

**ENSAMBLAJE DE MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA:  
PHYLLOSTOMIDAE) Y DISPERSIÓN DE SEMILLAS EN EL BOSQUE SECO  
TROPICAL DEL VALLE DEL PATÍA – NARIÑO.**

**MERCEDES DEL CARMEN ORTEGA MORIANO**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

**ENSAMBLAJE DE MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA:  
PHYLLOSTOMIDAE) Y DISPERSIÓN DE SEMILLAS EN EL BOSQUE SECO  
TROPICAL DEL VALLE DEL PATÍA – NARIÑO.**

**MERCEDES DEL CARMEN ORTEGA MORIANO**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Bióloga**

**ASESORES:**

**M. Sc. JHON JAIRO CALDERÓN LEYTON**

**B. Sc. CHRISTIAN DAVID CABRERA OJEDA**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES  
PROGRAMA DE BIOLOGÍA  
SAN JUAN DE PASTO**

**2017**

### **NOTA DE RESPONSABILIDAD**

Las ideas y conclusiones aportadas en este Trabajo de Grado son Responsabilidad de los autores.

Artículo 1 del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966, emanado por el Honorable Concejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de Aceptación:

---

---

---

---

---

JHON JAIRO CALDERÓN LEYTON

---

Firma del Director

CHRISTIAN DAVID CABRERA OJEDA

---

Firma del Co-director

AIDA ELENA BACA GAMBOA

---

Firma del Jurado

EDUARDO AQUILES GUTIÉRREZ ZAMORA

---

Firma del Jurado

San Juan de Pasto, Agosto 30 de 2017

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios por regalarme la vida y tantas personas que me quieren y apoyan.*

A la Universidad de Nariño por brindarme los espacios para mi formación profesional.

Al Grupo de Amigos para la Investigación y Conservación de las Aves - GAICA por la  
financiación parcial de esta investigación.

Al Grupo de Investigación de Ecología Evolutiva GIEE de la Universidad de Nariño por  
brindarme los espacios y el apoyo logístico en el desarrollo de esta investigación.

A Jhon Jairo Calderón Leyton por su amistad, apoyo, paciencia, por su orientación en el  
desarrollo de este trabajo, pero sobre todo por creer en mí a pesar del paso del tiempo, no hay  
palabras suficientes para darle las gracias por todo.

A Christian David Cabrera Ojeda por su apoyo, tiempo, orientación para llevar a cabo esta  
investigación y por su colaboración en la identificación de los especímenes colectados.

A doña Fanny, don Senover y sus hijos Deiber y Sofía, y a don Chepe por su amabilidad, y apoyo  
en el desarrollo de esta investigación en la vereda Las Juntas.

A mis jurados Aida Elena Baca Gamboa y Eduardo Aquiles Gutiérrez Zamora por su tiempo y  
las observaciones realizadas a este trabajo.

A Oswaldo Arcos y en especial a Mauricio Rodríguez por su apoyo, amistad y colaboración en la  
identificación de las partes de artrópodos.

A Juan Manuel Martínez Troya y Marian Johana Cabrera Pantoja por introducirme al maravilloso  
mundo de los murciélagos y enseñarme lo que se.

A mi hijo y esposo por su tiempo, paciencia y amor, ustedes son el motor de mi vida.

A mi papá José Francisco, mi mami Gloria, mis hermanos Serafín, María, Hernando, Blanca,  
Eduardo y Leonardo por su amor incondicional. En especial a Serafín pues sin tu apoyo no  
hubiese sido posible realizar este trabajo.

A mis sobrinos Cristian y Diego, por tantos momentos compartidos, por las traspachadas, y  
raspadas en campo y por compartir conmigo la locura de trabajar con murciélagos.

A mi cuñada Jenny Elizabeth Estrada Coral por ayudarme siempre con el nene.

A mis amigos Lilian, Andrés y Patricia que siempre me han animado y apoyado.

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi madre

Al amor de mi vida, el ángel que da luz a mi vida, mi hermoso y maravilloso hijo Juan Pablo.

A mi amigo, compañero y amado esposo Pablo.

A mi papá José Francisco por tu amor y comprensión, por tu ejemplo de lucha frente a tantas adversidades

A mi mami Gloria Esperanza y todos mis hermanos Serafín, Hernando, María, Blanca, Eduardo y Leonardo por su amor, su apoyo y creer siempre en mí.

A mis sobrinos Christian y Diego, sin ustedes esto no hubiese sido posible.

## RESUMEN

Se evaluó el aporte del ensamblaje de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en el proceso de dispersión de semillas que se presenta en el Bosque seco Tropical del valle del Patía, ubicado en la vereda Las Juntas del municipio de Taminango – Nariño durante un periodo seco y de transición a lluvias. Se capturó un total de 89 murciélagos de seis especies, pertenecientes a la familia Phyllostomidae, de las cuales se destacan *Phyllostomus hastatus* y *Choeroniscus godmani* que son nuevos registros para la vereda Las Juntas y que no habían sido reportados desde hace 19 años para el Bosque Seco del Patía. Se capturaron tres especies frugívoras: *Artibeus lituratus*, *Artibeus planirostris* y *Carollia perspicillata* que según la clasificación por gremio, comprenden el 95,5% de los individuos capturados durante el muestreo. Se analizaron 48 muestras entre heces y frutos transportados por murciélagos en el momento de la captura, se identificó a *Carollia perspicillata* y *Artibeus lituratus* como los dispersores más importantes. La dieta de los murciélagos frugívoros estuvo compuesta por: *Stenocereus griseus* (Cactaceae), *Terminalia catappa* (Combretaceae), *Muntingia calabura* (Muntingiaceae), *Ficus sp* (Moraceae) y Solanaceae. Se destaca la importancia de *Ficus sp* como especie de sucesión secundaria, *Muntingia calabura* y Solanaceae como plantas pioneras, lo que indica que la interacción entre murciélagos y plantas juega un papel importante en el mantenimiento de la diversidad vegetal y en la regeneración que se presenta en la zona.

**ABSTRACT**

The contribution of the frugivorous bats (Chiroptera: Phyllostomidae) assemblage was evaluated regarding the seed dispersal process that occurs in the Tropical Dry Forest of the Patía Valley, located in the Vereda Las Juntas of the municipality of Taminango - Nariño during a dry period and the transition to a rainfall period. A total of 89 bats of six species belonging to the Phyllostomidae family were captured, including *Phyllostomus hastatus* and *Choeroniscus godmani*, which are new records for the Vereda Las Juntas and had not been reported for a period of 19 years in the Dry Forest of the Patía. Three frugivorous species were captured: *Artibeus lituratus*, *Artibeus planirostris* and *Carollia perspicillata*, which, according to guild classification, comprise 95.5% of the individuals captured during the sampling. 48 samples were analyzed between feces and fruits transported by bats at the time they were captured, *Carollia perspicillata* and *Artibeus lituratus* were identified as the most important dispersers. The diet of frugivorous bats was composed of: *Stenocereus griseus* (Cactaceae), *Terminalia catappa* (Combretaceae), *Muntingia calabura* (Muntingiaceae), *Ficus sp* (Moraceae) and Solanaceae. The importance of *Ficus sp* as a secondary succession species, *Muntingia calabura* and Solanaceae as pioneer plants is highlighted, indicating that the interaction between bats and plants plays an important role in the maintenance of plant diversity as well as in the regeneration that occurs in the zone.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	16
1. OBJETIVOS.....	20
1.1 Objetivo general .....	20
1.2 Objetivos específicos .....	20
2. MARCO TEÓRICO .....	21
2.1 El bosque seco tropical y el ensamblaje de murciélagos frugívoros .....	21
2.2 Dieta en murciélagos frugívoros .....	24
2.3 Dispersión de semillas .....	26
2.3.1 Murciélagos frugívoros y la dispersión de semillas.....	28
2.3.2. Efectividad del dispersor .....	29
2.3.3. La fragmentación y dispersión de semillas .....	31
2.4 Antecedentes.....	32
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	40
3.1 Área de estudio .....	40
3.2 Trabajo de campo .....	41
3.2.1 Muestras vegetales .....	42
3.2.1.1 <i>Colección de plantas y semillas.</i> .....	42
3.2.2 Muestras animales.....	44
3.2.2.1 <i>Captura de murciélagos.</i> .....	44
3.2.2.2 <i>Toma de datos de los individuos capturados.</i> .....	44

3.2.2.3. <i>Identificación de murciélagos</i> .....	45
3.2.2.4 <i>Marcaje</i> .....	45
3.2.2.5 <i>Colección de muestras fecales</i> .....	46
3.3 Trabajo de laboratorio .....	47
3.3.1 Identificación de especies vegetales y partes de insectos en materia fecal .....	47
3.4 Análisis de la información.....	47
3.4.1 <i>Esfuerzo de captura</i> .....	47
3.4.2 <i>Éxito de captura</i> .....	48
3.4.3. <i>Curva de acumulación de especies</i> .....	48
3.4.4. <i>Riqueza de especies</i> .....	49
3.4.5 <i>Abundancia</i> .....	49
3.4.6 <i>Índice de diversidad Shannon – Wiener</i> .....	49
3.4.7 <i>Número efectivo de especies</i> .....	50
3.4.8. <i>Curva de rango abundancia</i> .....	51
3.4.9 <i>Índice de importancia del dispersor (IID)</i> .....	52
3.4.10 <i>Amplitud de Nicho</i> .....	53
3.4.11. <i>Solapamiento</i> .....	53
4. RESULTADOS.....	55
4.1. Composición y estructura del ensamblaje de murciélagos.....	55
4.2. Caracterización de la dieta de murciélagos frugívoros.....	58
4.2.1 <i>Colección de referencia de plantas y semillas</i> .....	58
4.2.2. <i>Semillas consumidas por murciélagos</i> .....	58
4.2.3 <i>Índice de importancia del dispersor (IID)</i> .....	63

4.2.4 Amplitud de nicho alimentario .....	64
4.2.5 Solapamiento de nicho alimentario .....	65
5. DISCUSIÓN.....	67
5.1 Composición y estructura del ensamblaje de murciélagos.....	67
5.2 Caracterización de la dieta de murciélagos frugívoros.....	72
5.2.1 Colección de referencia de plantas y semillas.....	72
5.2.2 Semillas consumidas por murciélagos.....	73
5.2.3 Índice de importancia del dispersor (IID) .....	79
5.2.4 Amplitud de nicho alimentario .....	79
5.2.5 Solapamiento de nicho alimentario .....	80
6. CONCLUSIONES .....	83
7. RECOMENDACIONES .....	84
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	85
ANEXOS.....	97

**LISTA DE TABLAS**

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Interpretación de los valores de riqueza de especies.....	49
Tabla 2. Interpretación de los valores del índice de Shannon – Weiner. ....	50
Tabla 3. Número de individuos y porcentaje de cada especie de murciélagos registrados entre los meses de agosto – octubre del año 2016 en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Cada especie fue clasificada por gremio: F = frugívoros, O = omnívoros, N = nectarívoros. ....	56
Tabla 4. Distribución de registros de semillas, pulpa, restos de insectos y frutos transportados por especie de murciélagos capturados en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. ....	60
Tabla 5. Especies de plantas consumidas por murciélagos frugívoros registradas entre los meses de agosto – octubre del año 2016 en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Se indica el número de muestras con semillas encontradas por especie de murciélago, donde Alit: <i>A. lituratus</i> ; Apl: <i>A. planirostris</i> y Cper: <i>C. perspicillata</i> ...62	62
Tabla 6. Índice de importancia del murciélago frugívoro como dispersor en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.....	64
Tabla 7. Medida de Levins y Medida estandarizada de Levins para amplitud de nicho alimentario de las especies de murciélago frugívoro en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.....	64
Tabla 8. Solapamiento de nicho alimentario calculado mediante el índice de MacArthur y Levins modificado por Pianka para los murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.....	65

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Distribución de coberturas de bosque seco tropical en Nariño.....	23
Figura 2. Ubicación de la zona de estudio.....	41
Figura 3. Colecta y prensado de material vegetal en campo. ....	43
Figura 4. Ubicación de redes de niebla y captura de murciélagos. A: Quebrada Las Juntas, B: Cultivos, C: Captura de un murciélago con la red. ....	44
Figura 5. Toma de algunos datos de los murciélagos capturados. A: Edad del espécimen, en este caso juvenil y B: Medida de la longitud del antebrazo en <i>Artibeus lituratus</i> . ....	45
Figura 6. Marcaje de murciélagos. A: Collar y B: <i>Artibeus planirostris</i> marcado con un collar.....	46
Figura 7. Curva de acumulación de especies para el ensamblaje de murciélagos en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Los números en el extremo de las curvas representan los valores estimados de riqueza para cada estimador empleado. ....	55
Figura 8. Distribución por gremios de la abundancia de los murciélagos capturados en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. ....	57
Figura 9. Curva de rango-abundancia del ensamblaje de murciélagos en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. ....	58
Figura 10. Curva de acumulación de especies vegetales consumidas por murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Los números en el extremo de las curvas representan los valores estimados de riqueza para cada	

	estimador empleado. ....	59
Figura 11.	Composición porcentual de las categorías (semillas, pulpa, restos de insectos y frutos transportados) encontradas en las heces de murciélagos capturados en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. ....	60
Figura 12.	Fruto de <i>Terminalia catappa</i> transportado por <i>Artibeus lituratus</i> . Se observa la impresión de la mordida del murciélago en el fruto. ....	61
Figura 13.	Curva de rango-abundancia de las especies vegetales consumidas por murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. ....	63
Figura 14.	Análisis de cluster con el método de agrupación de Jaccard, donde se observa la similitud de consumo de semillas entre las especies de murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. C.per: <i>Carollia perspicillata</i> , A.pla: <i>Artibeus planirostris</i> y A.lit: <i>Artibeus lituratus</i> . ....	66

**LISTA DE ANEXOS**

	<b>Pág.</b>
Anexo A:	Tabla de registro de la información de campo de los murciélagos capturados... 98
Anexo B:	Fotografías de las especies de murciélagos reportadas en esta investigación..... 99
Anexo C:	Fotografías de las especies vegetales consumidas por murciélagos frugívoros reportadas en esta investigación ..... 101
Anexo D:	Fotografías de partes de insectos encontradas en la materia fecal de murciélagos reportadas en esta investigación ..... 103

## INTRODUCCIÓN

Las interacciones entre especies son un aspecto fundamental de la ecología y resultan de gran interés las que ocurren entre plantas y animales, ya que en ellas se relacionan seres vivos con formas de vida y requerimientos muy distintos, en muchos casos de manera mutualista (Íñiguez-Dávalos, 2005). Los mutualismos pueden jugar un papel crucial en la preservación de la biodiversidad, conocer este tipo de interacciones y las implicaciones de las mismas, genera información relevante acerca de cómo funcionan los ecosistemas, pero además puede ser útil para proponer acciones de conservación y manejo (Molinari, 1993; Traveset, 1999; Traveset, 2002; Íñiguez-Dávalos, 2005).

Una de las interacciones que ocurre principalmente entre plantas y vertebrados en los ecosistemas tropicales, es la frugivoría. Para las plantas es relevante por el mecanismo de dispersión que representa, ya que las semillas son transportadas a sitios adecuados, reduciendo el riesgo de mortalidad por competencia, depredación u otros factores, incrementando la posibilidad de colonizar nuevos hábitats y modificando la tasa de germinación. Muchos animales, por su parte, obtienen de los frutos el aporte energético y nutricional necesario para su mantenimiento, crecimiento y reproducción (Howe & Smallwood, 1982; Molinari, 1993; Lopez & Vaughan, 2004; Íñiguez-Dávalos, 2005).

La propagación de diásporas es considerada como un proceso clave en la determinación de la estructura espacial de las poblaciones vegetales. En las regiones neotropicales muchas especies de plantas dependen de animales vertebrados para la dispersión de sus propágulos, entre los agentes dispersores más importantes están las aves y murciélagos frugívoros (Galindo-González, 1998; Medellín & Gaona, 1999; Galindo-Gonzalez *et al.*, 2000; Ingle, 2003; Almeida *et al.*, 2004).

Entre los mamíferos, los murciélagos frugívoros son el principal grupo dispersor de semillas; ya que contribuyen a la regeneración en hábitats fragmentados y/o áreas perturbadas al diseminar propágulos de plantas pioneras (*Cecropia sp*, *Piper sp*, *Solanum sp*, *Vismia sp*), por su tendencia a frecuentar varios tipos de hábitats (bosques, potreros, cultivos), defecar en vuelo y a su habilidad para llevar frutos a grandes distancias lejos de los individuos parentales (Pijl, 1957; Campos & Ojeda, 1997; Galindo-González, 1998; Galindo-González *et al.*, 2000; García *et al.*, 2000; Lobova & Mori, 2004; Lopez & Vaughan, 2004; Estrada – Villegas *et al.*, 2007). Sin embargo los estudios sobre el consumo de frutos y dispersión de semillas por murciélagos se han realizado principalmente en bosques húmedos tropicales (Bh-T) y son pocas las investigaciones realizadas en bosques secos tropicales (Bs-T) (Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015). Los estudios realizados en bosques húmedos tropicales no pueden ser extrapolados a los Bs-T debido a: 1) la estacionalidad marcada en el Bs-T, 2) la estructura física y arquitectura del bosque, 3) la composición de plantas, y 4) la composición de especies de murciélagos (Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015).

En el neotrópico, los bosques secos se encuentran altamente amenazados por el uso de las tierras con propósitos agrícolas, ganaderos y desarrollo urbano, y por la extracción selectiva de especies arbóreas (Aranguren *et al.*, 2010; Durán & Pérez, 2015). En Colombia, el bosque seco tropical es uno de los ecosistemas menos estudiados y uno de los más amenazados y fragmentados; actualmente solo existe cerca del 1.5% de su cobertura vegetal original de 80.000 km<sup>2</sup> (Etter, 1993; Moreno, 2010; Aranguren *et al.*, 2010; Durán & Pérez, 2015), y poco de él es conservado a través del Sistema de Parques Nacionales Naturales y la Red de Reservas de la Sociedad Civil (Moreno, 2010; Pizano & García, 2014).

En el departamento de Nariño aún persisten algunos remanentes de bosque seco tropical que cumplen un papel importante en el mantenimiento de la biodiversidad al brindar espacios para la supervivencia de especies amenazadas propias de dicho ecosistema, sin embargo la pérdida de cobertura es cada vez mayor y esto deriva en la disminución en la cantidad y calidad de agua y disminución de hábitats, condiciones a las cuales muchas especies no se logran adaptar (IAvH, 1998; Pizano & García, 2014; Calderón *et al.*, 2014). Dado el acelerado deterioro de los ecosistemas, se hace necesario y urgente, conocer los procesos naturales de regeneración en los bosques, la dispersión de semillas es clave para entender tales procesos ya que determina la distribución de las plantas y facilita el mantenimiento natural de los ecosistemas (Aranguren *et al.*, 2010).

Teniendo en cuenta que la administración municipal de Taminango, ha desarrollado programas y proyectos ambientales encaminados a la conservación de nacimientos de agua y dentro de su plan de manejo ambiental se ha contemplado la declaración de la zona de estudio como un área protegida (Calderón, 2014) y que la vereda Las Juntas del municipio de Taminango - Nariño, se constituye en un mosaico heterogéneo de potreros, áreas de cultivo y fragmentos de bosque, fue importante determinar el aporte del ensamblaje de murciélagos frugívoros en el proceso de dispersión de semillas que se presenta en la zona, por ello, con el presente estudio se identificaron a *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus* y *Artibeus planirostris* como murciélagos dispersores, siendo los dos primeros los dispersores más importantes según el índice de importancia del dispersor obtenido y debido a los frutos que consumen, sus estrategias de forrajeo y las distancias abarcadas durante sus vuelos nocturnos (Galindo-González, 1998; Galindo-González *et al.*, 2000; Lopez & Vaughan, 2004; Estrada – Villegas *et al.*, 2007). En cuanto a las especies vegetales dispersadas por estos mamíferos en la zona se encontraron: *Stenocereus*

*griseus* (Cactaceae), *Terminalia catappa* (Combretaceae), *Muntingia calabura* (Muntingiaceae), *Ficus sp* (Moraceae) y una morfoespecie de Solanaceae, se destaca la importancia de *Ficus sp* como especie de sucesión secundaria y *Muntingia calabura* y Solanaceae como plantas pioneras, lo que indica que la interacción entre murciélagos y plantas juega un papel importante en la regeneración de zonas intervenidas y en el mantenimiento de la diversidad vegetal.

Los resultados de este estudio aportaron al conocimiento de la importancia de los murciélagos frugívoros como dispersores primarios de semillas en hábitats fragmentados, como el de la vereda Las Juntas, así la presencia de este grupo debe ser tomada en cuenta para la conservación y manejo de la zona.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1 Objetivo general**

Evaluar el aporte del ensamblaje de murciélagos frugívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en el proceso de dispersión de semillas dentro del bosque seco tropical del valle del Patía ubicado en la vereda las Juntas del municipio de Taminango- Nariño.

### **1.2 Objetivos específicos**

Determinar la composición y estructura del ensamblaje de murciélagos frugívoros del bosque seco tropical del valle del Patía situado en la vereda las Juntas del municipio de Taminango- Nariño.

Identificar las especies vegetales que son consumidas y dispersadas por los murciélagos frugívoros en el bosque seco tropical del valle del Patía localizado en la vereda las Juntas del municipio de Taminango- Nariño.

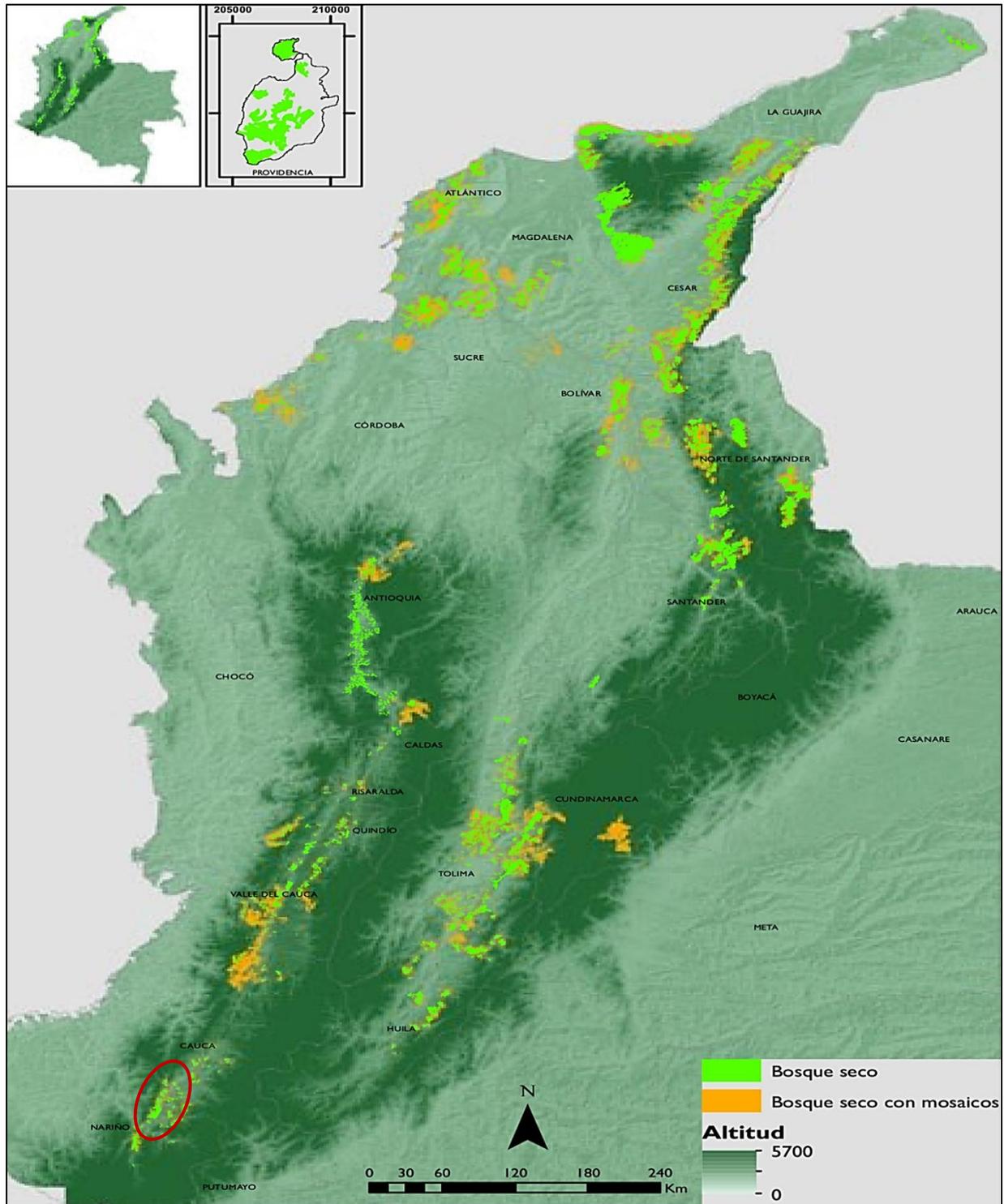
## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 El bosque seco tropical y el ensamblaje de murciélagos frugívoros

El bosque seco tropical (Bs-T) es una formación vegetal intermedia entre la sabana tropical y el bosque húmedo tropical (Sánchez *et al.* 2007), que se distribuye entre los 0-1000 m de altitud, presenta temperaturas superiores a los 24°C y precipitaciones entre los 700 y 2000 mm anuales (IAvH, 1998; Pizano & García, 2014). En Colombia el Bs-T se encuentra en el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región Norandina en Santander y Norte de Santander, el valle del Patía, Arauca y Vichada en los Llanos. En el departamento de Nariño, el Bs-T se ubica sobre las cuencas de los ríos Patía, Mayo y Juanambú, en límites con el departamento del Cauca (Delgado *et al.* 2007) (Figura 1).

Los Bs-T tienen uno o dos periodos marcados de sequía al año (IAvH, 1998), dicha estacionalidad de las lluvias afecta en gran medida los patrones fenológicos de las comunidades vegetales (floración y fructificación) e influye directamente en la disponibilidad de recursos. Esto se ha asociado con cambios en la composición y estructura de los ensamblajes de murciélagos frugívoros, ya que algunas especies en estos hábitats pueden estar en movimiento dentro y fuera de una zona específica en función de la disponibilidad de alimento (Fleming *et al.*, 1972; Heithaus *et al.*, 1975; Bonaccorso, 1978; Molinari, 1993; Chávez & Ceballos, 2001; Stoner, 2005). Los picos de abundancia de frutos generalmente coinciden con el aumento de las precipitaciones, y así mismo los picos de reproducción de murciélagos frugívoros son en última instancia determinados por la disponibilidad de alimentos (Fleming *et al.*, 1972; Heithaus *et al.*, 1975; Bonaccorso, 1978; Chavez & Ceballos 2001).

El Bs-T ha sufrido grandes transformaciones por prácticas como la agricultura, ganadería y deforestación, que han causado la pérdida de vegetación y de poblaciones de animales silvestres (IAvH, 1998; Aranguren *et al.*, 2010; Pizano & García, 2014). Los murciélagos, al igual que la mayoría de las especies, son afectados por la destrucción y fragmentación del hábitat, que puede mermar la abundancia y riqueza de especies (Medellín *et al.*, 2000; Galindo – González, 2004; Vargas *et al.*, 2008; Durán & Pérez, 2015). Las especies de la subfamilia Phyllostominae (familia Phyllostomidae), por sus necesidades ambientales, son muy sensibles a los disturbios del hábitat; sin embargo, las especies de la subfamilia Stenoderminae y Carolliinae (familia Phyllostomidae) se benefician con cierto grado de perturbación ya que aprovechan en gran medida las infrutescencias de las especies de vegetación secundaria y pionera (Medellín *et al.*, 2000; Galindo-González *et al.*, 2000; Galindo – González, 2004). Esto muestra que las especies responden de diferente manera a las condiciones ambientales.



**Figura 1. Distribución de coberturas de bosque seco tropical en Nariño.**

Fuente: Pizano & García, 2014.

## 2.2 Dieta en murciélagos frugívoros

La dieta de cualquier organismo está compuesta por la integración de varios tipos de recursos alimenticios, que proporcionan los requerimientos necesarios para su metabolismo (Calonge, 2009). La dieta y comportamiento de forrajeo de murciélagos frugívoros está afectada por una gran variedad de factores intrínsecos y extrínsecos: los factores extrínsecos incluyen a la abundancia espacio-temporal de frutos, su accesibilidad, tamaño y características nutricionales, competencia, depredación, estructura y variación del hábitat; y los factores intrínsecos hacen referencia a las características específicas del murciélago como la especie, el sexo, la edad, condición reproductiva, tamaño, estatus social, características fisiológicas y anatómicas (Fleming, 1986; Íñiguez-Dávalos, 2005; Loayza *et al*, 2006; Lumbreras, 2012). La conjunción de este gran número de factores influye directamente en el número y especies de murciélagos que explotan cierto recurso alimenticio, mientras que por otra parte la ubicación espacio temporal de las plantas determina de forma parcial la distribución y comportamiento de estos mamíferos (Íñiguez-Dávalos, 2005; Lumbreras, 2012).

La disponibilidad espacio temporal de los recursos es uno de los factores que tiene una mayor influencia sobre el grado de selectividad en la alimentación de los murciélagos frugívoros (Fleming, 1986; Molinari, 1993). Dependiendo de su disponibilidad, estos mamíferos se alimentan de plantas que se caracterizan por la producción de un gran número de frutos durante periodos cortos de tiempo (estrategia “big bang”) o bien de especies que fructifican de manera continua durante un periodo extendido del año, lo que provee un volumen pequeño pero constante de recursos para la fauna (estrategia “steady state”) (Dumont, 2003; Lumbreras, 2012; Suárez – Castro & Montenegro, 2015). Las plantas del género *Ficus* representan al primer tipo, mientras aquellas como *Piper*, *Solanum* y *Cecropia* corresponden al segundo (Dumont, 2003;

Lumbreras, 2012; Suárez – Castro & Montenegro, 2015).

Los murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae se pueden categorizar como frugívoros de sotobosque y como frugívoros de dosel (Dumont, 2003). Los frugívoros de sotobosque (genero *Sturnira* y Subfamilia Carollinae) son considerados especies sedentarias puesto que sus rutas de forrajeo son generalmente las mismas ya que sus recursos son más predecibles espacio-temporalmente; se alimentan de frutos pequeños de alta calidad, bajos en fibra, pero con una gran proporción de nitrógeno, como *Piper* o *Solanum* (Bonaccorso, 1978; Molinari, 1993; Soriano, 2000; Dumont, 2003; Lumbreras, 2012; Suárez – Castro & Montenegro, 2015). Por otro lado, los frugívoros de dosel (Subfamilia Stenodermatinae, excepto *Sturnira*) son considerados nómadas, debido a que migran localmente para buscar plantas de frutos ricos en fibra como los del género *Ficus* (Molinari, 1993; Soriano, 2000; Dumont, 2003; Lumbreras, 2012; Suárez – Castro & Montenegro, 2015).

La mayoría de las especies de murciélagos frugívoros tienen dietas amplias, lo que significa que pueden seleccionar y variar los frutos de los que se alimentan conforme se tornan disponibles a lo largo del año, sin embargo es posible diferenciar una especie núcleo dentro de sus dietas la cual generalmente está disponible la mayor parte del año y es complementada con frutos de otros taxones para cubrir sus requerimientos nutricionales (Fleming, 1986; Loayza et al, 2006; Lumbreras, 2012; Suárez-Castro & Montenegro, 2015). De esta manera, los murciélagos del género *Artibeus* tienden a especializarse por plantas del género *Ficus* (Moraceae), mientras los del género *Carollia* se especializan por las plantas del género *Piper* (Piperaceae), y *Sturnira* en *Solanum* (Solanaceae) (Fleming, 1986; Lumbreras, 2012; Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015).

Algunos autores han postulado que los murciélagos frugívoros suplementan su dieta con proteína derivada de los insectos (McNab, 1971; Fleming, et al. 1972; Heithaus et al., 1975).

Adicionalmente, cuando hay escasez estacional de fruta, una de las estrategias de los frugívoros es subsistir a base de alimentos alternativos, tales como fruta no incluida habitualmente en la dieta, néctar, polen, tallos, follaje, e invertebrados (Molinari, 1993). Sin embargo, estudios recientes realizados con *Carollia perspicillata* y *Artibeus jamaicensis* indican que estas especies son capaces de obtener sus requerimientos de proteína con el consumo exclusivo de frutos (Lumbreras, 2012).

### **2.3 Dispersión de semillas**

La frugivoría es uno de los hábitos alimentarios más comunes en aves y mamíferos del Neotrópico, este comportamiento está relacionado en gran medida con la dispersión de frutos y semillas, uno de los procesos ecológicos más importantes de los ecosistemas boscosos (Howe & Smallwood, 1982; Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015).

La dispersión consiste en la remoción de las semillas de la planta parental por un agente que las deposita lejos de la planta madre. Para ello las plantas han desarrollado varios mecanismos que incluyen: anemócoria, hidrocoria y zoocoria, es decir, dispersión por el viento, el agua y por animales, respectivamente. La dispersión de semillas y frutos por vertebrados es un fenómeno dominante en los bosques tropicales; dependiendo del hábitat, se estima que entre el 50% y 90% de los árboles y arbustos requieren de animales frugívoros para dispersar sus semillas (Howe & Smallwood, 1982; Lovoba & Mori, 2004). Los animales reciben alimento, usualmente en forma de pulpa. Si bien la producción de frutos carnosos representa un costo reproductivo adicional para las plantas, éstas se benefician por el traslado de las semillas a sitios que favorecen la germinación y establecimiento de las plántulas, o donde experimentan menor competencia, depredación y ataque de patógenos (Campos & Ojeda, 1997; Wenny, 2001; Lopez & Vaughan, 2004; Amico & Aizen, 2005; Novoa *et al.*, 2011).

Existen tres tipos básicos de frugívoros que pueden ser definidos por su papel potencial como dispersores de semillas. En primer lugar están los dispersores legítimos, son aquellos frugívoros que ingieren frutos y defecan o regurgitan semillas intactas y viables. Luego, los depredadores de pulpa, que manipulan el fruto y descartan las semillas ingiriendo solamente la pulpa. Finalmente, los depredadores de semillas, quienes descartan la pulpa e ingieren las semillas o consumen el fruto entero digiriendo tanto la pulpa como las semillas (Jordano & Schupp, 2000; Arteaga & Moya, 2002).

Hay cuatro criterios para evaluar la calidad en la dispersión que un frugívoro puede proveer a una planta y de esta manera determinar que especies de animales pueden ser mejores dispersores de una determinada especie vegetal (Lopez & Vaughan, 2004). Los criterios son:

- a) Probabilidad de que una semilla germine después de ser digerida
- b) Tamaño de las semillas que pueden ingerir o trasportar
- c) Probabilidad de que las semillas sean depositadas en un sitio favorable para la germinación y subsecuente establecimiento de una planta
- d) Fiabilidad de visitas hacia una planta con frutos maduros

De los vertebrados frugívoros, las aves y murciélagos son considerados como los mejores dispersores en términos de cantidad de semillas dispersadas, por ser dispersores legítimos de la mayoría de las especies de semillas que ellos ingieren y por la distancia de transporte de semillas (Molinari, 1993; Medellín & Gaona, 1999; Arteaga & Moya, 2002; Amico & Aizen, 2005; Estrada – Villegas *et al.*, 2007). Su capacidad de vuelo les convierte en 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-González, 1998; Traveset 1998; Medellín & Gaona, 1999; Galindo-González *et al.*,

2000; Ingle 2003). Adicionalmente, se ha reportado que el paso de las semillas por el tracto digestivo de aves y murciélagos ejerce un efecto positivo o no ejerce ningún efecto en su germinación, lo que hace que estos dos grupos sean considerados como dispersores efectivos (Traveset 1998; Amico & Aizen, 2005; Domínguez – Domínguez *et al.*, 2006).

### **2.3.1 Murciélagos frugívoros y la dispersión de semillas**

De los mamíferos, los murciélagos frugívoros de la familia Phyllostomidae constituyen el grupo más importante de dispersores de semillas, por sus hábitos alimenticios, estrategias de forrajeo, cambios de áreas de alimentación y distancias abarcadas durante sus vuelos nocturnos (Galindo-González, 1998; Galindo-González *et al.*, 2000; Lopez & Vaughan, 2004; Estrada – Villegas *et al.*, 2007), siendo la quiropterocoria muy frecuente en familias de plantas como: Moraceae, Piperaceae, Arecaceae, Anacardiaceae, Sapotaceae, Solanaceae y Meliaceae (Pijl, 1957; Heithaus *et al.*, 1975; Fleming & Heithaus, 1981; Galindo-González, 1998).

Los murciélagos frugívoros seleccionan frutos maduros de varias especies alternando su consumo durante la noche y en las distintas épocas del año. Esto responde a factores de la calidad de nutrientes de cada fruto y debido a requerimientos fisiológicos de los murciélagos, por lo tanto, en algunas ocasiones estos frugívoros aumentan su área de actividad en busca de ciertas especies de plantas, cuyos frutos presenten determinados nutrientes (Galindo-González, 1998; Loayza *et al.*, 2006).

Estos mamíferos pueden dispersar semillas de frutos de varios tamaños. Así, las semillas grandes que no pueden ser digeridas son depositadas en los refugios nocturnos al soltarlas directamente de la boca, después de comer la pulpa del fruto. Mientras que las semillas pequeñas pasan a través del tracto digestivo y son defecadas tanto en los refugios como en ambientes abiertos durante el vuelo, este es el caso de semillas de *Cecropia sp*, *Ficus sp*, *Piper sp*, *Solanum*

*sp.* (Heithaus *et al.*, 1975; Fleming & Heithaus, 1981; Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González, 1998; Tirira, 1998).

Otro aspecto importante es el tiempo de tránsito intestinal de las semillas ingeridas y el efecto de la digestión sobre la germinación de éstas semillas. El tiempo promedio de tránsito intestinal de los murciélagos frugívoros es de 15 a 40 minutos, variando según la especie de murciélago y las especies de plantas de las que se alimentan; mientras más tiempo permanezcan las semillas en los intestinos de los murciélagos y mayor el número de áreas de alimentación visitadas durante la noche, mayor será la probabilidad de que éstas sean dispersadas a mayor distancia (Galindo-González, 1998).

Los murciélagos frugívoros son considerados uno de los grupos más efectivos en la dispersión de semillas en regiones tropicales, ya que sólo consumen frutos maduros, los propágulos son depositados a distancias mucho más grandes que las que produciría cualquier otro mamífero y frecuentemente son depositados en áreas abiertas, como por ejemplo, los potreros. Los murciélagos de la subfamilia Stenodermatinae (familia Phyllostomidae) dispersan semillas de manera muy eficiente en sitios perturbados y áreas desprovistas de cubierta vegetal, probablemente la regeneración de la vegetación en potreros abandonados dependa en gran medida de este grupo (Galindo-González, 1998; Galindo-González *et al.*, 2000).

### ***2.3.2. Efectividad del dispersor***

No todos los frutos que son removidos y digeridos por animales resultan en una diseminación efectiva de propágulos. Esto depende de la cantidad de semillas removidas y de la calidad de la dispersión (Jordano & Schupp, 2000; Schupp *et al.*, 2010). En algunas ocasiones, el paso de las diásporas por el tracto digestivo del dispersor influye en su capacidad de germinación, así, los jugos y movimientos gástricos, la longitud del tracto digestivo y tiempo de retención de las

semillas pueden afectarlas positivamente incrementando su porcentaje y velocidad de germinación (Howe & Smallwood, 1982; Galindo-González, 1998; Traveset, 1998), o en el caso contrario afectarlas negativamente disminuyendo la germinación por daños en el embrión, pero también puede ser neutra no afectando el propágulo (Domínguez – Domínguez *et al.*, 2006). De acuerdo con lo anterior los animales que influyen en este proceso de forma positiva o neutra en la germinación son considerados dispersores efectivos.

Experimentos de germinación realizados con diásporas que han pasado a través del tracto digestivo de murciélagos sugieren que algunas especies de plantas (*Cecropia peltata*, *Ficus luschnathiana* y *Solanum bazenii*) se benefician, en términos de mejorar la germinación (Howe & Smallwood, 1982; Fleming & Williams, 1990; Galindo-González, 1998). Por otra parte, los murciélagos benefician directamente a la planta de la que se alimentan al digerir las semillas de los frutos y defecarlas sin pulpa, ya que las que permanecen con la pulpa son generalmente destruidas por hongos (Fleming & Williams, 1990; Galindo-González, 1998; Lopez & Vaughan, 2004).

En general se ha reconocido la efectividad de los murciélagos frugívoros en la dispersión de semillas desde el punto de vista cuantitativo gracias al elevado consumo de frutos noche a noche (Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González *et al.*, 2000; Ingle, 2003). Dicha efectividad también se ha reconocido desde el punto de vista de la regeneración, puesto que dispersan especies de distintos hábitos: trepadoras (*Gurania*), arbustos pioneros (*Piper*) o árboles y palmas de bosque primario (*Quararibea*, *Dipteryx*, *Socratea*) (Bizerril & Raw, 1998). Más aún, los murciélagos pueden diseminar propágulos al defecar mientras vuelan o al estar perchados en refugios nocturnos (Heithaus *et al.*, 1975; Bizerril & Raw, 1998; Galindo-González *et al.*, 2000). Además de estas características, son importantes dispersores, dada su capacidad de sobrevolar hábitats

intervenidos (subfamilias Stenodermatinae y Carrollinae) y diseminar las semillas consumidas en estos lugares. De este modo, los murciélagos promueven la sucesión con una cantidad de semillas considerable y con plantas de distintos hábitos (Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González *et al.*, 2000; Ingle, 2003; Estrada – Villegas *et al.*, 2007).

### ***2.3.3. La fragmentación y dispersión de semillas***

La pérdida de bosques y selvas por efecto de la deforestación y el cambio de uso del suelo es un grave problema de conservación. La transformación de bosques en tierras agropecuarias ha convertido la cubierta vegetal en un paisaje heterogéneo, formando fragmentos de bosque, rodeados de pastizales, áreas de cultivos, vegetación secundaria, etc. (Saunders *et al.*, 1991; Murcia, 1995; Galindo – González, 2004).

Las consecuencias de la fragmentación van desde producir cambios en la estructura y composición de las comunidades generando extinciones locales de especies, hasta cambios en las interacciones inter e intra-específicas y cambios en la dinámica del ecosistema (Saunders *et al.*, 1991; Medellín *et al.*, 2000; Galindo – González, 2004).

Entre las interacciones ecológicas que se ven modificadas por la fragmentación esta la dispersión de semillas. Es sabido que la ornitocoria se ve disminuida por la renuencia de las aves a sobrevolar sectores desprovistos de vegetación así como por la ausencia de sitios de percha en estos hábitats, donde puedan defecar (Galindo-González *et al.*, 2000; Ingle, 2003). Por otro lado, los murciélagos dispersan más semillas que las aves en hábitats que han sufrido intervención antrópica y los convierte en los dispersores más importantes fuera del bosque, al diseminar diásporas de plantas pioneras que iniciaran la regeneración natural en dichos hábitats; una vez se creen perchas para las aves, la lluvia de semillas que ellas generen puede promover una regeneración más diversa (Medellín & Gaona, 1999; Galindo-González *et al.*, 2000; Estrada –

Villegas *et al.*, 2007).

## 2.4 Antecedentes

Medellín y Gaona (1999), estudiaron la lluvia de semillas generadas por aves y murciélagos en cuatro tipos de hábitat de la selva Lacandona (Chiapas, México): maizales, bosque maduro, campos antiguamente abandonados y plantaciones de cacao. Encontraron que en todos los hábitats, los murciélagos dispersaron más semillas que las aves, tanto en diversidad como abundancia. Sin embargo muchas de las plantas pioneras en la regeneración del bosque, como es el caso de *Cecropia*, fueron igualmente dispersadas por ambos grupos. Encontraron también especies vegetales diseminadas específicamente por aves o murciélagos. Otro aporte importante de este trabajo, es que las semillas del bosque fueron las más comunes en la dieta de ambos grupos.

Galindo – González *et al.*, (2000) analizaron la lluvia de semillas producida por murciélagos y aves frugívoras bajo árboles aislados en pastizales del paisaje fragmentado en los Tuxtlas (México) y registraron 20 especies de murciélagos, de las cuales el 83% corresponden a frugívoros; las especies dominantes fueron: *Sturnira lilium*, *Artibeus jamaicensis*, *Carollia perspicillata* y *Dermanura tolteca*. En las muestras fecales encontraron 19 especies de semillas de familias tales como: Piperaceae, Moraceae, Solanaceae, Cecropiaceae, y otras. *Sturnira lilium* resultó ser el murciélago dispersor más importante del pastizal. Comparaciones entre los porcentajes y tasas de germinación de las semillas tomadas de frutos maduros y de las semillas defecadas por murciélagos no mostraron diferencias. Las semillas digeridas por los murciélagos germinaron satisfactoriamente durante dos meses, *Piper auritum* y *Cecropia obtusifolia* fueron las especies con porcentajes de germinación más altos (96% y 92% respectivamente), seguidos por *Ficus* (88%) y *Solanum rudepanum* (86%). En este estudio se sugiere que los murciélagos y

aves son importantes dispersores en pastizales ya que dispersan semillas de especies pioneras y primarias (árboles, arbustos, hierbas y epífitas), conectan remanentes de bosque y mantienen la diversidad vegetal. Consecuentemente pueden promover la recuperación de la vegetación leñosa en áreas perturbadas de regiones tropicales húmedas.

García *et al.*, (2000) estudiaron la dispersión de semillas por murciélagos en un área perturbada de la cuenca del río Piracicaba en Brasil, capturaron 16 especies de murciélagos, de las cuales seis fueron frugívoras. Los murciélagos dispersaron 14 especies de plantas; en su mayoría especies pioneras (*Carica papaya*, *Cecropia glaziovii*, *Miconia sp*, *Piper aduncum*, *Piper sp*) y algunas de sucesión secundaria tardía (*Ficus sp* y *Psidium sp*). La mayor diversidad de dieta correspondió a *Artibeus lituratus* y *Carollia perspicillata* y la planta más frecuente en la materia fecal de los quirópteros fue *Cecropia glaziovii*.

Lopez y Vaughan, (2004) evaluaron el rol de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en diferentes hábitats de un bosque húmedo secundario (Costa Rica). Para ello realizaron pruebas de germinación usando semillas defecadas por seis especies de murciélagos. Encontraron que las semillas de *Piper multiplinervium* y *Ficus insípida*, defecadas por *Carollia brevicauda* y *Artibeus jamaicensis*, respectivamente, mostraron un mayor porcentaje de germinación que las semillas no ingeridas por murciélagos. Los murciélagos en este estudio dispersaron semillas entre diferentes tipos de hábitats.

Lou y Yurrita (2005), trabajaron en la selva húmeda de Yaxha (Guatemala) y encontraron 12 especies de murciélagos frugívoros, donde cada especie mostró un mayor consumo hacia ciertos géneros o especies de plantas. Sus resultados mostraron un mayor consumo de *Piper* por *Carollia*, *Piper* y *Solanum* por *Sturnira*, *Ficus* y *Cecropia* por *Artibeus*.

Loayza *et al.*, (2006) investigaron la disponibilidad de recurso y dieta de murciélagos frugívoros en un bosque húmedo montano (Bolivia) y encontraron que el gremio de murciélagos frugívoros estaba fuertemente dominado por especies de sotobosque, en particular del género *Sturnira* y *Carollia*, y que los principales dispersores de semillas de *Solanum riparium*, *Piper elongatum* y *Vismia sp.*, pertenecen al género *Sturnira*.

Moreno – Mosquera *et al.*, (2005) estudiaron la comunidad de murciélagos dispersores de semillas en áreas de bosques secundarios y áreas cultivadas en la cuenca del río Cabí, Chocó-Colombia. Capturaron 176 murciélagos distribuidos en 27 especies, de las cuales 21 correspondieron a la familia Phyllostomidae. Al analizar las muestras fecales y el tracto digestivo de los individuos capturados encontraron que 12 de las 27 especies de quirópteros, reportaron semillas pertenecientes a 19 especies de las familias: Piperaceae, Solanaceae, Moraceae, Clusiaceae, Cecropiaceae y Araceae. *Carollia castanea* fue la especie que consumió el mayor número de recursos, seguida de *Artibeus watsoni*, *A. lituratus*, *C. brevicauda* y *C. perspicillata*.

Estrada – Villegas *et al.*, (2007) estudiaron la dispersión de semillas por murciélagos en cuatro hábitats alrededor del borde de un bosque montano en Colombia, y encontraron que la cantidad total de semillas y la cantidad de especies o morfoespecies dispersadas por murciélagos y aves cambió entre los hábitats estudiados. Encontraron también que los murciélagos dispersaron más especies o morfoespecies de semillas que las aves fuera del bosque y que dichos propágulos corresponden a especies pioneras como *Cecropia telealba*, *Vismia guianensis* y varias morfoespecies de Solanáceas. Esto convierte a los murciélagos en los dispersores más importantes fuera del bosque y pueden ser los principales responsables de la llegada de las especies vegetales que iniciarán la regeneración natural.

Sánchez *et al.*, (2007) estudiaron la composición, la riqueza de especies y la abundancia relativa de grupos de murciélagos en los bosques secos colombianos de Chicamocha y Patía. En Chicamocha, capturaron 11 especies de la familia Phyllostomidae y 2 de Vespertilionidae, siendo las especies más comunes *Glossophaga longirostris* y *Sturnira lilium*. En la región del Patía, encontraron una baja abundancia que parece estar relacionada con disturbios humanos, capturaron 12 especies todas de Phyllostomidae y las especies más comunes fueron *Artibeus jamaicensis*, *Carollia perspicillata* y *Phyllostomus discolor*. Detectaron claras diferencias en el número de capturas de las especies compartidas entre Chicamocha y Patía, así *S. lilium* fue la especie más frecuente en Chicamocha, pero rara vez fue capturada en Patía. Las especies *C. perspicillata* y *P. discolor* no fueron frecuentes en Chicamocha, pero fueron relativamente abundantes en Patía. Los murciélagos de la zona árida, *G. longirostris* y *Rhogeessa io* no se capturaron en Patía y sugieren que esta ausencia puede estar asociada con el aislamiento de esta región de otras zonas secas septentrionales de Colombia. Determinaron que las especies de murciélagos filostómidos más abundantes en los dos bosques secos estudiados son aquellas que incluyen fruta y / o néctar-polen de los cactus columnares como una proporción importante de sus dietas.

Calderón y Ortega (2009), determinaron la composición y estructura de la comunidad de murciélagos y la dieta del gremio de frugívoros presentes en un bosque subandino fragmentado en la Reserva Natural El Charmolan ubicada en la vereda Hatotongosoy del municipio de Buesaco – Nariño (Colombia), entre julio de 2005 y junio de 2007. Registraron un total de 267 murciélagos correspondientes a 10 especies de las familias Phyllostomidae y Vespertilionidae. La familia mejor representada fue Phyllostomidae (nueve especies) y los murciélagos frugívoros de las subfamilias Stenodermatinae y Carollinae fueron el gremio predominante (183 individuos

capturados), seguido de los nectarívoros (80 individuos capturados). Las especies dominantes fueron *Artibeus lituratus* y *Anoura geoffroyi* con el 31,1 y 30% de las capturas totales, respectivamente. Encontraron seis morfotipos de semillas en las muestras fecales colectadas, pertenecientes a las familias Moraceae, Piperaceae, Solanaceae y Passifloraceae, siendo *Ficus sp* consumida por *Artibeus lituratus* y *Platyrrhinus dorsalis*; *Piper sp3* y *Solanum sp* por *Sturnira erythromos*; *Piper spp* y *Passiflora alnifolia* por *Carollia perspicillata*; y *Piper sp1* e insectos por *Carollia brevicauda*.

Estrada – Villegas *et al.*, (2010) realizaron el análisis sobre la dieta de algunas especies de murciélagos en un bosque subandino colombiano y encontraron que la dieta del género *Sturnira* y de *C. brevicauda* estuvieron asociadas a especies de plantas pioneras de la familia Solanaceae y Piperaceae. Los estenodermatinos se asociaron a *Cecropia telealba* y a una especie de *Ficus*, siendo la primera, junto a *Piper aduncum*, el recurso alimentario más representativo para el gremio de los frugívoros.

Ríos - Blanco (2010) evaluó la dieta y la dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical en la hacienda Betanci, Córdoba (Colombia). Capturó un total de 280 individuos pertenecientes a las familias Phyllostomidae y Emballonuridae, siendo el gremio de los frugívoros el mejor representado con un 91,2% de los individuos capturados. *Artibeus planirostris*, *Uroderma bilobatum*, *Carollia perspicillata* y *Artibeus lituratus* fueron las especies más representativas. Encontró un total de 23 morfotipos de semillas en las muestras fecales colectadas, pertenecientes a las familias Moraceae, Hypericaceae, Urticaceae y Piperaceae. La amplitud de la dieta mostró que a pesar de que las especies del género *Artibeus* consumen un buen número de recursos, tienen una clara preferencia por *Ficus*, en contraste, otras especies como *Carollia perspicillata* presentaron una dieta más variada en cuanto a los géneros de las

plantas que consumen, los cuales corresponden a *Ficus*, *Vismia*, *Cecropia* y *Piper*. Mediante pruebas de germinación en campo de las semillas presentes en la materia fecal de los murciélagos, encontró diferencias en la tasa de germinación de las semillas que fueron consumidas por más de una especie de murciélago, por lo cual sugiere que el dispersor ejerce un efecto sobre la germinación de las semillas que consume.

Novoa *et al.*, (2011) evaluaron el rol de los murciélagos frugívoros como dispersores de semillas en tres tipos de hábitats del Perú, encontraron que los murciélagos frugívoros están presentes en todos los hábitats evaluados y que las especies de plantas más consumidas por ellos corresponden a las familias Moraceae, Piperaceae y Solanaceae. Determinaron que *C. perspicillata* y *A. fraterculus* son los dispersores más abundantes e importantes en los hábitats evaluados.

Velandia - Perilla *et al.*, (2012) describieron la estructura y composición del ensamblaje de murciélagos presentes en el sotobosque de la Isla Palma, en el departamento del Valle del Cauca, Colombia. Realizaron 364 capturas y registraron doce especies pertenecientes a cuatro familias, de las que destaca Phyllostomidae porque fue la más abundante y presentó nueve especies. Los murciélagos frugívoros fueron los más representativos y *Carollia perspicillata* la especie con mayor frecuencias de captura.

Chávez (2012) describió la composición y estructura del ensamblaje de murciélagos de sotobosque y evaluó su relación con la precipitación en el bosque secundario en regeneración de la reserva La Mariposa, Valle del Cauca, Colombia. Registró un total de 131 individuos y 12 especies de murciélagos, de dos familias: Phyllostomidae y Vespertilionidae. En general, observó que la quiróptero fauna del sotobosque estuvo dominada por filostómidos frugívoros de la subfamilia Stenodermatinae (siete especies) y Carrollinae (dos especies), siendo las especies más

comunes *Artibeus lituratus*, *Sturnira lilium* y *Carollia brevicauda*. Se destaca el hecho de que no se encontraron representantes de la subfamilia Phyllostominae, los cuales son vulnerables a la fragmentación del hábitat, pero si se registró la especie *Desmodus rotundus*, que es propia de áreas con alta intervención antrópica. Reportó una posible correlación entre la precipitación, la abundancia y diversidad de especies encontradas.

Durán y Pérez (2015), determinaron la estructura y composición de los ensamblajes de murciélagos en dos zonas de bosque seco tropical del departamento de Sucre en Colombia. Capturaron 427 murciélagos pertenecientes a 26 especies y 4 familias, siendo Phyllostomidae la más abundante (418 individuos correspondientes al 97.9% de todas las capturas) y la de mayor riqueza (20 especies). En cuanto a la estructura trófica, sobresale el gremio de los frugívoros representado por 11 especies de las subfamilias Stenodermatinae y Carrollinae (familia Phyllostomidae). *Artibeus planirostris* fue la especie más abundante con 139 individuos, seguido por *Phyllostomus discolor* con 56.

Cabrera-Ojeda *et al.*, (2016) analizaron la riqueza, diversidad alfa y beta, composición y similitud del ensamblaje de murciélagos en tres tipos de vegetación con diferente grado de intervención en el Bosque Seco Tropical de Nariño ubicado en los municipios de El Peñol (Vereda La Toma) y Taminango (Veredas Algodonal y Las Juntas). El ensamblaje de murciélagos en estos sitios estuvo conformado por especies frugívoras, nectarívoras y hematófagos principalmente, aunque se resalta la presencia del murciélago espectral *Vampyrum spectrum* como un controlador importante de poblaciones de mamíferos y aves. Entre las tres localidades visitadas capturaron un total de 60 murciélagos y registraron nueve especies pertenecientes a la familia Phyllostomidae; para la vereda Las Juntas del municipio de Taminango se registraron las siguientes especies: *Carollia perspicillata*, *Artibeus lituratus*,

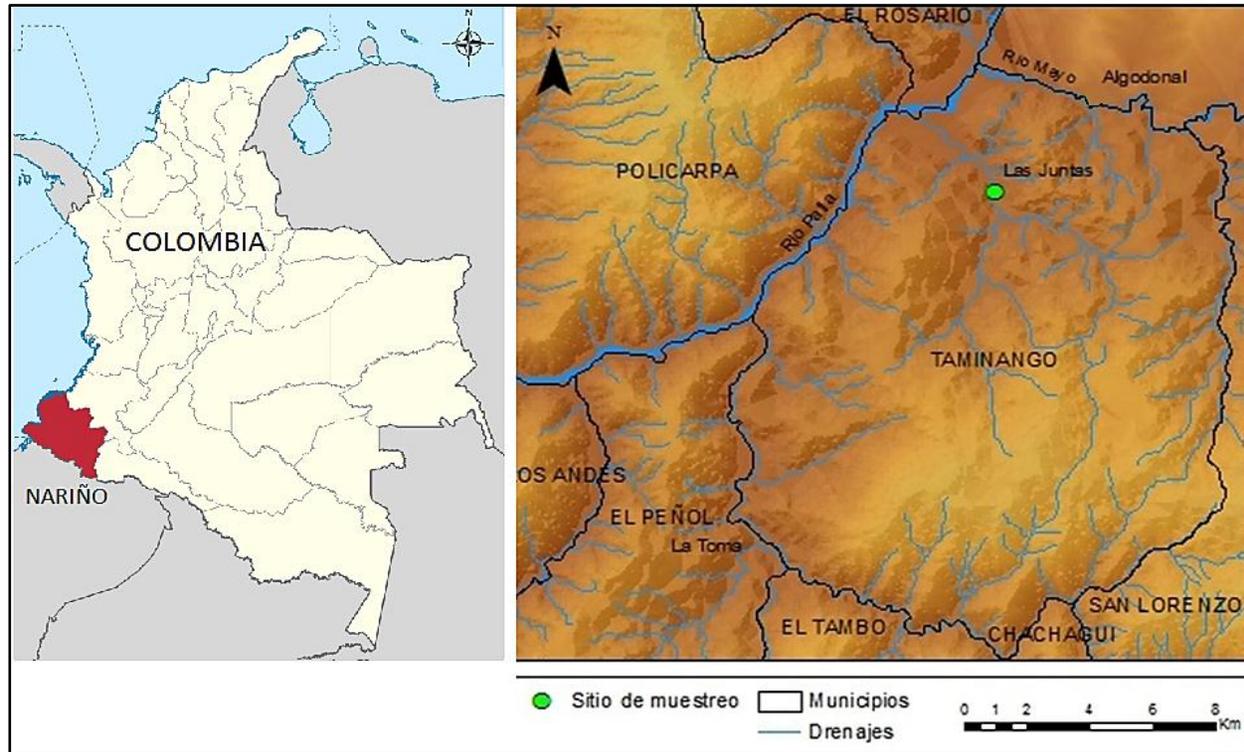
*Artibeus planirostris*, *Glossophaga soricina*, *Phyllostomus discolor* y *Desmodus rotundus*, de las cuales *Carollia perspicillata* presentó una marcada dominancia frente a las demás especies que presentaron bajas abundancias.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudio

El estudio se realizó en el bosque seco tropical del valle del Patía, ubicado en el departamento de Nariño, municipio de Taminango, en la vereda Las Juntas que presenta una altitud de 591 m.s.n.m. (Figura 2). La vegetación es xerofítica, espinosa, achaparrada, con presencia de cactus, *Opuntia sp* y plantas con látex del género *Euphorbia*. En esta formación vegetal sobresalen *Handroanthus chrysanthus* (guayacán), *Zanthoxylum fagara* (uña de gato), *Caesalpinia andreana*, *Acacia pennatula* (Guayaco), *Lippia alba* (Oregano) y *Croton ferrugineus* (Jurado & Herrera, 2014).

En la zona se destaca la quebrada Las Juntas que pertenece a la cuenca del río Patía y cerca de la cual hay asentamientos humanos. Se encuentran cultivos de mandarina, maní y limón, la vegetación ribereña es escasa y ha sido transformada, se encuentra ganado bovino, caprino y porcino (Jurado & Herrera, 2014).



**Figura 2. Ubicación de la zona de estudio.**

Fuente: Cabrera-Ojeda *et al.*, 2016.

En general las condiciones climáticas en la zona muestran un paisaje de condiciones cálidas secas áridas y semiáridas con temperatura promedio mayor de 24°C, precipitación promedio mensual entre 50 y 300 mm, con dos períodos de lluvias que se extienden de marzo a mayo y octubre a diciembre, siendo noviembre el mes más lluvioso y el más seco el de agosto (Calderón, 2014; Narváez *et al.*, 2014). Presenta una humedad relativa promedio mensual del 70%, evaporación de 117 ml por mes y características de cielo despejado la mayor parte del año con brillo solar de hasta 210 horas mes y nubosidad máxima de 6 horas (Calderón, 2014).

### 3.2 Trabajo de campo

Se realizaron tres muestreos de ocho días cada uno entre agosto y octubre de 2016, en la transición de temporada seca (agosto y septiembre) a temporada de lluvias (primeros días de

octubre). Las fechas de las salidas se establecieron teniendo en cuenta los cambios lunares porque los murciélagos evitan volar o reducen su forrajeo al mínimo cuando hay luz de luna ya que ésta los hace más evidentes a los depredadores (Galindo-González, 1998).

### ***3.2.1 Muestras vegetales***

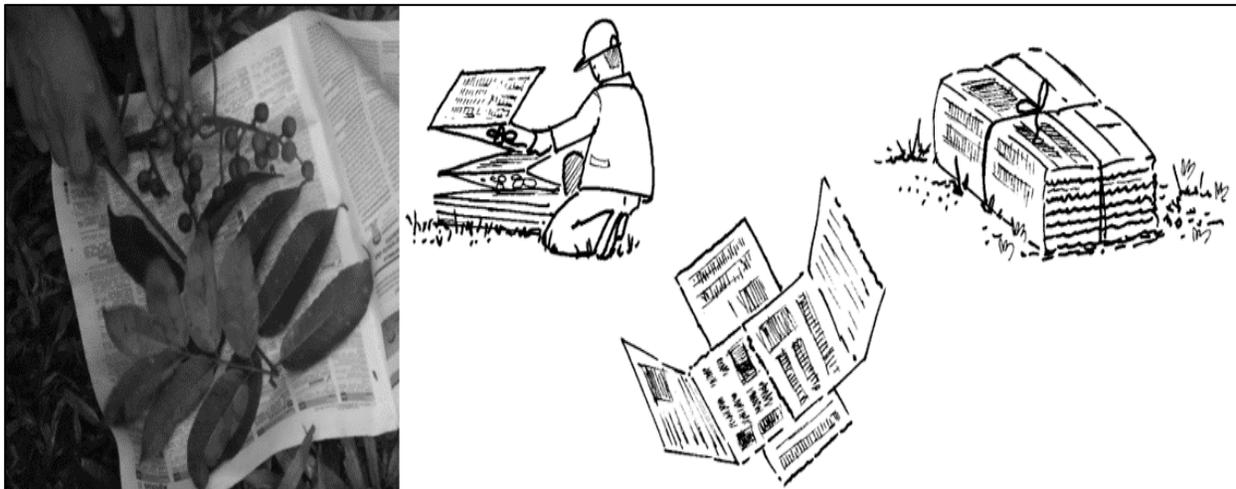
#### *3.2.1.1 Colección de plantas y semillas.*

Con el fin de obtener una colección de referencia de plantas y semillas se realizaron recorridos a través del área de estudio y se colectaron muestras de las especies vegetales que se encontraban en fructificación y que eran alimento potencial para murciélagos (Martínez, 2007). Se tomaron datos para facilitar la identificación taxonómica tales como: altura aproximada de la planta, hábito o estratificación (herbáceo, arbustivo o arbóreo), color de las flores y frutos, presencia de exudado, látex, o de algún aroma característico, presencia de espinas, aguijones, lenticelas, tricomas y forma de las hojas. Cada muestra de aproximadamente 30 cm de longitud, se colocó en el interior de una bolsa plástica que se rotuló con la fecha, lugar y código de colecta (Villarreal *et al.*, 2006).

En una zona adecuada para trabajar con el material colectado, se retiraron las muestras de las bolsas y cada una se ubicó entre hojas de papel periódico procurando distribuir las por toda el área del mismo y teniendo en cuenta que las hojas de las plantas estuvieran acomodadas en un sentido haz-envés, para poder observar la forma de las hojas por ambos lados (Figura 3). En el margen de los papeles periódicos utilizados para prensar cada muestra se escribió con marcador indeleble la fecha, lugar y código de colecta correspondiente (Villarreal *et al.*, 2006).

Posteriormente se apilaron los periódicos que contenían el material colectado y se utilizó más papel periódico para “empacar” todas las muestras apiladas como medida de protección y se hizo presión al paquete para atarlo con cuerda plástica en forma de cruz (Figura 3). Para conservar los

ejemplares hasta su prensado definitivo y secado, el paquete se colocó dentro de una bolsa plástica transparente y se preservó del ataque de animales y hongos adicionando una cantidad suficiente de etanol al 70 %, para que todos los papeles periódicos quedaran completamente humedecidos pero teniendo en cuenta que el exceso de alcohol podía destruir los papeles periódicos o deteriorar las muestras durante el transporte. Finalmente se sacó el aire que quedó dentro de la bolsa y se cerró para evitar la evaporación del alcohol (Villarreal *et al.*, 2006). La bolsa con las muestras fue transportada hasta la ciudad de Pasto para el secado y posterior identificación del material vegetal en el herbario PSO de la Universidad de Nariño.



**Figura 3. Colecta y prensado de material vegetal en campo.**

Fuente: Villarreal *et al.*, 2006.

En cuanto a las semillas, éstas se colectaron de los frutos maduros para evitar la presencia de propágulos inmaduros en la muestra, ya que pueden presentar características morfológicas diferentes a las diásporas maduras y viables. Las semillas se depositaron en tubos Eppendorf de 1,5 ml, con una solución de etanol al 70% y glicerina en una proporción 2:1, éstos se almacenaron a temperatura ambiente y rotularon con la fecha de colecta, el sitio y el código de la muestra vegetal de la cual provenían (Martínez, 2007).

### 3.2.2 Muestras animales

#### 3.2.2.1 Captura de murciélagos.

Para la captura de murciélagos se emplearon 92 metros de redes de niebla (cinco redes de 10 x 2.5 m, tres de 8 x 2,5 m, una de 6 x 2,5 m y una de 12 x 2,5 m y ojo de malla 30 mm) durante un total de 23 noches efectivas de muestreo, los muestreos se realizaron desde las 18:00 hasta las 02:00 horas con revisiones cada 30 o 60 minutos. Los murciélagos capturados se manipularon con guantes y se colocaron dentro de bolsas de tela de 25 cm de largo por 20 cm de ancho para su procesamiento en un lugar próximo al sitio de muestreo (Figura 4).

#### 3.2.2.2 Toma de datos de los individuos capturados

Para cada murciélago capturado, se registró la hora y sitio de captura, sexo (a través de la inspección visual de sus genitales), edad del espécimen (juvenil o adulto), peso y longitud del antebrazo; esto con el fin de facilitar la identificación de los individuos (Anexo A) (Figura 5).



**Figura 4. Ubicación de redes de niebla y captura de murciélagos. A: Quebrada Las Juntas, B: Cultivos, C: Captura de un murciélago con la red.**

Fuente: Esta investigación.



**Figura 5. Toma de algunos datos de los murciélagos capturados. A: Edad del espécimen, en este caso juvenil y B: Medida de la longitud del antebrazo en *Artibeus lituratus*.**

Fuente: Esta investigación.

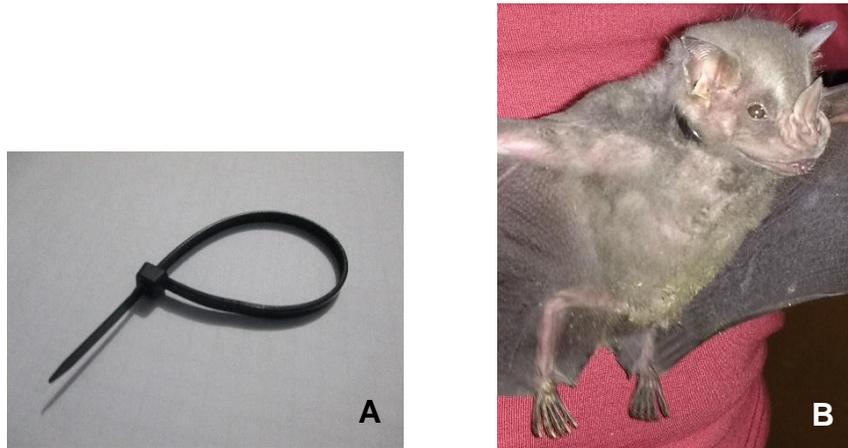
### 3.2.2.3. Identificación de murciélagos

Para la identificación en campo de los murciélagos se empleó la guía de murciélagos del Ecuador de Albuja (1999), la guía de campo de los mamíferos del Ecuador de Tirira (2007) y la guía Ilustrada de mamíferos del Cañón del Río Porce – Antioquia de Cuartas-Calle y Cardona (2014). Los individuos que presentaron dificultad en la identificación taxonómica se colectaron y compararon con la colección del Museo de Historia Natural de la Universidad de Nariño (PSO–CZ).

### 3.2.2.4 Marcaje

Los individuos capturados se marcaron empleando correas de amarre numeradas a manera de collares con el objeto de diferenciar individuos e identificar posibles recapturas, posteriormente

los individuos fueron liberados (Martínez, 2007). (Figura 6).



**Figura 6. Marcaje de murciélagos. A: Collar y B: *Artibeus planirostris* marcado con un collar.**

Fuente: Esta investigación.

#### 3.2.2.5 Colección de muestras fecales

La materia fecal se colectó en el momento de captura de los murciélagos puesto que generalmente éstos defecan mientras están siendo liberados de la red (Lopez & Vaughan, 2004). Cuando los individuos no presentaron materia fecal al momento de la captura, se colocaron en bolsas de tela por un periodo de 30 minutos, tiempo suficiente para que el animal defecue puesto que el tiempo promedio de tránsito intestinal de los murciélagos frugívoros varía entre 15 – 40 minutos (Galindo-González, 1998).

La materia fecal se depositó en tubos Eppendorf de 1,5 ml, con una solución de alcohol al 70% y glicerina en una proporción 2:1. Los tubos se rotularon con la fecha y sitio de colecta, la especie de murciélago de la cual provenía la muestra, número de collar del animal y se conservaron a temperatura ambiente (Martínez, 2007).

### **3.3 Trabajo de laboratorio**

#### ***3.3.1 Identificación de especies vegetales y partes de insectos en materia fecal***

Las muestras fecales fueron transportadas al laboratorio del Grupo de Investigación de Ecología Evolutiva de la Universidad de Nariño, donde se examinaron en estereoscopio y se clasificaron en cuatro categorías: a) semillas, b) pulpa (fragmentos de frutos digeridos sin presencia de semilla), c) insectos (partes de insectos) y d) frutos transportados (frutos completos transportados por murciélagos en la captura). Una hez puede contener una o varias especies de semillas, cada especie de semilla representó una muestra diferente (Lou & Yurrita, 2005; Martínez, 2007).

Las semillas encontradas fueron comparadas e identificadas con la colección de referencia elaborada en este trabajo y utilizando el manual de identificación de semillas de Martin y Barkley (1961). La identificación de las partes de insectos se realizó con bibliografía especializada como la guía de insectos de Borror y White (1970) y por comparación con ejemplares de la colección entomológica de la Universidad de Nariño.

### **3.4 Análisis de la información**

#### ***3.4.1 Esfuerzo de captura***

Para establecer la representatividad del muestreo se calculó el esfuerzo de captura, el cual se expresa en horas-red, donde una hora-red equivale a una red de 12 metros abierta durante una hora. Para calcular el esfuerzo de captura se anotó el número total de metros de redes y el número total de horas durante las cuales permanecieron abiertas; este último se calculó teniendo en cuenta la hora de apertura de las redes (hora en la cual se abrió la última red) y la hora de cierre de las mismas (momento en que se cerró la primera red) (Villarreal *et al.*, 2006; Martínez, 2007).

Esfuerzo de captura:  $N \times H \times R$

Dónde:

$N$  = número de noches

$H$  = horas que permanecieron abiertas

$R$  = total metros redes/12

### ***3.4.2 Éxito de captura***

El éxito de captura (EC) fue calculado como un indicador del número posible de individuos que se puede capturar en una hora-red (Martínez, 2007). Éste cálculo es una unidad de medida estándar internacional para mostrar la abundancia relativa de murciélagos (Pérez-Torres, 2004; Ríos-Blanco, 2010).

$$E.C = \frac{IN}{RH}$$

Dónde:

$I$  = número total de individuos capturados

$N$  = número de noches de muestreo

$R$  = total metros redes/12

$H$  = horas de muestreo totales

### ***3.4.3. Curva de acumulación de especies***

La representatividad del muestreo se evaluó a través de la curva de acumulación de especies, que relaciona los valores observados de la riqueza con los valores esperados a partir de estimadores, en este caso se utilizaron tres estimadores: uno basado en abundancia (ACE), otro no paramétrico (Chao 1) y un estimador paramétrico (Michaelis-Menten) (Villarreal *et al.*, 2006; Martínez, 2007; Cabrera-Ojeda *et al.*, 2016) mediante el programa EstimateS versión 9.1

(Colwell, 2013) con 100 aleatorizaciones.

#### **3.4.4. Riqueza de especies**

La riqueza de especies es definida como el número de especies o taxones en una comunidad (Moreno, 2001):

$$S = \text{número de especies}$$

Los valores de riqueza pueden interpretarse según la siguiente tabla:

**Tabla 1.**

***Interpretación de los valores de riqueza de especies.***

Riqueza (S)	Característica
< 5	Muy baja riqueza
> 5 – 10	Baja riqueza
> 10 – 15	Riqueza media
> 15 – 20	Alta riqueza
> 20	Muy alta riqueza

Fuente: Caviedes, 1999.

#### **3.4.5 Abundancia**

Se define como el número de individuos que pertenecen a una misma especie o población (Moreno, 2001).

#### **3.4.6 Índice de diversidad Shannon – Wiener**

El índice de Shannon mide la heterogeneidad de la comunidad, el valor máximo indica una situación en la cual todas las especies son igualmente abundantes. Es utilizado cuando los datos son una muestra representativa de la comunidad, se puede utilizar

cualquier base logarítmica, para este estudio se utilizó el logaritmo natural (Moreno, 2001).

$$(Shannon) = H' = - \sum (p_i * \ln p_i)$$

Dónde:

$p_i$ , es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividida entre el número total de individuos de la muestra (Moreno, 2001).

Para la interpretación de los valores de diversidad se tuvo en cuenta la siguiente tabla:

**Tabla 2.**

***Interpretación de los valores del índice de Shannon – Weiner.***

Diversidad alfa	Característica
< 1	Muy baja diversidad
> 1 - 1,8	Baja diversidad
> 1,8 - 2,1	Diversidad media
> 2,1 - 2,3	Alta diversidad
> 2,3	Muy alta diversidad

Fuente: Caviedes, 1999.

### ***3.4.7 Número efectivo de especies***

La diversidad alfa se midió en términos del número efectivo de especies, que expresa la diversidad que tendría una comunidad con un número de especies igualmente abundantes (Moreno *et al.*, 2011). Este método tiene más sentido biológico que los índices clásicos de diversidad porque el índice se expresa en número efectivo de especies, y no en unidades de información que son complejas de interpretar (Moreno *et al.*, 2011; García – Morales *et al.*, 2011). El número efectivo de especies se obtiene con la fórmula:

$${}^qD = \left( \sum_{i=1}^S p_i^q \right)^{1/(1-q)}$$

Dónde:

${}^qD$  es la diversidad; S es el número de especies;  $p_i$  es la abundancia proporcional de la especie  $i$ , lo cual implica obtener el número de individuos de la especie  $i$  dividida entre el número total de individuos de la muestra; y  $q$  es el orden de la diversidad y define la sensibilidad del índice a las abundancias relativas de las especies, es decir, el valor del parámetro  $q$  determina qué tanto influyen las especies comunes o las especies raras en la medida de la diversidad, y puede tomar los valores de cero (0): Diversidad expresada como riqueza observada, uno (1): Diversidad expresada como exponencial del índice clásico de Shannon (Moreno *et al.*, 2011; García – Morales *et al.*, 2011).

$${}^1D = \exp(H') = \exp\left[-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i\right]$$

#### **3.4.8. Curva de rango abundancia**

Para describir la composición de especies de murciélagos se utilizó la curva de rango abundancia, este análisis permite observar cambios en presencia y abundancia de especies (Feinsinger, 2004). Para la construcción de las gráficas se calculó la proporción de individuos de cada especie de acuerdo a la ecuación:

$$P_i = n_i / N$$

Dónde:  $n_i$ , es el número de individuos de  $i$ ésima especie y N el número total de individuos de todas las especies (Moreno, 2001).

Luego, a cada valor de  $P_i$  se le calculó el logaritmo en base 10. En el eje “x” se ubicaron las especies, de la más abundante a la menos abundante, y en el eje “y” los valores del  $\text{Log}_{10}P_i$  (Feinsinger, 2004).

En la gráfica de rango abundancia, las especies se mencionan con la primera letra de su nombre genérico y las tres primeras letras de su epíteto específico. La longitud de cada línea en la curva, refleja la riqueza S. Si la pendiente de la curva es más plana determina una mayor uniformidad en la distribución de las especies y si la pendiente de la curva es muy pronunciada, entonces existe dominancia numérica de una o varias especies y la uniformidad disminuye (Feinsinger, 2004).

#### **3.4.9 Índice de importancia del dispersor (IID)**

Para evaluar la importancia de cada uno de los murciélagos frugívoros como agente dispersor de semillas se calculó el “Índice de Importancia del Dispersor” (IID) (Galindo-González *et al.*, 2000). Este índice está dado por:

$$\text{IID} = \frac{(S * B)}{1000}$$

Dónde:

B, es la abundancia relativa de la especie de murciélago considerado y se define como el número de capturas de la especie que se está analizando, dividida por el número total de capturas de murciélagos frugívoros y multiplicada por 100.

S, es el porcentaje de las muestras fecales con semillas de esa especie de murciélago y se calcula dividiendo el número de muestras fecales de una especie dada de murciélago que contienen semillas, entre el número total de muestras fecales que contienen semillas y

multiplicando por 100.

El IID varía entre cero y 10. Cero indica heces sin semillas (una especie rara que dispersa pocas semillas tendría un valor cerca de 0) y 10 indica una especie de murciélago que dispersa todas las semillas en la comunidad (Galindo-González *et al.*, 2000; Loayza *et al.*, 2006).

#### **3.4.10 Amplitud de Nicho**

La amplitud de nicho alimentario se calculó utilizando la medida de Levins estandarizada, donde la amplitud de nicho es estimada como la medida de la uniformidad de la distribución de los recursos entre los individuos y se expresa en una escala entre un valor mínimo de cero (0) que indica que los individuos no hacen uso del recurso y un valor máximo de uno (1) que indica que los individuos hacen uso de todos los recursos disponibles (Lou & Yurrita, 2005; Novoa *et al.*, 2011).

$$Ba = (B-1)/(n-1)$$

Dónde:

Ba es la medida de Levins estandarizada; n es el número de recursos posibles que consume la especie; y B es la medida de Levins y está dada por:  $B = 1 / \sum (pi^2)$ , siendo pi la proporción del recurso i en el total de recursos utilizados (Lou & Yurrita, 2005).

#### **3.4.11. Solapamiento**

Para determinar el grado en que las especies de murciélagos frugívoros comparten el recurso de frutos disponible, se realizó un análisis de solapamiento de nicho alimentario utilizando el índice de MacArthur y Levins modificado por Pianka, que da una medida simétrica de solapamiento. El índice varía entre cero (0), que indica que las especies no comparten recursos comunes (ningún solapamiento) y uno (1), que indica que las especies tienen exactamente la misma dieta (solapamiento completo) (Novoa *et al.*, 2011).

$$O_{jk} = \frac{\sum P_{ij} * P_{ik}}{\sqrt{\sum P_{ij}^2 * \sum P_{ik}^2}}$$

Dónde:

O<sub>jk</sub> es el índice de MacArthur y Levins modificado por Pianka; P<sub>ij</sub> es la proporción del recurso i en relación al total de recursos consumidos por la especie j; y P<sub>ik</sub> es la proporción del recurso i en relación al total de recursos consumidos por la especie k (Trujillo, 2013).

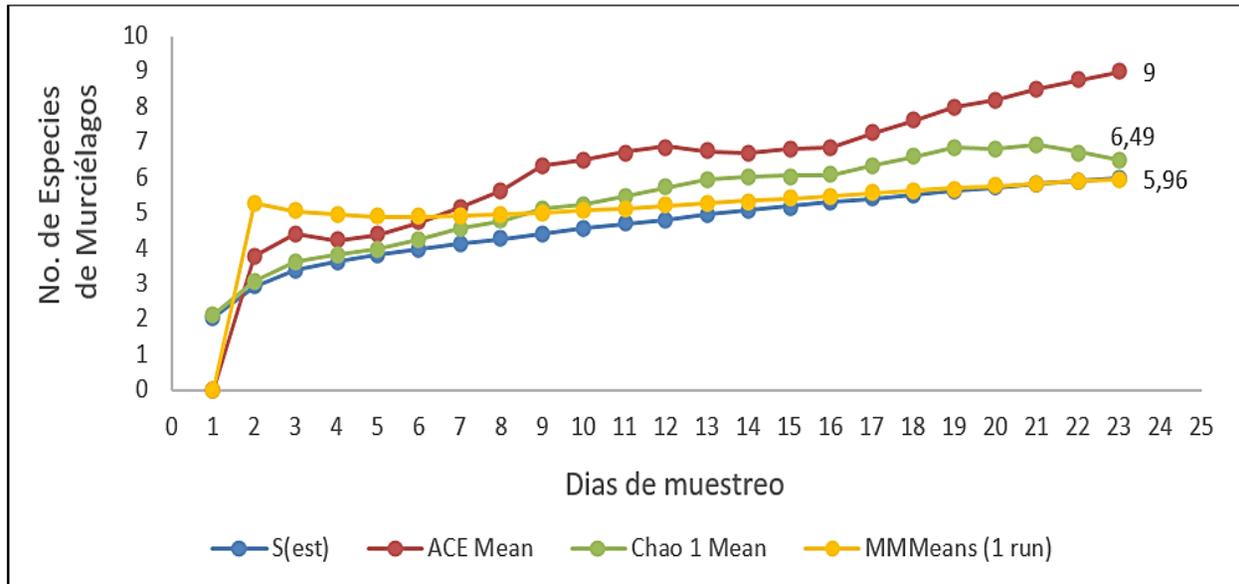
Para determinar la similitud de consumo de semillas entre las especies de murciélagos se realizó un análisis de cluster con el método de agrupación de Jaccard.

Para el análisis estadístico se emplearon los programas EstimateS versión 9.1 (Colwell, 2013) y PAST 2.14 (Hammer *et al.*, 2001).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Composición y estructura del ensamblaje de murciélagos

La riqueza de especies del ensamblaje de murciélagos presentó una representatividad de muestreo entre el 67% y el 100% y la riqueza observada se ajustó a la predicción del estimador Michaelis-Menten (Figura 7).



**Figura 7: Curva de acumulación de especies para el ensamblaje de murciélagos en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Los números en el extremo de las curvas representan los valores estimados de riqueza para cada estimador empleado.**

Fuente: Esta investigación

Se encontró una baja riqueza del ensamblaje de murciélagos pues solo se capturaron individuos de seis especies pertenecientes a la familia Phyllostomidae; la subfamilia Stenodermatinae y Phyllostominae presentaron dos especies cada una, mientras que Carollinae y Glossophaginae solo presentaron una especie (Tabla 3 y Anexo B). Se capturó un total de 89 murciélagos, de los cuales se destacan tres especies frugívoras: *Artibeus lituratus*, *Artibeus*

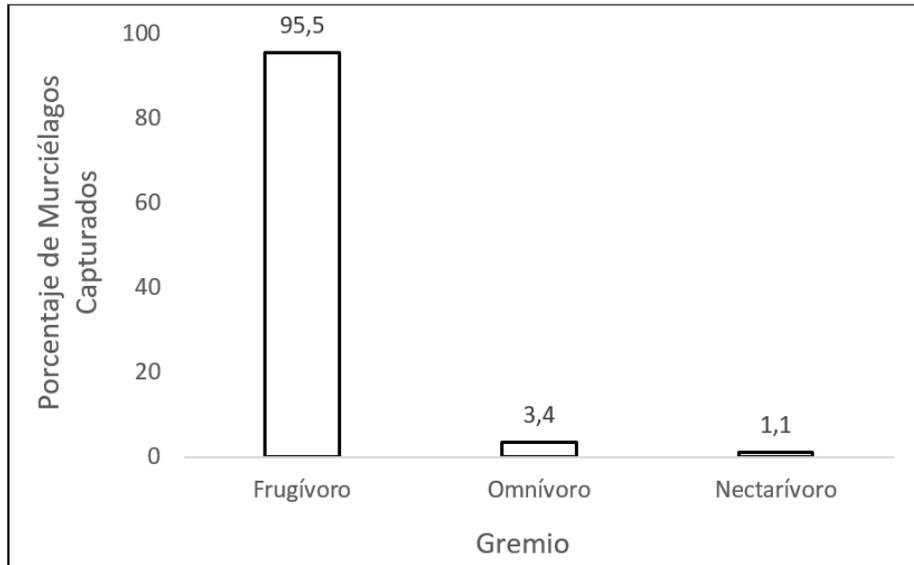
*planirostris* y *Carollia perspicillata* que según la clasificación por gremio, comprenden el 95,5% de los individuos capturados durante el muestreo (Tabla 3 y Figura 8). El esfuerzo de captura fue de 1416.8 horas/red, con un éxito de captura de 1.44 individuos/horas-red. El índice de Shannon fue de 1,26 lo que indica una diversidad baja, y el número efectivo de especies para  $q = 1$  fue de 3,53.

**Tabla 3.**

**Número de individuos y porcentaje de cada especie de murciélagos registrados entre los meses de agosto – octubre del año 2016 en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Cada especie fue clasificada por gremio: F = frugívoros, O = omnívoros, N = nectarívoros.**

Familia	Subfamilia	Especie	Gremio	No. Ind.	%
Phyllostomidae	Stenodermatinae	<i>Artibeus lituratus</i> Olfers, 1818.	F	36	40,4
		<i>Artibeus planirostris</i> Spix, 1823.	F	25	28,1
	Phyllostominae	<i>Phyllostomus discolor</i> Wagner, 1843.	O	2	2,25
		<i>Phyllostomus hastatus</i> Pallas, 1767.	O	1	1,12
	Carollinae	<i>Carollia perspicillata</i> Linnaeus, 1758.	F	24	27
	Glossophaginae	<i>Choeroniscus godmani</i> Thomas, 1903.	N	1	1,12
Total				89	100

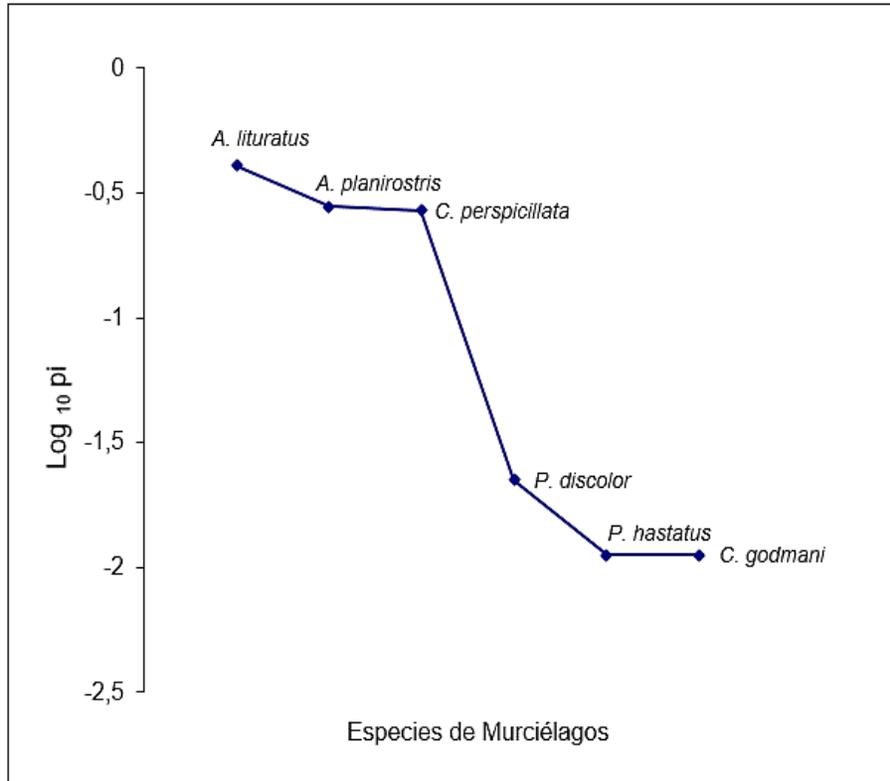
Fuente: Esta investigación



**Figura 8. Distribución por gremios de la abundancia de los murciélagos capturados en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.**

Fuente: Esta investigación.

La especie más abundante fue *Artibeus lituratus* con 36 individuos capturados, seguida por *Artibeus planirostris* y *Carollia perspicillata* con 25 y 24 individuos respectivamente. Por otro lado, *Phyllostomus discolor*, *Phyllostomus hastatus* y *Choeroniscus godmani* constituyeron el grupo de las especies raras o escasas por presentar menos de cuatro individuos (Tabla 3). La distribución de la abundancia relativa de las diferentes especies se refleja en la curva de rango abundancia (Figura 9).



**Figura 9. Curva de rango-abundancia del ensamblaje de murciélagos en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.**

Fuente: Esta investigación.

## 4.2. Caracterización de la dieta de murciélagos frugívoros

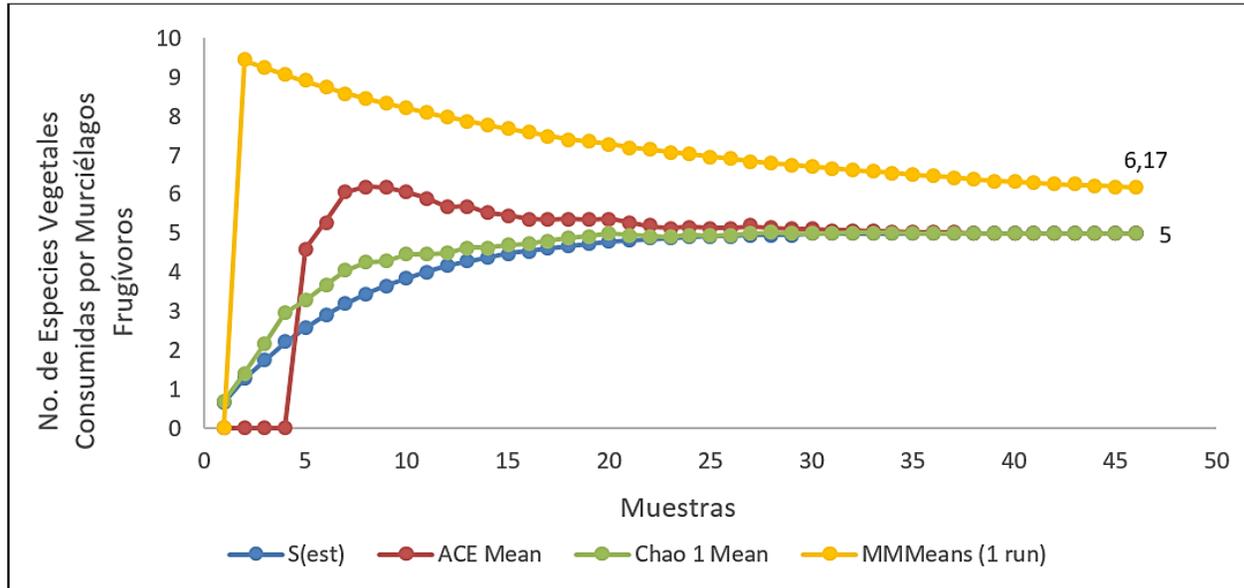
### 4.2.1 Colección de referencia de plantas y semillas

Mediante los recorridos realizados a través del área de estudio se colectaron muestras vegetales de especies en fructificación de las familias Cactaceae: *Opuntia dillenii*, *Opuntia ficus-indica*, *Pilosocereus sp* y *Stenocereus griseus*; Combretaceae: *Terminalia catappa* y Muntingiaceae: *Muntingia calabura*.

### 4.2.2. Semillas consumidas por murciélagos

La riqueza de especies vegetales consumidas por murciélagos frugívoros presentó una representatividad de muestreo entre el 81% y el 100% y la riqueza observada se ajustó a la

predicción de los estimadores ACE Mean y Chao 1 Mean (Figura 10). El índice de Shannon fue de 1,54 lo que indica una diversidad baja, y el número efectivo de especies para  $q = 1$  fue de 4,69.



**Figura 10: Curva de acumulación de especies vegetales consumidas por murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Los números en el extremo de las curvas representan los valores estimados de riqueza para cada estimador empleado.**

Fuente: Esta investigación.

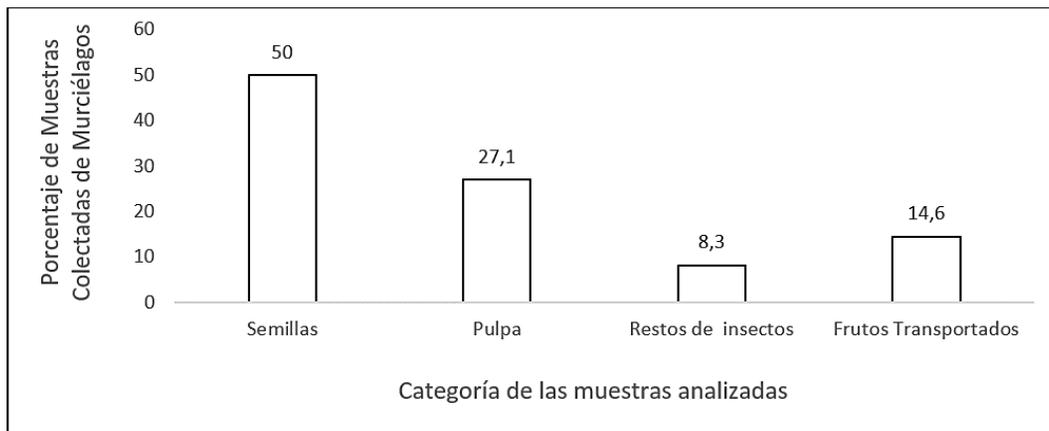
Se analizaron 48 muestras entre heces y frutos transportados por murciélagos, de las cuales el 50% contenían semillas ( $n= 24$ ), 27,1% presentaron pulpa ( $n=13$ ), 8,3% partes de insectos ( $n=4$ ) y el 14,6% restante corresponde a frutos completos transportados en la boca por la especie *Artibeus lituratus* ( $n= 7$ ) (Tabla 4, Figura 11 y Anexo C y D).

**Tabla 4.**

**Distribución de registros de semillas, pulpa, restos de insectos y frutos transportados por especie de murciélagos capturados en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.**

Especie de Murciélago	Semillas	Pulpa	Restos de Insectos	Frutos Transportados
<i>Artibeus lituratus</i>	4	6	0	7
<i>Artibeus planirostris</i>	2	6	0	0
<i>Carollia perspicillata</i>	18	0	3	0
<i>Phyllostomus discolor</i>	0	1	0	0
<i>Phyllostomus hastatus</i>	0	0	1	0
Total de muestras	24	13	4	7

Fuente: Esta investigación



**Figura 11. Composición porcentual de las categorías (semillas, pulpa, restos de insectos y frutos transportados) encontradas en las heces de murciélagos capturados en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.**

Fuente: Esta investigación.

Se encontró un total de cinco morfoespecies de semillas, las cuales pertenecen a las familias Cactaceae, Combretaceae, Muntingiaceae, Moraceae y Solanaceae (Anexo C). El 32,3% de las muestras con semilla analizadas corresponde a la especie *Stenocereus griseus* con diez muestras, la segunda especie de planta encontrada con mayor frecuencia fue *Terminalia catappa* de la que se registraron siete frutos completos transportados por individuos de *Artibeus lituratus* (Figura 12). *Muntingia calabura* estuvo presente en seis muestras de materia fecal y *Ficus sp* y una morfoespecie de la familia Solanaceae tuvieron frecuencias bajas encontrándose cada una en cuatro individuos (Tabla 5 y Figura 13).



**Figura 12. Fruto de *Terminalia catappa* transportado por *Artibeus lituratus*. Se observa la impresión de la mordida del murciélago en el fruto.**

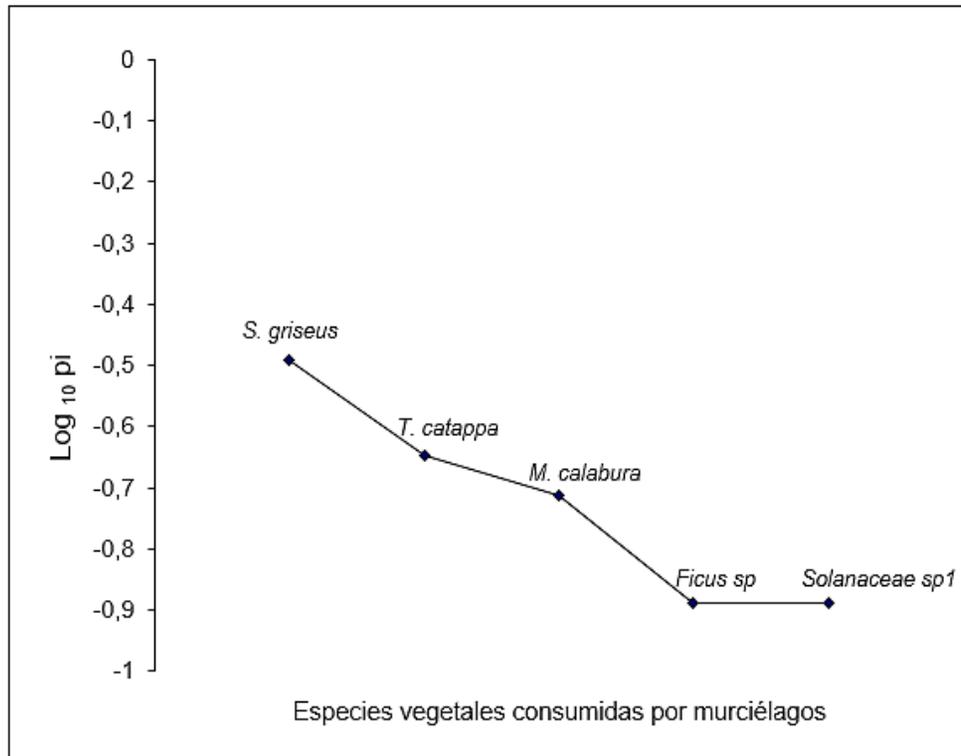
Fuente: Esta investigación.

**Tabla 5.**

*Especies de plantas consumidas por murciélagos frugívoros registradas entre los meses de agosto – octubre del año 2016 en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. Se indica el número de muestras con semillas encontradas por especie de murciélago, donde Alit: A. lituratus; Apl: A. planirostris y Cper: C. perspicillata.*

Familia	Especie de planta consumida	No. Muestras con semillas por especie de murciélago			Total muestras con semillas	%
		Alit	Apl	Cper		
Cactaceae	<i>Stenocereus griseus</i> (Haw.) Buxb.	0	0	10	10	32,3
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i> L.	7	0	0	7	22,6
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i> L.	0	0	6	6	19,4
Moraceae	<i>Ficus sp</i> L.	2	2	0	4	12,9
Solanaceae	Morfoespecie uno	2	0	2	4	12,9
Total		11	2	18	31	

Fuente: Esta investigación.



**Figura 13. Curva de rango-abundancia de las especies vegetales consumidas por murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.**

Fuente: Esta investigación.

#### **4.2.3 Índice de importancia del dispersor (IID)**

De las especies de murciélagos frugívoros capturados, *Carollia perspicillata* y *Artibeus lituratus* resultaron ser los dispersores más importantes, mientras que el valor más bajo para el IID lo obtuvo *Artibeus planirostris* (Tabla 6).

**Tabla 6.**

**Índice de importancia del murciélago frugívoro como dispersor en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.**

Especie de murciélago	IID
<i>Carollia perspicillata</i>	1,6394686
<i>Artibeus lituratus</i>	1,5028463
<i>Artibeus planirostris</i>	0,1897533

Fuente: Esta investigación.

#### **4.2.4 Amplitud de nicho alimentario**

La mayor amplitud de dieta, la presentó la especie *Carollia perspicillata* (Ba = 0,65), seguida de *Artibeus lituratus* (Ba= 0,56). *Artibeus planirostris* presentó una medida de Levins estandarizada de cero debido a que solo se registró una especie de semilla en su dieta (Tabla 7).

**Tabla 7.**

**Medida de Levins y Medida estandarizada de Levins para amplitud de nicho alimentario de las especies de murciélago frugívoro en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.**

Especie de murciélago	Medida de Levins B	Medida de Levins estandarizada Ba
<i>Carollia perspicillata</i>	2,9597	0,6532
<i>Artibeus lituratus</i>	2,1228	0,5614
<i>Artibeus planirostris</i>	1	0

Fuente: Esta investigación.

#### 4.2.5 Solapamiento de nicho alimentario

Los resultados del índice de MacArthur y Levins modificado por Pianka mostraron valores cercanos a cero para *A. lituratus* y *C. perspicillata* (0,04) indicando que casi no hay solapamiento; para *A. planirostris* y *C. perspicillata* el valor fue de cero, es decir que estas especies no comparten recursos. *A. lituratus* y *A. planirostris* presentaron un bajo valor de solapamiento (0,26) (Tabla 8).

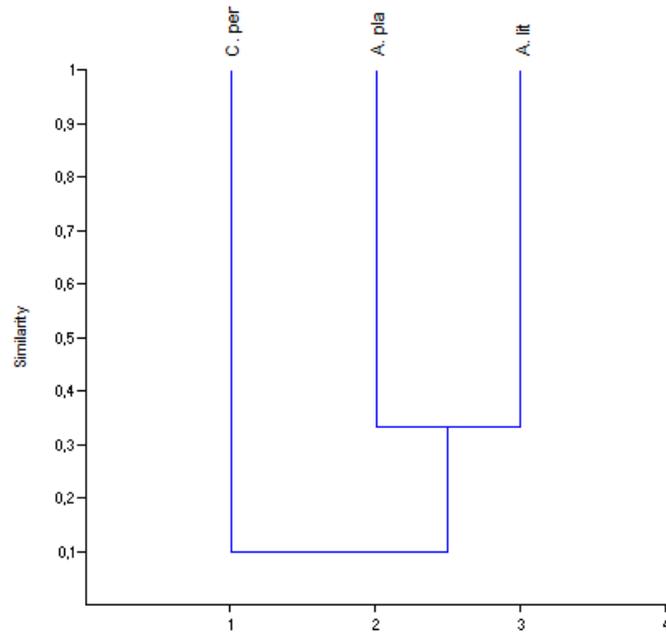
#### Tabla 8.

*Solapamiento de nicho alimentario calculado mediante el índice de MacArthur y Levins modificado por Pianka para los murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño.*

Especie	<i>A. lituratus</i>	<i>A. planirostris</i>	<i>C. perspicillata</i>
<i>A. lituratus</i>	-----	0,264906471	0,043403967
<i>A. planirostris</i>		-----	0
<i>C. perspicillata</i>			-----

Fuente: Esta investigación.

El análisis de agrupamiento resultó en un dendrograma que mostró una similitud del 33% en el consumo de semillas entre las especies *Artibeus planirostris* y *Artibeus lituratus*; según el análisis de las muestras fecales el recurso que comparten corresponde a *Ficus sp* (Tabla 5 y Figura 14).



**Figura 14.** Análisis de cluster con el método de agrupación de Jaccard, donde se observa la similitud de consumo de semillas entre las especies de murciélagos frugívoros en la vereda Las Juntas, Taminango – Nariño. **C.per:** *Carollia perspicillata*, **A.pla:** *Artibeus planirostris* y **A.lit:** *Artibeus lituratus*.

Fuente: Esta investigación.

## 5. DISCUSIÓN

### 5.1 Composición y estructura del ensamblaje de murciélagos

Los estimadores de riqueza analizados sugieren la necesidad de un mayor esfuerzo de muestreo, puesto que de acuerdo al estimador ACE Mean (67% de representatividad) se esperaba encontrar nueve especies y de acuerdo al estimador Chao 1 Mean (92% de representatividad) siete especies. Se debe considerar que el uso de redes de niebla a nivel del suelo permiten obtener una buena representatividad de filostómidos, esto sugiere que el número de especies que coexisten en el Bs-T del valle del Patía en la vereda Las Juntas es potencialmente mayor a lo estimado, ya que un número considerable de especies principalmente insectívoras evaden las redes de niebla, ya sea porque vuelan en el dosel o por encima del dosel del bosque o porque poseen la capacidad de detectar las redes (Fleming *et al.*, 1972), por lo tanto aumentar el tiempo de muestreo y hacer uso de técnicas como el monitoreo acústico o las trampas de harpa, podrían ayudar a completar el inventario y detectar con una mayor precisión la abundancia y riqueza de murciélagos (Trujillo, 2013; Cabrera-Ojeda *et al.*, 2016).

La riqueza (seis especies) y diversidad (índice de Shannon de 1,26) registradas son bajas mientras que en otras investigaciones realizadas en bosques secos como la de Sanchez *et al.*, (2007) en los bosques secos colombianos de Chicamocha y Patía, encontraron una riqueza media correspondiente a 11 especies de la familia Phyllostomidae y 2 de Vespertilionidae para Chicamicha y en la región del Patía 12 especies todas de Phyllostomidae. Ríos-Blanco (2010) al estudiar un fragmento de Bs-T maduro al norte de Colombia, en época seca, encontró una alta riqueza correspondiente a 18 especies de las familias Emballonuridae y Phyllostomidae y una diversidad baja (Índice de Shannon de 1,81).

En general la baja riqueza y diversidad encontrada en la zona está asociada a la fragmentación del hábitat (Medellín *et al.*, 2000; Galindo – González, 2004; Vargas *et al.*, 2008; Durán & Pérez, 2015) y a la marcada estacionalidad presente en el Bs-T que afecta en gran medida los patrones fenológicos de las comunidades vegetales (floración y fructificación) e influye directamente en la disponibilidad de recursos para los murciélagos frugívoros afectando la riqueza de especies entre periodos secos y lluviosos (Fleming *et al.*, 1972; Heithaus *et al.*, 1975; Bonaccorso, 1978; Molinari, 1993; Chávez & Ceballos, 2001; Stoner, 2005; Avila-Cabadilla *et al.*, 2009). Teniendo en cuenta que el muestreo se realizó entre agosto y octubre, en la transición de temporada seca (agosto y septiembre) a temporada de lluvias (primeros días de octubre) se considera que un muestreo más prolongado que incluya los meses lluviosos permitiría incrementar la riqueza y diversidad de murciélagos para la localidad.

En el bosque seco tropical (Bs-T) del valle del Patía ubicado en la vereda las Juntas del municipio de Taminango - Nariño, todas las especies de murciélagos registradas pertenecen a la familia Phyllostomidae, este patrón coincide con lo reportado por otros autores que han trabajado en bosques neotropicales, en los cuales los ensamblajes de murciélagos están fuertemente dominados por representantes de la familia Phyllostomidae (Galindo-González, 1998; Galindo – González *et al.*, 2000; Moreno – Mosquera *et al.*, 2005; Ríos – Blanco, 2010; Velandia - Perilla *et al.*, 2012; Chávez, 2012; Trujillo, 2013; Durán & Pérez 2015; Cabrera-Ojeda *et al.*, 2016), lo que se atribuye a que esta familia muestra un mayor éxito en colonizar diferentes ambientes, y es tróficamente más diversa, no solo entre los murciélagos, sino entre todos los mamíferos, incluyendo especies que se alimentan de insectos, frutos, néctar, vertebrados y sangre (McNab, 1971; Heithaus *et al.*, 1975; Fleming, 1986).

El gremio de los frugívoros fue el más representativo con un 95,5% de los individuos capturados, siendo *Artibeus lituratus*, *Artibeus planirostris* y *Carollia perspicillata* las especies dominantes, lo que corresponde con otros estudios realizados tanto en Bs-T como en otro tipo de ecosistemas (Galindo – González *et al.*, 2000; Medellín *et al.*, 2000; Ríos-Blanco, 2010; Novoa *et al.*, 2011; Velandia - Perilla *et al.*, 2012; Cabrera-Ojeda *et al.*, 2016), como por ejemplo el trabajo desarrollado por Novoa *et al.*, (2011) en Perú donde los murciélagos frugívoros representaron el 81.8% de las capturas y estuvieron dominados por las especies *A. fraterculus*, *A. jamaicensis*, *Sturnira luisi*, *C. perspicillata*, *C. brevicauda* y *Glossophaga soricina* (este último aunque es principalmente nectarívoro, es considerado en este estudio como un frugívoro oportunista). Ríos-Blanco (2010) al estudiar un fragmento de bosque seco en el departamento de Córdoba, en Colombia, encontró que el gremio de los murciélagos frugívoros representó el 91,2% de los individuos capturados y entre las especies más representativas se encontraban *A. planirostris*, *C. perspicillata* y *A. lituratus*. Durán y Pérez (2015) capturaron 427 murciélagos en dos zonas de bosque seco tropical en el departamento de Sucre en Colombia y encontraron que *A. planirostris*, con 139 individuos capturados, fue la especie más abundante. Cabrera-Ojeda *et al.*, (2016) en el Bosque Seco Tropical de Nariño encontraron dominancia del gremio de los frugívoros y que *Carollia perspicillata* fue el murciélago más abundante en la vereda las Juntas del municipio de Taminango.

Lo descrito se debe principalmente a los hábitos frugívoros-generalistas característicos de estas especies de murciélagos, lo cual favorece que alcancen su mayor abundancia en los paisajes forestales moderadamente fragmentados, ya que aprovechan en gran medida las infrutescencias de las especies de vegetación secundaria (*Ficus sp*) y pionera (Piperaceae, Solanaceae, Muntingiaceae) (Fleming *et al.*, 1985; Medellín *et al.*, 2000; Galindo-González *et al.*, 2000;

Galindo – González, 2004; Gorresen & Willig, 2004; Novoa *et al.*, 2011).

Teniendo en cuenta los ítems encontrados en las muestras de materia fecal y según la clasificación de Soriano (2000), que considera el comportamiento de forrajeo de los murciélagos, en este estudio el ensamblaje presenta frugívoros nómadas y sedentarios. De esta forma la dominancia de especies del género *Artibeus* se atribuye a que son murciélagos nómadas tolerantes a la perturbación, que tienen la capacidad de volar fuera de los fragmentos donde habitan para buscar plantas de frutos ricos en fibra como los del género *Ficus*, y a la disponibilidad de frutos de cultivos (Molinari, 1993; Soriano, 2000; Gorresen & Willig, 2004; Cabrera-Ojeda *et al.*, 2016) como *Terminalia catappa* (almendro), árbol del cual se encontraron frutos completos transportados por *Artibeus lituratus*, adicionalmente Cabrera-Ojeda *et al.* (2016) reporta que cultivos de mango, almendro y limón sirven de refugios para esta especie en la zona estudiada.

La abundancia de *C. perspicillata* en la zona de estudio se explica porque es un murciélago sedentario tolerante a la perturbación y que puede aprovechar frutos producidos por plantas de bosques en regeneración (Bonaccorso, 1978; Molinari, 1993; Soriano, 2000; Dumont, 2003; Lumbreras, 2012; Suárez – Castro & Montenegro, 2015; Cabrera-Ojeda *et al.*, 2016) tales como *Piper aduncum*, que se registró en la localidad, y en particular semillas de plantas también pioneras como Solanaceae y *Muntingia calabura* encontradas en las heces de este quiróptero, por otro lado, Cabrera-Ojeda *et al.* (2016) reportaron que en la zona, árboles frutales cítricos (*Citrus spp*) y Mango (*Mangifera indica*) son refugio de *C. perspicillata*.

La riqueza de murciélagos presentada en la vereda las Juntas, coincidió con el número de seis especies previamente reportado para esta zona por Cabrera-Ojeda *et al.* (2016) entre octubre y noviembre del 2013. Sin embargo, ellos reportan la presencia del murciélago hematófago

*Desmodus rotundus* que no se capturó en este estudio y en cambio se capturó un individuo de *Phyllostomus hastatus*, no reportado antes para la vereda pero si para la región del Patía por Sánchez *et al.* (2007). Este registro es importante debido a que no se tenía reporte de esta especie desde hace 19 años en el bosque seco del Patía.

Se ha reportado que *D. rotundus* incrementa su abundancia en zonas altamente intervenidas (Medellin *et al.*, 2000; Galindo – González, 2004; Novoa *et al.*, 2011) y aunque en la zona de estudio no se encontró este murciélago los habitantes mencionan que en veredas cercanas se han presentado ataques a ganado; considerando que la quebrada Las Juntas y alrededores son zonas de asentamientos humanos con alta perturbación, la ausencia de esta especie hematófaga puede deberse a situaciones inherentes al muestreo. Adicionalmente se destaca la presencia de las especies *P. discolor* y *P. hastatus* que han sido consideradas como indicadoras de la buena calidad de hábitat y que suelen ser poco comunes en ambientes fragmentados donde utilizan la vegetación riparia pero sin salir de su protección hacia campo abierto (Medellin *et al.*, 2000; Galindo – González, 2004), ambos murciélagos fueron capturados en la quebrada Las Juntas, lo que hace que ésta área sea de gran importancia para la conservación de estas especies.

Este trabajo abarcó dos muestreos durante la temporada seca (agosto y septiembre), periodo que coincide con la floración de varias plantas, por lo que se esperaba encontrar una mayor abundancia de murciélagos nectarívoros, pero solo se capturó un individuo de la especie *Choeroniscus godmani*, especie no reportada para la vereda pero si para el bosque seco del Patía, hace 19 años por Sánchez *et al.* (2007). Se podría sugerir que la baja abundancia de nectarívoros se debe a que el alimento específico que requieren estas especies se encuentra en bajas cantidades o que los recursos florales disponibles no son los que estas especies buscan.

Otro aspecto a considerar en cuanto las bajas capturas de nectarívoros es la fragmentación del bosque, la cual puede generar desde extinciones locales de especies, hasta cambios en las interacciones inter e intra-específicas y cambios en la dinámica del ecosistema (Saunders *et al.*, 1991; Medellín *et al.*, 2000; Galindo – González, 2004). Así los muestreos realizados en la región del Patía por Sánchez *et al.* (2007) entre octubre de 1996 y septiembre de 1997, en los que reportaron la presencia de los murciélagos nectarívoros *Anoura geoffroyi* (14 individuos capturados) y *Choeronycteris (Choeroniscus) godmani* (cinco individuos capturados), el de Cabrera-Ojeda *et al.* (2016) entre octubre y noviembre de 2013 quienes capturaron un solo individuo de *Glossophaga soricina* para la vereda Las Juntas, y los resultados de esta investigación podrían indicar que el gremio de los nectarívoros es el que se puede ver más afectado por la transformación del hábitat en el Bs-T. Según algunos autores debido a sus requerimientos ecológicos, los glosófaginos son considerados como murciélagos sensibles a la pérdida de hábitat y a la desaparición de las plantas de las cuales se alimentan, siendo los especialistas (*Choeronycteris (Choeroniscus)* y *Leptonycteris*) más vulnerables a la extinción que los generalistas (*Glossophaga* y *Anoura*) (Arita & Santos-Del-Prado, 1999; Ruiz & Soriano, 2000; Gómez-Ruiz *et al.*, 2015). Sin embargo para corroborar estas hipótesis, se hace necesario un muestreo de quirópteros en la zona, que incluya periodos secos y lluviosos y un análisis de oferta de flores y frutos.

## **5.2 Caracterización de la dieta de murciélagos frugívoros**

### ***5.2.1 Colección de referencia de plantas y semillas***

De las especies en fructificación colectadas se ha reportado que los frutos de las Cactáceas columnares, *Stenocereus griseus* y *Pilosocereus sp*, son parte importante de la dieta de murciélagos como *Glossophaga longirostris*, *Leptonycteris curasoae*, *Carollia perspicillata*,

*Sturnira lilium*, *Artibeus jamaicensis* y *Phyllostomus discolor* (Sosa & Soriano, 1992; Ruiz *et al.*, 1997; Ruiz & Soriano, 2000; Ruiz *et al.*, 2000; Sánchez *et al.*, 2007). La especie *Terminalia catappa* ha sido reportada como consumida por murciélagos del género *Artibeus* (Muller & Reis, 1992; Batista *et al.*, 2016), y *Muntingia calabura* forma parte de la dieta de *Carollia perspicillata* y en menor proporción de la dieta de murciélagos del género *Glossophaga*, *Sturnira* y *Artibeus* (Fleming *et al.*, 1985; Ruiz *et al.*, 1997; Novoa *et al.*, 2011; Díaz, 2013).

En la zona también se registró a *Piper aduncum* (Piperaceae) que aunque no se encontraba en fructificación, es una especie reportada principalmente en la dieta de murciélagos de la subfamilia Carrollinae (Heithaus *et al.*, 1975; Fleming & Heithaus, 1981; Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González, 1998; Tirira, 1998; Lopez & Vaughan, 2004; Estrada – Villegas *et al.*, 2007; Suárez-Castro & Montenegro, 2015; Arias, 2016).

### 5.2.2 Semillas consumidas por murciélagos

En este trabajo se documenta por primera vez la dieta del ensamblaje de murciélagos frugívoros en el Bs-T del valle del Patía ubicado en la vereda las Juntas del municipio de Taminango - Nariño; debido a que solo se cuenta hasta la actualidad con dos estudios cercanos a la localidad, el primero realizado por Sánchez *et al.* (2007) en la región del Patía entre octubre de 1996 y septiembre de 1997, en el que se destacan las interacciones entre los murciélagos filostómidos y las cactáceas columnares. Ellos reportan que los frutos de los dos cactus columnares más comunes de la zona, *Pilosocereus sp* y *Stenocereus griseus*, forman una parte considerable de la dieta durante todo el año para tres especies de murciélagos, *Artibeus jamaicensis*, *Carollia perspicillata* y *Phyllostomus discolor*.

El segundo desarrollado por Calderón y Ortega (2009) en un bosque subandino fragmentado en la Reserva Natural El Charmolan ubicada en la vereda Hatotongosoy del municipio de

Buesaco – Nariño, entre julio de 2005 y junio de 2007, en el que se describe el consumo de *Ficus sp* por *Artibeus lituratus* y *Platyrrhinus dorsalis*; *Piper sp3* y *Solanum sp* por *Sturnira erythromos*; *Piper spp* y *Passiflora alnifolia* por *Carollia perspicillata*; y *Piper sp1* e insectos por *Carollia brevicauda*.

A pesar del bajo número de muestras de materia fecal (48 muestras) obtenidas en comparación con las capturas realizadas (89 individuos capturados), al elaborar la curva de acumulación de especies se obtuvo una representatividad del 81% para el estimador Michaelis-Menten y el 100% de las especies esperadas con los estimadores ACE Mean y Chao 1 Mean.

La dieta de los murciélagos frugívoros del Bs-T del valle del Patía ubicado en la vereda Las Juntas, estuvo representada por las familias Cactaceae (*Stenocereus griseus*), Combretaceae (*Terminalia catappa*), Muntingiaceae (*Muntingia calabura*), Moraceae (*Ficus sp*) y Solanaceae (Morfoespecie uno), este grupo de plantas también caracterizan la dieta de ensamblajes de murciélagos frugívoros de otras localidades del neotrópico (Fleming *et al.*, 1985; Sánchez *et al.*, 2007; Calderón y Ortega, 2009; Novoa *et al.*, 2011).

*C. perspicillata* fue la especie con más muestras fecales con semillas, lo que se explica porque al ser un murciélago de talla pequeña, consume frutos pequeños de alta calidad, bajos en fibra, pero con una gran proporción de nitrógeno, que contienen numerosas semillas pequeñas que pasan a través del tracto digestivo y son defecadas tanto en los refugios como en ambientes abiertos durante el vuelo (Heithaus *et al.*, 1975; Fleming & Heithaus, 1981; Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González, 1998; Tirira, 1998), este es el caso de semillas de *Muntingia calabura*, *Stenocereus griseus* y Solanaceae sp1 encontradas en las heces de este murciélago.

Las especies de *Artibeus* fueron quienes mostraron mayor presencia de pulpa en relación a la presencia de semillas en las heces, esto sugiere que estas especies consumen frutos cuyas semillas

son muy grandes para pasar por su tracto digestivo, por lo que son depositadas en los refugios nocturnos al soltarlas directamente de la boca, después de comer la pulpa del fruto. (Heithaus *et al.*, 1975; Fleming & Heithaus, 1981; Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González, 1998; Tirira, 1998). Esto fue corroborado con el registro de siete frutos completos pertenecientes a *Terminalia catappa* transportados por individuos de *Artibeus lituratus* en el momento de la captura.

Cada especie de murciélago mostró un mayor consumo hacia ciertas especies de plantas, así se observó un mayor consumo de *Stenocereus griseus* y *Muntingia calabura* por *Carollia perspicillata*, y un mayor consumo de *Terminalia catappa* por *Artibeus lituratus*. Los estudios en la dieta de *C. perspicillata* postulan que se especializa en el consumo de Piperaceae (*Piper spp.*), aunque también se ha reportado su preferencia hacia la familia Solanaceae (Heithaus *et al.*, 1975; Fleming & Heithaus, 1981; Gorchov *et al.*, 1993; Galindo-González, 1998; Tirira, 1998; Lopez & Vaughan, 2004; Estrada – Villegas *et al.*, 2007; Suárez-Castro & Montenegro, 2015; Arias, 2016), adicionalmente Calderón y Ortega (2009) reportan la preferencia de este murciélago por semillas del género *Piper* y el consumo de *Passiflora alnifolia*, pero esto no coincidió con los resultados obtenidos en esta investigación. Solo en dos muestras fecales se encontraron semillas de Solanaceae pero en las heces analizadas no se reportó la presencia de Piperaceae, lo que se puede explicar porque pese a que se trata de especies que fructifican de manera continua durante un periodo extendido del año (Dumont, 2003; Lumbreras, 2012; Suárez – Castro & Montenegro, 2015), el muestreo prácticamente se realizó en época seca donde estas plantas escasean. Este es el caso de la especie pionera *Piper aduncum* que se reportó en la localidad pero no estaba en fructificación, lo que implica la necesidad de abarcar meses de temporada lluviosa en el muestreo.

*Muntingia calabura* es de especial interés porque es una planta pionera que se puede utilizar en procesos de restauración, es frecuente a orilla de caminos y otros lugares perturbados y es muy abundante en el bosque ripario (Fleming *et al.*, 1985; Ruiz *et al.*, 1997); en la zona de estudio se encontraron varios individuos en fructificación presentes en la quebrada las Juntas. Esta planta se constituye en una importante fuente de alimento para *C. perspicillata* por el alto contenido de agua, carbohidratos y nitrógeno de sus frutos y ha sido reportada no solo como parte de la dieta de este murciélago sino también en glosofaginos y estenodermatinos (Fleming *et al.*, 1985; Ruiz *et al.*, 1997; Novoa *et al.*, 2011; Díaz, 2013).

Es de especial atención el consumo de *Stenocereus griseus* encontrado en este estudio, puesto que solo las investigaciones de Ruiz *et al.* (1997), Ruiz *et al.* (2000), y Sánchez *et al.* (2007) reportan la utilización de frutos de cactáceas columnares como parte importante de la dieta de *C. perspicillata* en ecosistemas secos, esto es de gran importancia porque refleja la flexibilidad de este quiróptero en cuanto a la selección de las plantas que consume. Cabe resaltar que los frutos de *Stenocereus griseus* son verde rojizos y poseen numerosas espinas cuando están inmaduros, al madurar mantienen el mismo color o cambian a rojo intenso y las espinas se desprenden con facilidad, permitiendo el acceso a los frugívoros, adicionalmente son una importante fuente de carbohidratos (Sosa & Soriano, 1992; Ruiz *et al.*, 1997). Las características (p.ej. color de la pulpa rojo y tamaño de las semillas) de sus frutos sugieren que pueden ser consumidos y/o dispersados también por las aves (Ruiz *et al.*, 1997; Ruiz *et al.*, 2000).

La especie *Carollia perspicillata* no es estrictamente frugívora, ya que se encontraron partes de insecto en tres de las muestras de materia fecal colectadas y se pudo identificar que algunos restos corresponden al orden Coleóptera, que por lo general son individuos de diversos tamaños, de fácil captura, moderada dureza y ricos en proteínas (Lou & Yurrita, 2005; Oria & Machado,

2007). La ingesta de insectos puede estar asociada con la escasez de frutos, o con mayor demanda de energía y/o proteínas durante la gestación o lactancia (McNab, 1971; Fleming, *et al.* 1972; Heithaus *et al.*, 1975; Molinari, 1993; Lou & Yurrita, 2005; Borray, 2015).

En las muestras fecales de los murciélagos del género *Artibeus*, se encontraron semillas de *Ficus sp*, pero esta planta no fue encontrada en la zona de estudio, lo que puede deberse a que estos murciélagos transportaron dichas semillas de sitios más conservados y alejados, tal como han reportado otros autores (Galindo-González, 1998; Lou & Yurrita, 2005). Aunque se ha documentado la preferencia de *Artibeus* por los frutos de *Ficus sp* (Molinari, 1993; Galindo-González, 1998; Soriano, 2000; Gorresen & Willig, 2004; Lumbreras, 2012) y esto también está reportado por Calderón y Ortega (2009), en este caso no pudo ser corroborado puesto que solo en cuatro muestras se presentaron dichas semillas.

Se registró que árboles cultivados de *Terminalia catappa* (Almendro) estuvieron en fructificación durante todo el muestreo proporcionando una fuente de alimento constante y rica en fibra para *Artibeus lituratus*, lo que coincide con lo reportado por otros autores (Muller & Reis, 1992; Batista *et al.*, 2016). En las heces de *A. lituratus* se encontraron semillas de Solanaceae (Morfoespecie uno), familia que ha sido referida en menor medida en la dieta de este murciélago y que también forma parte de las plantas consumidas por otros frugívoros de la subfamilia Stenodermatinae en bosques tropicales (Loayza *et al.*, 2006; Estrada-Villegas *et al.*, 2010; Arias, 2016).

Respecto a la efectividad de *C. perspicillata* y *A. lituratus* en la diseminación de propágulos se puede decir que aunque el aspecto primordial del dispersor es su capacidad de alejar a la semilla del parental, este no es el único aspecto que se tiene en cuenta para determinar su efectividad, por lo que se puede sugerir que los murciélagos frugívoros en la localidad estudiada

son efectivos dispersores de semillas dada su tolerancia a la perturbación que les permite visitar diferentes hábitats y diseminar las semillas consumidas en estos lugares, y desde el punto de vista de la regeneración, puesto que dispersan semillas de Solanaceae y *Muntingia calabura* que son plantas pioneras, *Ficus sp* que es una especie de vegetación secundaria, *Terminalia catappa* que es un árbol cultivado y *Stenocereus griseus* que es una planta sucesional tardía. Sin embargo ya que en algunas ocasiones, el paso de las semillas por el tracto digestivo del dispersor influye en la capacidad de germinación de las semillas, y puede afectarlas positivamente incrementando su porcentaje y velocidad de germinación, afectarlas negativamente disminuyendo la germinación por daños en el embrión o no afectarlas (Howe & Smallwood, 1982; Galindo-González, 1998; Traveset, 1998; Domínguez – Domínguez *et al.*, 2006), se debe tener en cuenta este factor para considerar a los murciélagos dispersores efectivos, lo que indica la necesidad de incluir pruebas de germinación.

Según la hipótesis planteada para esta investigación, se esperaba que las especies de murciélagos frugívoros dispersoras pertenecieran a la subfamilia Stenodermatinae y Carollinae (familia Phyllostomidae), dada su baja resistencia a sobrevolar hábitats intervenidos, lo que se constató al encontrar que los principales dispersores de semillas en la zona son *C. perspicillata* y *A. lituratus*. Se propuso que las semillas dispersadas corresponderían principalmente a especies de Piperaceae, Solanaceae y Moraceae, familias reportadas para el Bs-T en Nariño por Jurado & Herrera (2014) y que frecuentemente se registran en la dieta de estos frugívoros; aunque en las muestras fecales se encontraron semillas de estas familias, excepto Piperaceae, no fueron las plantas más consumidas y dispersadas, esto podría explicarse porque el muestreo abarcó principalmente época seca y los picos de abundancia de frutos generalmente coinciden con el aumento de las precipitaciones (Fleming *et al.*, 1972; Heithaus *et al.*, 1975; Bonaccorso, 1978;

Chavez & Ceballos 2001).

Podría sugerirse que las especies *Stenocereus griseus*, *Muntingia calabura* y *Terminalia catappa* consumidas principalmente por los murciélagos frugívoros en el Bs-T de la vereda Las Juntas permitieron a los murciélagos frugívoros sobrevivir durante la época seca hasta el siguiente periodo de fructificación de plantas que habitualmente son incluidas en su dieta. Teniendo en cuenta que las dietas de los murciélagos frugívoros no pueden ser consideradas únicas u homogéneas para todas las regiones del Neotrópico (Martínez, 2007), solo un estudio de la oferta de recursos de la zona y un análisis de dieta que incluya periodos secos y lluviosos permitiría conocer si las variaciones encontradas en la dieta con las reportadas corresponden a verdaderas preferencias alimentarias o a variaciones en la oferta de frutos.

### **5.2.3 Índice de importancia del dispersor (IID)**

Según el índice de importancia del dispersor los valores obtenidos para todas las especies fueron bajos, pero se observa como los dispersores más importantes en la zona son *Carollia perspicillata* (IID=1,63) y *Artibeus lituratus* (IID=1,5), esto se explica por los frutos que consumen, por sus hábitos alimenticios, estrategias de forrajeo, cambios de áreas de alimentación y distancias abarcadas durante sus vuelos nocturnos (Galindo-González, 1998; Galindo-González et al., 2000; Lopez & Vaughan, 2004; Estrada – Villegas et al., 2007).

### **5.2.4 Amplitud de nicho alimentario**

La mayor amplitud de dieta, la presentó la especie *Carollia perspicillata* (Ba = 0,65), seguida de *Artibeus lituratus* (Ba= 0,56). Las dos especies se consideran generalistas (Medellín et al., 2000; Galindo-González et al., 2000; Galindo – González, 2004; Novoa et al., 2011; Lumbreras, 2012; Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015), lo que se pudo observar al encontrar en las muestras fecales de *C. perspicillata* semillas de *Stenocereus griseus*, *Muntingia calabura*, Solanaceae y

también insectos, y en la dieta de *Artibeus lituratus* especies de *Terminalia catappa*, *Ficus sp* y semillas de Solanaceae. La variedad en los recursos alimenticios utilizados por estas especies de murciélagos probablemente se deba a la baja riqueza de recursos que se encuentran en el Bs-T respecto a otros bosques tropicales y a que cuando hay escasez estacional de fruta, una de las estrategias de los frugívoros es subsistir a base de alimentos alternativos, tales como fruta no incluida habitualmente en la dieta, néctar, polen, tallos, follaje, e invertebrados (Molinari, 1993; Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015).

### **5.2.5 Solapamiento de nicho alimentario**

Los resultados del índice de MacArthur y Levins modificado por Pianka mostraron que *Artibeus lituratus* y *Artibeus planirostris* presentaron un muy bajo valor de solapamiento (0,26), que al ser inferior a 0,50, indica que no existe competencia por el alimento (Novoa *et al.*, 2011), lo que se observa también con el análisis de agrupamiento que mostró una similitud del 33% en el consumo de semillas entre estas especies, sin embargo la baja cantidad de muestras fecales con semillas obtenidas para *A. planirostris* no permite llegar a una adecuada conclusión. En otro estudio desarrollado por Ríos-Blanco y Pérez-Torres (2015) en un fragmento de bosque seco tropical del norte de Colombia, *Artibeus lituratus* y *Carollia perspicillata* mostraron el valor más bajo de sobreposición (12%), mientras que *Artibeus planirostris* y *Artibeus lituratus* mostraron la típica preferencia por el consumo de frutos del género *Ficus* y un solapamiento medio en la dieta correspondiente al 45%, que los autores suponen puede ser efecto del bajo número de muestras obtenidas para *A. lituratus* y a su menor abundancia respecto a *A. planirostris*. En contraste Lou y Yurrita (2005) en el bosque subtropical húmedo de Yaxhá, Peten en Guatemala, encontraron un traslape de nicho alimentario mayor del 50% entre las especies de *Artibeus*, siendo mayor el traslape entre las especies *A. intermedius* y *A. lituratus*, y proponen que existe una repartición de

recursos con base a la ecología y morfología de los murciélagos, y que es entre las especies ecológica y morfológicamente similares, como las citadas, donde se da un mayor solapamiento de nicho alimentario. A este respecto Fleming (1986) propone que el tamaño de los frutos que consumen los murciélagos, está correlacionado positivamente con el tamaño corporal de éstos y, desde el punto de vista ecológico, Bonaccorso (1978), sugiere una estratificación vertical para la partición de los recursos que divide a las especies de murciélagos en especies del dosel y especies del sotobosque.

Lo anterior concuerda con el valor de solapamiento cercano a cero (0,04), encontrado para *Carollia perspicillata* y *Artibeus lituratus*, pues se trata de murciélagos morfológicamente y ecológicamente diferentes; por ser el primero de talla pequeña y considerado frugívoro sedentario de sotobosque, que se alimenta principalmente de frutos pequeños de plantas arbustivas (Ej.: *Piper spp*, *Muntingia calabura*) y el segundo de talla grande y frugívoro nómada de dosel, que puede consumir frutos más grandes de especies arbóreas (Ej.: *Ficus obtusifolia*, *Cecropia peltata*, *Brosimum alicastrum*, *Terminalia catappa*) lo que reduce el traslape de nicho y permite la coexistencia de las especies (Soriano, 2000; Novoa *et al.*, 2011; Ríos-Blanco & Pérez-Torres, 2015; Suárez-Castro y Montenegro, 2015; Arias, 2016).

Considerando que los muestreos se realizaron entre agosto y octubre, en la transición de temporada seca (agosto y septiembre) a temporada de lluvias (primeros días de octubre), es importante aclarar que los valores de amplitud y solapamiento de nicho alimentario pueden variar a lo largo del año, sobre todo teniendo en cuenta que la temporada de lluvias está relacionada con la fructificación de muchas especies de plantas.

Finalmente se considera que los murciélagos frugívoros *C. perspicillata* y *A. lituratus* juegan un papel importante en el mantenimiento de la diversidad vegetal y son determinantes en el

proceso de regeneración natural y sucesión que se presenta en el Bs-T del valle del Patía ubicado en la vereda Las Juntas, debido entre otros aspectos, a su abundancia y a los frutos que consumen, dentro de los cuales se desataca la especie pionera *Muntingia calabura* que podría ser utilizada en procesos de restauración implementados en la zona. Se propone también la utilización de *Terminalia catappa* que además de ser un árbol ornamental y de sombra, sirve de alimento y refugio a las especies de murciélagos en la localidad. Se resalta la importancia de la conservación de las fuentes de agua como la quebrada Las juntas pues está asociada con la presencia de murciélagos sensibles a la perturbación del hábitat como los del género *Phyllostomus* y porque la abundancia de especies como *Piper aduncum* y *Muntingia calabura* está relacionada también con estas fuentes de agua.

## 6. CONCLUSIONES

El ensamblaje de murciélagos del Bs-T del valle del Patía ubicado en la vereda Las Juntas estuvo dominado por las especies frugívoras *Artibeus lituratus*, *Artibeus planirostris* y *Carollia perspicillata*. Se destaca la presencia de las especies *Phyllostomus hastatus* y *Phyllostomus discolor* que suelen ser poco comunes en ambientes fragmentados lo que hace que el área de estudio sea de gran importancia para la conservación de estas especies.

La dieta de los murciélagos frugívoros del Bs-T del valle del Patía ubicado en la vereda Las Juntas, estuvo representada por las familias Cactaceae, Combretaceae, Muntingiaceae, Moraceae y Solanaceae, siendo las plantas principalmente consumidas *Stenocereus griseus*, *Muntingia calabura* y *Terminalia catappa*.

Durante la época seca, las plantas encontradas soportan al menos el 81% de la dieta de las especies de murciélagos frugívoros en periodos donde escasean plantas de fructificación constante como Piperaceae y Solanaceae que habitualmente son consumidas por estos quirópteros.

*Artibeus lituratus* y *Carollia perspicillata* presentan una dieta variada en cuanto a las especies de plantas que consumen lo que es importante porque al dispersar dichas semillas aportan al mantenimiento de la diversidad vegetal y son determinantes en el proceso de regeneración natural y sucesión que se presenta en el Bs-T del valle del Patía ubicado en la vereda Las Juntas.

De las plantas dispersadas por los quirópteros en la zona, la especie pionera *Muntingia calabura* podría ser utilizada en procesos de restauración implementados en la zona, así como *Terminalia catappa* (almendro) que además de ser un árbol ornamental y de sombra, sirve de alimento y refugio a las especies de murciélagos en la localidad.

## 7. RECOMENDACIONES

Incrementar el esfuerzo de muestreo y además de redes de niebla hacer uso de técnicas como el monitoreo acústico o las trampas de harpa con el fin de detectar una mayor riqueza de especies de murciélagos.

Realizar muestreos durante todas las épocas del año (seca, lluviosa y transiciones) que incluyan análisis de oferta de recursos (flores y frutos) con el fin de tener un estudio más completo de la diversidad de murciélagos para la localidad y entender las variaciones temporales de las semillas que están dispersando estos mamíferos.

Estudiar la fenología de las plantas que están siendo consumidas por los murciélagos frugívoros para evaluar el efecto de los patrones de floración y fructificación sobre el consumo y dispersión de semillas.

Realizar estudios que contemplen la distancia de dispersión y pruebas de germinación en campo que permitan evaluar la efectividad del dispersor.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Albuja, L. 1999. Murciélagos del Ecuador. Quito – Ecuador. Departamento de Ciencias Biológicas. Escuela Politécnica Nacional.
- Almeida, K., Arguero, A., Clavijo, X., Matt, F. & Zamora, J. 2004. Dispersión de semillas por aves, murciélagos y viento en áreas disturbadas de un bosque montano en el suroriente Ecuatoriano. DFG Fundación Alemana para la Investigación.
- Amico, G. & Aizen, M. 2005. Dispersión de semillas por aves en un bosque templado de Sudamérica austral: ¿quién dispersa a quién? *Ecología Austral*. 15: 89-100.
- Aranguren, C., Nassar, J., González-Carcacia, J. & Martínez, H. 2010. Importancia de aves y murciélagos en la dispersión de semillas en un bosque seco de Venezuela. *Bol. Red. Latin. Cons. Murc.* 1(2): 5-8.
- Arias, E. 2016. Dieta y estructura trófica de un ensamblaje de murciélagos en un bosque montano de los andes orientales del centro del Perú. Tesis para optar el Grado Académico de Magíster en Zoología con mención en Ecología y Conservación. Facultad de Ciencias Biológicas. Unidad de Posgrado. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima-Perú.
- Arita, H. & Santos-Del-Prado, K. 1999. Conservation biology of nectar-feeding bats in Mexico. *Journal of Mammalogy*. 80 (1): 31-41.
- Arteaga, L. & Moya, M. 2002. Sobreposición de dieta y variación de la estructura de las comunidades de aves y murciélagos frugívoros en fragmentos de bosque de la Estación Biológica del Beni. *Ecología en Bolivia*. 37(2): 15 – 29.
- Avila-Cabadilla, L., Stoner, K., Henry, M. & Álvarez- Añorve, M. 2009. Composition, structure and diversity of Phyllostomid bat assemblages in different successional stages of a

tropical dry forest. *Forest Ecology and Management*. 258(6):986–996.

- Batista, C., Reis, N. & Rezende, M. 2016. Nutritional content of bat-consumed fruits in a forest fragment in Southern Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. <https://dx.doi.org/10.1590/1519-6984.10115>. Acceso: 16/03/2017.
- Bizerril, M. & Raw, A. 1998. Feeding behavior of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*. 14: 109-114.
- Bonaccorso, F. 1978. Foraging and Reproductive Ecology in a Panamanian Bat Community. *Bulletin of the Florida State Museum, Biological Sciences* 24 (4):359–408.
- Borror, D. & White, R. 1970. *A Field Guide to the insects of America North of Mexico*. Houghton Mifflin Co, Boston.
- Cabrera-Ojeda, C., Noguera-Urbano, E., Calderón-Leytón, J. y Flórez-Paí, C. 2016. Ecología de murciélagos en el bosque seco tropical de Nariño (Colombia) y algunos comentarios sobre su conservación. *Revista peruana de biología* 23(1): 027 – 034.
- Calderón, J. & Ortega, M. 2009. Murciélagos de la Reserva Natural El Charmolan. Pp.219-228. En: Calderón-Leytón, J. y Alvarez-Ordoñez, S. (Eds.). *Charmolan: Rostros y Retos de la Conservación. Serie Un Canto a la Vida*. Universidad de Nariño (UDENAR). Grupo en Ecología Evolutiva (GAICA). Asociación para el Desarrollo Campesino (ADC). San Juan de Pasto – Nariño. Colombia. Editorial Universidad de Nariño. 228 p.
- Calderón, J. 2014. Creación de un área protegida pública local en los municipios de: El Peñol, El Tambo y Taminango, del departamento de Nariño. Sistema de monitoreo de la biodiversidad Plantas – Aves – Escarabajos - Mamíferos - Anfibios y Reptiles. The Nature Conservancy - Asociación GAICA - Corporación Autónoma Regional de Nariño- Conserva Colombia - Fondo acción.

- Calderón, J., Calpa, E., Ramírez, F., Jurado, R., Cabrera, C. & Rodríguez, M. 2014. La naturaleza no deja de sorprendernos, investigaciones en el bosque seco nariñense. Boletín Técnico - Científico e Informativo de la Asociación GAICA. (5): 19-22.
- Calonge, B. 2009. Dieta y estructura trófica del ensamblaje de murciélagos en un sistema de ganadería extensiva en remanentes de bosque seco tropical en Córdoba, Colombia. Trabajo de grado. Carrera de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C. Colombia. 101 p.
- Campos, C. & Ojeda, R. 1997. Dispersal and germination of *Prosopis flexuosa* (Fabaceae) seeds by desert mammals in Argentina. Journal of Arid Environments. 35:707-714.
- Caviedes, B. 1999. Manual de Métodos y Procedimientos Estadísticos. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Bogotá.
- Chávez, A. 2012. Composición y estructura del ensamblaje de murciélagos de sotobosque en la reserva La Mariposa, Valle del Cauca. Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Biólogo. Programa académico de biología. Facultad de ciencias naturales y exactas. Universidad del Valle. Santiago de Cali. 47 p.
- Chávez, C. & Ceballos, G. 2001. Diversidad y abundancia de murciélagos en Selvas secas de estacionalidad contrastante en el oeste de México. Revista Mexicana de Mastozoología 5: 27-44.
- Colwell, R. 2013. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versión 9.1. <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Cuartas-Calle, C. & Cardona, D. 2014. Guía Ilustrada Mamíferos cañón del río Porce - Antioquia. EPM E.S.P. Universidad de Antioquia, Herbario Universidad de Antioquia - Medellín, Colombia. 156 pp.

- Díaz, B. 2013. Dispersión de semillas mediada por los murciélagos: *Artibeus jamaicensis* Leach y *Sturnira lilium* Geoffroy (Chiroptera: Phyllostomidae) en humedales de la región centro de Veracruz. Tesis para obtener el título de Licenciada en Biología. Facultad de ciencias biológicas y agropecuarias. Universidad Veracruzana. Córdoba, Veracruz. México.
- Delgado, A., Ruiz, S., Arévalo, L., Castillo, G. y Viles, N. (Eds). 2007. Plan de Acción en Biodiversidad del departamento de Nariño 2006 - 2030 - Propuesta Técnica. Corporación Autónoma Regional de Nariño - Corponariño, Gobernación de Nariño - Secretaría de Agricultura, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt - IAvH, Universidad de Nariño, Unidad Administrativa Especial del Sistema de Parques Nacionales Naturales - UAESPNN, Universidad Mariana, Asociación para el Desarrollo Campesino - ADC, Asociación de Consejos Comunitarios y Organizaciones Étnico Territoriales de las zonas Centro y Norte de la Costa Pacífica de Nariño - ASOCOETNAR y Red de Consejos Comunitarios del Pacífico Sur - RECOMPAS. Pasto, 205 p. <<http://corponarino.gov.co/expedientes/intervencion/biodiversidad/parteI.pdf>. Acceso: 11/06/2016.
- Domínguez-Domínguez, L., Morales-Mávil, J. & Alba-Landa, J. 2006. Germinación de semillas de *Ficus insipida* (Moraceae) defecadas por tucanes (*Ramphastos sulfuratus*) y monos araña (*Ateles geoffroyi*). Rev. Biol. Trop. 54 (2): 387-394.
- Dumont, R. 2003. Bats and fruit: an ecomorphological approach. En: *Bat Ecology*. (Kunz, T. H. y M. B. Fenton, eds.). University of Chicago Press. United States of America, 398-429 pp.
- Durán, A. & Pérez, S. 2015. Ensamblaje de murciélagos (Mammalia: Chiroptera) en dos zonas del departamento de Sucre, Colombia. Acta Zoológica Mexicana. 31(3): 358-366.
- Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, J. & Stevenson, P. 2007. Dispersión de semillas por

- murciélagos en un borde de bosque montano. *Ecotropicos*. 20 (1): 1-14.
- Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, J. & Stevenson, P. 2010. Ensamblaje de murciélagos en un bosque subandino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. *Mastozoología Neotropical* 17 (1): 31-41.
- Etter, A. 1993. Diversidad ecosistémica en Colombia hoy. En *Nuestra diversidad biótica*. CEREC y Fundación Alejandro Ángel Escobar, Bogotá. P. 43-61.
- Feinsinger, P. 2004. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial FAN-Bolivia. Santa Cruz de la Sierra. Bolivia. 230 pp.
- Fleming, T., Hooper, E. & Wilson, D. 1972. Three Central American Bat Communities: Structure, Reproductive cycles, and Movement Patterns. *Ecology*. 53: 555 – 569.
- Fleming, T. & Heithaus, E. 1981. Frugivorous bats, seed shadows, and the structure of the tropical forest. *Biotropica*. 13:45-53.
- Fleming, T., Williams, C., Bonaccorso, F. & Herbst, L. 1985. Phenology, Seed Dispersal, and Colonization in *Muntingia calabura*, a Neotropical Pioneer Tree. *American Journal of Botany*. 72(3): 383-391.
- Fleming, T. 1986. Opportunism versus specialization: the evolution of feeding strategies in frugivorous bats. Pp. 105-118. En: Estrada, A. y T. H. Fleming (eds.). *Frugivores and seed dispersal*. Dr. W. Junk Publishers Dordrecht, 322 p.
- Fleming, T. & Williams, Ch. 1990. Phenology, seed dispersal, and recruitment in *Cecropia peltata* (Moraceae) in Costa Rican tropical dry forest. *J. Trop. Ecol.* 6: 163-178.
- Galindo-González, J. 1998. Dispersión de semillas por murciélagos: su importancia en la conservación y regeneración del bosque tropical. *Acta Zoológica Mexicana*. 73:57-74.
- Galindo-González, J., Guevara, S. & Sosa, V. 2000. Bat- and bird – generated seed rains at

- isolated trees in pastures in a tropical rainforest. *Conservation Biology*. 14(6):1693-1703.
- Galindo-González, J. 2004. Clasificación de los murciélagos de la región de los Tuxtlas, Veracruz, respecto a su respuesta a la fragmentación del hábitat. *Acta Zoológica Mexicana*. 20(2): 239-243.
- Galindo - González, J., Vázquez - Domínguez, G., Saldaña-Vázquez, R & Hernández – Montero, J. 2009. A more efficient technique to collect seeds dispersed by bats. *Journal of Tropical Ecology*. 25: 205 – 209.
- García – Morales, R., Moreno, C. & Bello – Gutiérrez, J. 2011. Renovando las medidas para evaluar la diversidad en comunidades ecológicas: El número de especies efectivas de murciélagos en el sureste de Tabasco, México. *Therya*. 2 (3): 205 -215.
- García, Q., Rezende, J. & Aguilar, L. 2000. Seed dispersal by bats in a disturbed area of Southeastern Brazil. *Revista de Biología Tropical*. 48(1).
- Gómez-Ruiz, E., Jimenez, C., Flores-Maldonado, J., Lacher, T. & Packard, J. 2015. Conservación de murciélagos nectarívoros (Phyllostomidae: Glossophagini) en riesgo en Coahuila y Nuevo León. *Therya*. 6 (1): 89-102.
- Gorchov, D., 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. En: Fleming, T. & Estrada, A. (eds). *Frugivory and seed dispersal: Ecological and Evolutionary Aspects*. Kluwer Academic Publishers. Belgium. pp. 339 – 349.
- Gorresen, P. & Willig, M. 2004. Landscape responses of bats to habitat fragmentation in atlantic forest of Paraguay. *Journal of Mammalogy*. 85(4):688–697.
- Hammer, O., Harper, D. & Ryan, P. 2001. PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Paleontología Electrónica* 4(1):9 pp.

- Heithaus, E., Fleming, T. & Opler, P. 1975. Foraging patterns and resource utilization in seven species of bats in a seasonal tropical forest. *Ecology*. 56:841-854.
- Howe, H. & Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Ann. Rev. Ecol. System*. 13:201-228.
- Ingle, N. 2003. Seed dispersal by wind, birds, and bats between Philippine montane rainforest and successional vegetation. *Oecologia* 134: 251–261.
- Instituto Alexander von Humboldt (IAvH). 1998. El Bosque Seco Tropical (Bs-T) en Colombia.
- Íñiguez-Dávalos, L. 2005. Hábitos alimentarios de murciélagos frugívoros en el bosque mesófilo de montaña de la sierra de Manantlán, Jalisco. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional Autónoma de México. 123 p.
- Jordano, P. & Schupp, E. 2000. Seed disperser effectiveness: The quantity component and patterns of seed rain for *Prunus mahaleb*. *Ecological Monographs*. 70(4): 591 – 615.
- Jurado, R. & Herrera, E. 2014. Caracterización florística del bosque seco nariñense municipios de El Peñol y Taminango – Colombia. Informe Técnico. Asociación GAICA. Pp.9–12.
- Loayza, A., Ríos, R. & Larrea – Alcázar, D. 2006. Disponibilidad del recurso y dieta de murciélagos frugívoros en la Estación Biológica Tunquini, Bolivia. *Ecología en Bolivia*. 41(1): 7 – 23.
- Lopez, J. & Vaughan, C. 2004. Observations on the role of frugivorous bats as seed dispersers in Costa Rican secondary humid forest. *Acta Chiropterologica*. 6(1):111-119.
- Lou, S. & Yurrita, C. 2005. Análisis de nicho alimentario en la comunidad de murciélagos frugívoros de Yaxhá, Peten, Guatemala. *Acta zoológica Mexicana*. 21(1): 83 - 94.
- Lovoba, T. & Mori, S. 2004. Epizoochorous dispersal by bats in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*. 20:581–582.

- Lumbreras, R. 2012. Composición de la dieta de los murciélagos frugívoros y nectarívoros (Chiroptera: Phyllostomidae) en el parque nacional grutas de Cacahuamilpa, Guerrero, México. Tesis para obtener el título de bióloga. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México. 96 p.
- Martin, A. & Barkley, W. 1961. Seed Identification Manual. University of California Press. Berkeley and Los Angeles. USA.
- Martinez, J. 2007. Composición y estructura de la comunidad de murciélagos en la reserva natural Rio Ñambi - Nariño – Colombia. Trabajo de grado para optar al título de Biólogo. Programa de Biología. Facultad de Ciencias Naturales y Exactas. Universidad de Nariño. 73 p.
- McNab, B. 1971. The structure of tropical bat faunas. *Ecology*. 52 (2): 352-358.
- Medellín, R. & Gaona, O. 1999. Seed dispersal by bats and birds in forest and disturbed habitats in Chiapas, México. *Biotropica*. 31(3):478-485.
- Medellín, R., Equihua, M. & Amin, M. 2000. Bat Diversity and Abundance as Indicators of Disturbance in Neotropical Rainforests. *Conservation Biology*, 14(6): 1666-1675.
- Molinari, J. 1993. El mutualismo entre frugívoros y plantas en las selvas tropicales: Aspectos paleobiológicos, autoecologías, papel comunitario. *Acta Biológica Venezolana*. 14(4):1-44.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M & T – Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 p.
- Moreno, C., Barragán, F., Pineda, E. & Pavón, N. 2011. Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 82: 1249 -1261.

- Moreno, J. 2010. Aves dispersoras de semillas en un remanente de bosque seco tropical en la finca Betanci – Gucamayás (Córdoba). Trabajo de grado. Carrera de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C. Colombia.
- Moreno – Mosquera, E., Roa – García, Y. & Jiménez – Ortega, A. 2005. Murciélagos dispersores de semillas en bosques secundarios y áreas cultivadas de la Cuenca del Río Cabí, Chocó – Colombia. *Revista Institucional. Universidad Tecnológica del Chocó.* (23): 45-50.
- Muller, M. & Reis, N. 1992. Partição de recursos alimentares entre quatro espécies de morcegos frugívoros (Chiroptera, Phyllostomidae). *Revista Brasileira de Zoologia.* 9 (3-4): 345-355.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. *Tree.* 10(2): 58-62.
- Narváez, G., Portilla, N. & Guerrero, V. 2014. Caracterización físico-natural del área de convergencia de los valles secos de los ríos Patía, Mayo, Juanambu y Guáitara. Grupo de investigación en geografía física y problemas ambientales TERRA - The Nature Conservancy - Asociación GAICA - Corporación Autónoma Regional de Nariño- Conserva Colombia - Fondo acción.
- Novoa, S., Cadenillas, R & Pacheco, V. 2011. Dispersión de semillas por murciélagos frugívoros en bosques del parque nacional cerros de Amotape, Tumbes, Perú. *Mastozoología Neotropical.* 18(1): 81 – 93.
- Perez-Torres, J. 2004. Dinámica del ensamblaje de murciélagos en respuesta a la fragmentación en bosques nublados: un modelo de ecuaciones estructurales. Tesis de doctorado en ciencias biológicas. Pontificia Universidad Javeriana. Facultad de ciencias. Departamento de Biología. Bogotá. 291 p.

- Pijl, L. 1957. The dispersal of plants by bats (Chiropterochory). *Acta Botanica Neerlandica*. 6:291-315.
- Pizano, C. & García, H. (Editores). 2014. El Bosque seco tropical en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. P. 350.
- Ríos-Blanco, M. 2010. Dieta y dispersión efectiva de semillas por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical. Córdoba, Colombia. Trabajo de grado. Carrera de Biología. Facultad de Ciencias. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C. Colombia.
- Ríos-Blanco, M. & Pérez-Torres, J. 2015. Dieta de las especies dominantes del ensamblaje de murciélagos frugívoros en un bosque seco tropical (Colombia). *Mastozoología Neotropical*, 22(1):103-111.
- Ruiz, A., Santos, M., Soriano, P., Cavelier, J. & Cadena, A. 1997. Relaciones mutualísticas entre el Murciélago *Glossophaga longirostris* y las cactáceas columnares en la zona árida de La Tatacoa, Colombia. *Biotropica*. 29(4):469–479.
- Ruiz, A & Soriano, P. 2000. Los murciélagos como polinizadores y dispersores de semillas de las cactáceas columnares en los enclaves áridos andinos del norte de Suramérica. Primer Congreso Colombiano de Zoología.
- Ruiz, A., Santos, M., Cavelier, J. & Soriano, P. 2000. Estudio Fenológico de Cactáceas en el Enclave Seco de la Tatacoa, Colombia. *Biotrópica* 32(3): 397–407.
- Sánchez, F., Álvarez, J., Ariza, C. & Cadena, A. 2007. Bat assemblage structure in two dry forests of Colombia: Composition, species richness, and relative abundance. *Mammalian Biology*. 72 (2):82–92.

- Saunders, D., Hobbs, R. & Margules, C. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology*. 5(1): 18-32.
- Schupp, E., Jordano, P. & Gómez, J. 2010. Seed dispersal effectiveness revisited: a conceptual review. *New Phytologist*, 188: 333–353.
- Soriano, P. 2000. Functional structure of bat communities in tropical rainforest and Andean cloud forest. *Ecotropicos* 13 (1):1-20.
- Sosa, M. & Soriano, P. 1992. Los murciélagos y los cactus una relación muy estrecha. *Carta Ecológica*. 61:7-10.
- Stoner, K. 2005. Phyllostomid bat community structure and abundance in two contrasting tropical dry forests. *Biotropica*, 37 (4): 591-599.
- Suárez – Castro, A. & Montenegro, O. 2015. Consumo de plantas pioneras por murciélagos frugívoros en una localidad de la Orinoquía colombiana. *Mastozoología Neotropical*, 22 (1): 125-139.
- Tirira, D. 1998. Historia natural de los murciélagos neotropicales. En *Biología, sistemática y conservación de los mamíferos del Ecuador*. Museo de Zoología. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Publicación Especial. Quito. 1: 31 – 56.
- Tirira, D. 2007. *Guía de campo de los mamíferos del Ecuador*. Ediciones Murciélago Blanco. Quito, Ecuador.
- Traveset, A. 1998. Effect of seed passage through vertebrates frugivores' guts on germination: a review. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*. 1(2): 151-190.
- Traveset, A. 1999. La importancia de los mutualismos para la conservación de la biodiversidad en ecosistemas insulares. *Revista Chilena de Historia Natural*. 72: 527-538.

- Traveset, A. 2002. Consecuencias de la ruptura de mutualismos planta-animal para la distribución de especies vegetales en las Islas Baleares. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75: 117-126.
- Trujillo, L. 2013. Análisis de nicho trófico de la comunidad de murciélagos (mammalia: chiroptera) del parque nacional Laguna Lachuá: un enfoque ecomorfológico. Informe de tesis para optar al título de Biólogo. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.
- Vargas, A., Aguirre, L., Galarza, M. & Gareca, E. 2008. Ensamble de murciélagos en sitios con diferente grado de perturbación en un bosque montano del parque nacional Carrasco, Bolivia. *Mastozoología Neotropical*. 15 (2): 297-308.
- Velandia-Perilla, J., Garcés-Restrepo, M., Moscoso, M. & Giraldo, A. 2012. Estructura y composición del ensamblaje de murciélagos de sotobosque en isla Palma, bahía Málaga, Valle del Cauca. *Boletín científico museo de historia natural*. 16 (1): 215 – 225.
- Villarreal, H., Álvarez, M., Córdoba, S., Escobar, F., Fagua, G., Gast, F., Mendoza, H., Ospina, M. & Umaña, A. 2006. Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. Segunda edición. Programa de Inventarios de Biodiversidad. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 236 p
- Wenny, D. 2001. Advantages of seed dispersal: A re-evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecology Research*. 3: 51–74.

# ANEXOS

**Anexo A: Tabla de registro de la información de campo de los murciélagos capturados**

UNIVERSIDAD DE NARIÑO														
ENSAMBLAJE DE MURCIÉLAGOS FRUGÍVOROS (CHIROPTERA: PHYLLOSTOMIDAE) Y DISPERSIÓN DE SEMILLAS EN EL BOSQUE SECO TROPICAL DEL VALLE DEL PATÍA – NARIÑO.														
MERCEDES ORTEGA MORIANO														
FECHA:			HORA APERTURA REDES:						HORA CIERRE REDES:					
CLIMA:														
HORA	ESPECIE	COLLAR	H	M	J	A	ER	P	L	ANTEBRAZO	PESO	M. FECAL	RECAP.	OBSERVACIONES

H: Hembra, M: Macho, J: Juvenil, A: Adulto, ER: Estado reproductivo, P: Preñada, L: Lactando, M. FECAL: Materia fecal, RECAP.: Recaptura.

**Anexo B: Fotografías de las especies de murciélagos reportadas en esta investigación**

FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE

Subfamilia Stenodermatinae

*Artibeus lituratus* Olfers, 1818.



*Artibeus planirostris* Spix, 1823.



Subfamilia Phyllostominae

*Phyllostomus discolor* Wagner, 1843.



*Phyllostomus hastatus* Pallas, 1767.



Subfamilia Glossophaginae - *Choeroniscus godmani* Thomas, 1903.

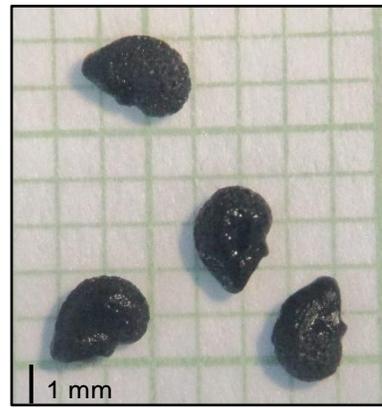


Subfamilia Carollinae - *Carollia perspicillata* Linnaeus, 1758.



**Anexo C: Fotografías de las especies vegetales consumidas por murciélagos frugívoros reportadas en esta investigación**

FAMILIA CACTACEAE - *Stenocereus griseus* (Haw.) Buxb.



FAMILIA MUNTINGIACEAE – *Muntingia calabura* L.



FAMILIA MORACEAE – *Ficus sp* L.



FAMILIA SOLANACEAE – Morfoespecie uno



FAMILIA COMBRETACEAE – *Terminalia catappa* L.



**Anexo D: Fotografías de partes de insectos encontradas en la materia fecal de murciélagos reportadas en esta investigación**

ORDEN COLEOPTERA – Posiblemente Cerambycidae (Partes encontradas en la materia fecal de *Phyllostomus hastatus*)

Alas membranasas



Tarso con uñas dentadas



Élitros



Antena filiforme



Fémur



Mandíbula



ORDEN COLEOPTERA – Posiblemente Scarabaeidae (Partes encontradas en la materia fecal de *Carollia perspicillata*)

Élito



Ala membranosa



Tarso con uñas (izquierda) - Tibia y tarso (derecha)

