional papers, The Museum, Texas Tech University 158: 1-62.

