

**Descripción de la dieta de un grupo de machos del murciélago *Mormoops megalophylla* en la
cueva la Macaregua, Santander, Colombia**

PÁVEL ARCINIEGAS HERNÁNDEZ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

Bogotá, D.C.

Noviembre 2012

**Descripción de la dieta de un grupo de machos del murciélago *Mormoops megalophylla* en la
cueva la Macaregua, Santander, Colombia**

PÁVELARCINIEGAS HERNÁNDEZ

APROBADO

Ingrid Schuler, Ph.D.
Decana Académica
Facultad de Ciencias

Andrea Forero
Directora
Carrera de Biología

**Descripción de la dieta de un grupo de machos del murciélago *Mormoops megalophylla* en la
cueva la Macaregua, Santander, Colombia**

PÁVEL ARCINIEGAS HERNÁNDEZ

TRABAJO DE GRADO

**Presentado como requisito parcial
para optar por el título de**

BIÓLOGO

Jairo Pérez-Torres, Ph.D.

Pontificia Universidad Javeriana

Director

Leonardo Martínez Luque, M.Sc.

CAR

Par Academico

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA

FACULTAD DE CIENCIAS

Bogotá, D.C.

Noviembre 2012

NOTA DE ADVERTENCIA

Artículo 23 de la Resolución N° 13 de Julio de 1946

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos no por sus alumnos en sus tesis de grado. Solo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral católica y porque los trabajos de grado no contengan ataques personales contra persona alguna, antes bien se vean en ella el anhelo de buscar la verdad y la justicia”

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, Armando y Angélica, por su apoyo incondicional, por hacer que mis sueños se volvieran realidad y por no perder la fe en la causa. Este trabajo esta completamente dedicado a ustedes y a sus grandes esfuerzos por mí.

A mi hermano, Vladimir, por ser ejemplo de excelencia, esfuerzo y perseverancia.

A Jairo Alonso Hernández por sus grandes y constantes aportes a lo largo de toda mi vida. Un mal ejemplo no siempre es malo.

A Katherine González y a Almendra, por llenarme de motivos para llevar todo mis proyectos personales a buen termino.

A Jairo Pérez-Torres, director de este trabajo, por abrirme una ventana cuando todas las puertas estaban cerradas. Por su esfuerzo y apoyo académico y logístico.

A Don Elías y Doña Flor por hacer de su hogar una base para el desarrollo del conocimiento científico.

A todos los integrantes del Laboratorio de Ecología Funcional por su colaboración en campo.

A Berta Helena Calonge por su apoyo económico, académico y emocional. Confiar a ojo cerrado no es un don de todas las personas.

A Camilo López, Ángela Alviz, María Cristina Ríos, Mauricio Vela, María Teresa Herrera, Mónica María Peñuela, José Manuel Ramírez y Gissel Molina por sus aportes a mi formación académica durante mi estancia en el Laboratorio de Ecología Funcional. También quiero agradecerles por su ayuda desinteresada y por estar pendientes de los avances del presente trabajo.

A Sergio Andrés Venegas, Juan Manuel Izquierdo, y Juan David Suarez porque ser un buen cafe no es fácil. Gracias por conformar un verdadero equipo de trabajo.

A Rafael Fonseca y Cesar Contreras, por enseñarme a amar a mis amigos.

Por último y no menos importante, a usted quien está dedicando su tiempo a la lectura critica de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDOS

1. Introducción	1
2. Planteamiento del problema y justificación	2
3. Objetivo General	3
3.1 Objetivos Específicos	3
4. Marco Teórico	3
4.1 Los murciélagos	3
4.2 <i>Mormoops megalophylla</i>	4
4.3 La dieta de los murciélagos	5
5 Metodología	6
5.1 Área de estudio	6
5.2 Fase de campo	8
5.3 Procesamiento de muestras	9
5.4 Análisis de datos	9
6 Resultados	11
6.1 Identificación taxonómica	11
6.1.1 Resultados Generales	11
6.1.2 Sub adultos	12
6.1.3 Adultos	13
6.2 Curva de acumulación	15
6.3 Índice de valor de Importancia (IVI)	16
6.3.1 IVI General	16
6.3.2 IVI Adultos	17
6.3.3 IVI Sub adultos	18
6.4 Amplitud de dieta	19
7 Discusión	19
7.1 Identificación taxonómica	20
7.2 Curva de acumulación de especies	22
7.3 Índice de valor de importancia (IVI)	22
7.4 Amplitud de la dieta	23
7.5 Donde forrajea	23

7.6 El Tabaco	24
8 Conclusiones	24
9 Recomendaciones	25
10 Bibliografía	26
11 Anexos	31

Lista de Figuras

Figura 1. Mapa de la ubicación del municipio en el departamento de Santander y en el país del municipio de Curití	7
Figura 2. Porcentaje de frecuencia de los morfotipos en las muestras	12
Figura 3. Número de morfotipos que pertenecen a un grupo (orden)	13
Figura 4. Porcentaje de muestras en las que estuvo presente un orden	13
Figura 5. Porcentaje de muestras en las que estuvo presente un orden	14
Figura 6. Porcentaje de morfotipos que correspondieron a un orden	15
Figura 7. Curva de acumulación de especies de morfotipos encontrados ajustada al modelo de Clench. Las líneas moradas indican los intervalos de confianza al 95% superior e inferior.....	16

Lista de Tablas

Tabla 1. Número de muestras procesadas y de morfotipos encontrados, con sus respectivos porcentajes	11
Tabla 2. Índice de valor de importancia de los morfotipos	12
Tabla 3. Índice de valor de importancia para los órdenes	13
Tabla 4. IVI teniendo en cuenta todos los morfotipos identificados	18
Tabla 5. IVI teniendo en cuenta los morfotipos identificados taxonómicamente hasta orden.....	18
Tabla 6. IVI para sub adultos teniendo en cuenta todos los morfotipos	18
Tabla 7. IVI para sub adultos teniendo en cuenta los morfotipos identificados a nivel taxonómico de orden	19
Tabla 8. Índice de Levins para los diferentes grupos de los que se realizó la descripción	19

Anexos

Anexo 131
Anexo 232
Anexo 333

Resumen

Mormoops megalophylla es un murciélago insectívoro del cual se han observado poblaciones de cientos de individuos habitando algunas cuevas al nororiente de Colombia. Sin embargo muy poco se conoce acerca de su ecología e historia natural lo que dificulta incluirla en algún plan de manejo, conservación o su aprovechamiento como posible controlador de insectos plaga, como ocurre con otras especies de murciélagos insectívoros en diferentes lugares del mundo. El objetivo del presente estudio fue describir la dieta de un grupo de 29 machos de la especie, los cuales habitan en la cueva La Macaregua en el municipio de Curití (Santander). El análisis fecal se hizo a nivel general y luego se describió la dieta de adultos y Sub adultos por separado. La toma de muestras se llevo a cabo en el mes de Agosto, entre las 4:00h y las 6:00h, momento en que los individuos regresan a su lugar de percha. El análisis fecal dio a conocer que los machos de *M. megalophylla* se alimentan de por lo menos 6 órdenes de artrópodos: Lepidóptera, Araneae, Díptera, Hemíptera, Himenóptera y Coleóptera. De estos, el orden Lepidóptera fue el más importante a nivel general, para adultos y para sub adultos. El porcentaje de frecuencia en las muestras fue el más alto en todos los grupos, al igual que el índice de valor de importancia cuyo valor fue, cuando menos, el doble del que se obtuvo para los demás ordenes. Aunque no se encontró una diferencia en los ítems consumidos por adultos y sub adultos, vale la pena aclarar que este estudio refleja un momento particular en el año.

1. Introducción

Los murciélagos representan cerca del 20% de las especies de mamíferos existentes en el mundo y en Colombia se encuentra cerca del 15% del total de especies de quirópteros presentes en la tierra (Alberico et al., 2000). Es uno de los grupos más diversos tanto a nivel morfológico como a nivel ecológico, lo que los hace parte fundamental de numerosas relaciones ecológicas por su capacidad para redistribuir nutrientes, dispersar semillas, controlar poblaciones de artrópodos nocturnos, entre otras. (Altringham 2011, Kunz et al 2011 y Guevara y Sainoz 2012).

Esta diversidad de funciones que pueden desempeñar los murciélagos en un ecosistema está ligada, sobre todo, a la variedad de hábitos alimenticios que presentan. Dentro de los mamíferos, los quirópteros presentan alrededor de 6 gremios alimentarios, lo que les permite explotar la mayor cantidad de recursos presentes en el ambiente (Dumont 2007, Estrada-Villegas et al 2010, Bracamonte 2011, Kunz et al 2011 y Guevara y Sainoz 2012). El gremio de murciélagos más abundante es el de los insectívoros ya que cerca del 70% del total de especies aprovecha este recurso de manera constante u ocasional. Además de su gran diversidad, las poblaciones de insectívoros llegan a hacer de miles o millones (Kaňuch et al 2005, Leelapaibulet et al 2005 y Guevara y Sainoz 2012) lo que los convierte en un agente muy importante en la supresión de artrópodos nocturnos entre ellos los agroecosistemas, lo cual representa un beneficio económico para los seres humanos (Leelapaibulet et al 2005).

Dentro de las especies de murciélagos insectívoros se encuentra *Mormoops megalophylla*. Esta especie se distribuye desde el sur de Estados Unidos hasta el norte de Brasil y el norte de Ecuador. En Colombia se encuentra presente en las costas pacífica y atlántica y en el nororiente del país. Justamente en el nororiente del país, más exactamente en el departamento de Santander, se ha registrado la presencia de numerosas poblaciones de *M. megalophylla* habitando en cuevas ubicadas en municipios como San Gil y Curití.

Aunque la especie se encuentra en categoría de “preocupación menor” en la lista de especies amenazadas (Davalos et al. 2008), muy poco se conoce acerca de su historia natural y ecología y los pocos estudios al respecto no son concretos en aspectos como la reproducción, hábitos de forrajeo o la dieta (Easterla y Whitiaker 1972, Resutek y Cameron 1993, Muñoz 2001, Boda et al 2003 y Davalos et al. 2008).

2. Planteamiento del problema y justificación

La dieta de cualquier organismo está compuesta por la integración de varios tipos de recursos alimentarios que proporcionan los requerimientos necesarios para su metabolismo (Vaughan 1997, Whitaker & Yom-Tov 2002, Calonge 2010 y Altringham 2011). Dentro de los mamíferos, los murciélagos son los que poseen la mayor variedad de hábitos alimentarios y es la diversidad en su dieta la responsable, en gran medida, de la complejidad morfológica, fisiológica y ecológica que estos presentan (Altringham 2011). La dieta de los murciélagos se encuentra discriminada en diferentes gremios alimentarios dentro de los cuales sobresalen los insectívoros, ya que cumplen papeles ecológicos relevantes. Esta importancia se debe a que de las 1232 especies de murciélagos existentes, el 70% son insectívoros obligados o facultativos (Vaughan 1997, Shielet *et al.* 1997, Bracamonte 2011, Kunz 2011 y Altringham 2011).

Dentro del gremio de los murciélagos insectívoros, se encuentra la especie *Mormoops megalophylla*, la cual es considerada como de alta sensibilidad a cualquier tipo de disturbio sobre el hábitat en el que se encuentre (Dávalos *et al.* 2008). Además requiere lugares de percha específicos que son proporcionados por ecosistemas subterráneos (Restuek & Cameron, 1993). En Colombia la especie se encuentra presente en la cueva La Macaregua, departamento de Santander. (Grose y Marinkelle 1968, Grose & Marinkelle 1970, Cadena 1974 y Pérez-Torres *et al.* 2010), la cual se encuentra inmersa en un remanente de bosque seco tropical (Pérez-Torres *et al.* 2010). Sin embargo la capa vegetal del área aledaña ha sido altamente modificada variando la disponibilidad de recursos alimentarios para la especie (Mejía *et al.* 2008). Este hecho podría estar condicionando la presencia de *M. megalophylla* su papel ecológico, ya que tanto los sistemas subterráneos como los organismos que allí habitan, dependen en gran medida de los ecosistemas circundantes.

Sin embargo los estudios realizados sobre la especie, su dieta y ecología son escasos alrededor del mundo (Easterla & Whitaker 1972, Boada *et al.* 2003 y Petit *et al.* 2006) y en el país se limitan a registrar su presencia (Pérez-Torres *et al.* 2010). Además de esto, aquellos que son utilizados como punto de referencia bibliográfico carecen de precisión, cayendo incluso en la malinterpretación de los datos en los que se basan (Resutek & Cameron 1993). Por lo tanto el presente trabajo pretende divulgar información fiable y actualizada acerca de los recursos

alimentarios utilizados por un grupo de individuos machos de la especie *Mormoops megalophylla*. Esto con el fin de tener una primera idea del recurso alimenticio utilizado por la especie en el área de estudio, buscando que dicha información sea tenida en cuenta en el posible control de insectos plaga y en planes de manejo y conservación en el área de estudio.

3. Objetivo General

Describir la dieta del murciélago insectívoro *Mormoops megalophylla* presente en la cueva Macaregua.

3.1 Objetivos Específicos

- Identificar taxonómicamente los artrópodos que son consumidos por un grupo de individuos machos de la especie *Mormoops megalophylla* en época seca.
- Caracterizarla dieta de un grupo de individuos machos de la especie *Mormoops megalophylla* en época seca.

4. Marco Teórico

4.1 Los murciélagos

Los murciélagos tal y como los conocemos hoy han estado presentes en la tierra alrededor de 52 millones de años, tiempo durante el cual han dado lugar a más de 1200 especies en la actualidad. Los murciélagos se han diversificado de manera asombrosa, presentando gran variedad de comportamientos, hábitos alimentarios, adaptaciones morfológicas y lugares de percha (Kunz *et al* 2011). Hoy en día muchas especies de murciélagos tienen como sitios de percha estructuras hechas por el hombre, cuevas, huecos en los árboles e incluso las hojas de estos mismos (Nowak 1999, Altringham 2011 y Bracamonte 2011)

En el neotrópico los murciélagos son más numerosos que otros grupos de mamíferos y en algunos casos son más numerosos que las aves y representan aproximadamente el 50% de los mamíferos asociados a ecosistemas neotropicales (Medellín *et al.* 2000). En Colombia hay 178 especies de murciélagos, de las cuales aproximadamente 74 son insectívoras obligadas (Alberico *et al.* 2000, Mantilla 2009, Estrada-Villegas *et al* 2010) Esto ubica al país como el segundo del mundo y el primero en América en cuanto a diversidad de murciélagos (Alberico *et al.* 2000).

Al diferenciar los murciélagos por gremios tróficos se observa su gran plasticidad y el importante papel que juegan por su capacidad de dispersión de semillas, de polen, de redistribución de nutrientes y de controladores de poblaciones de insectos nocturnos (Calonge *et al.* 2010, Bracamonte 2011 y Guevara y Sainoz 2012). Por medio del estudio de su ecología se puede obtener información acerca de los factores ecológicos que determinan la presencia de las especies en un lugar y como este está cambiando con el tiempo (Soriano 2000).

4.2 *Mormoops megalophylla*

La familia Mormoopidae incluye dos géneros (Mormoops y Pteronotus) conocidos como murciélagos bigotudos o de espalda desnuda (Nowak 1999, Boada *et al.* 2003 y Gardner 2007). La especie *Mormoop megalophylla* fue reportada por Peters en 1864, donde se destaca el mayor tamaño del antebrazo (>50 mm) con respecto a la otra especie del género Mormoops, *Mormoops blainvilli*. (<41 mm) (Resutec y Cameron 1993).

Mormoops megalophylla se caracteriza por habitar lugares húmedos, semi áridos y áridos debajo de los 3000 m.s.n.m desde el sur de Arizona, Texas y nuevo México; en Centro América se encuentra desde Honduras hasta El Salvador. Sin embargo, no se ha registrado su presencia en Nicaragua, Costa Rica o Panamá (Dávalos 2006). La especie se vuelve a registrar en la Costas Caribe de Colombia y Venezuela, las Antillas Holandesas y Trinidad; en la Costa Pacífica de Colombia y Ecuador y el norte de Perú (Resutec & Cameron 1993, Boada *et al.* 2003). Además de estos registros, para Colombia se ha reportado en el centro-norte del país (departamento de Santander) (Cadena 1974, Pérez-Torres *et al.* 2010).

Esta especie habita cuevas y locaciones abandonadas (Minas, edificios) que usa como lugares de percha, los cuales abandona para alimentarse, un poco después de que oscurece. Una vez al exterior del lugar de percha los individuos de *M. megalophylla* forrajean sobre cuerpos de agua y cañones. Son voladores rápidos y ágiles. Se han registrado colonias de hasta quinientos mil (500.000) individuos y estas pueden convivir con colonias de otras especies en la misma cueva (Resutec & Cameron 1993, Nowak 1999, Muñoz 2001 y Gardner 2007).

Junto con la reproducción, los hábitos alimentarios del murciélago *Mormoops megalophylla* son dos aspectos fundamentales para determinar la ecología de la especie (Withaker 2002 y Davalos 2008), pero que al mismo tiempo carecen de conocimiento preciso y de datos actuales,

dificultando su inclusión en planes de manejo y conservación en las áreas donde se encuentra presente. Son pocos los datos que se conocen acerca de la dieta de esta especie, siendo el más reciente de estos reportado por Boada *et al.* en el año 2003. En este estudio Boada y colaboradores mencionan únicamente la presencia de restos de Lepidóptera, Dermáptera, y Coleóptera, al igual que pupas de Díptera. Sin embargo no se ahonda en el análisis de estos componentes y no se tiene seguridad de si las pupas de los Dípteros fueron consumidas o depositadas por estos organismos una vez que el murciélago hubo defecado. Tampoco se menciona si las partes de los artrópodos se encontraron en restos de guano bajo lugares de percha o si este resultado fue producto del procesamiento de muestras obtenidas directamente de los individuos.

Por su parte Easterla & Wihtaker (1972), sugieren que la especie se alimenta exclusivamente de polillas de cuerpo grande (Lepidóptera) a partir de la revisión del contenido intestinal y estomacal de cuatro individuos. Sin embargo dos de los individuos revisados tenían el estomago vacío y las polillas fueron encontradas en el intestino.

Las demás publicaciones donde se mencionan datos acerca de la dieta o hábitos alimenticios de *Mormoops megalophylla* (Rezsutek & Cameron 1993, Nowak 1999, Gardner 2007) se basan en alguno de los dos estudios mencionados anteriormente.

Mormoops megalophylla se considera insectívoro obligado aunque no es claro qué insectos consume. Resutek & Cameron (1993), haciendo una malinterpretación de los reportados por Easterla & Wihtaker (1972), sugirieron que la especie consume únicamente polillas de cuerpo blando (Lepidóptera). Por su parte Boada *et al.* (2003) también reportó la presencia de Lepidópteros, pero al mismo tiempo registra la presencia de restos de Dermápteros, Coleópteros y Dípteros en el guano de individuos de la especie.

4.3 La dieta de los murciélagos

Los murciélagos pueden ocupar varios niveles tróficos, desde consumidores primarios hasta terciarios; pueden alimentarse de frutas, pole, invertebrados, peces, sangre y muchas veces seleccionan hábitats específicos (Fenton 1992). Además pueden necesitar dietas muy especializadas así como sitios de percha y selección de hábitat (Fenton 1992). Tanto la dieta como la especialización de hábitat son factores significantes de la probabilidad de extinción local (Medellinet. *al.* 2000). Todos estos rasgos hacen que los murciélagos sean potenciales

indicadores del estado de algunas características del hábitat, tales como las estructuras particulares para lugares de percha, la variedad del alimento y los diferentes microhabitats (Medellin *et. al.* 2000).

Los murciélagos cumplen un papel importante en la dinámica de los ecosistemas neotropicales tanto por su capacidad de volar como por su actividad de forrajeo nocturno, durante la que consumen gran cantidad de recursos como insectos, polen, carne y sangre (Bracamonte 2011). Los murciélagos insectívoros actúan como controladores de plagas debido en gran medida a las numerosas poblaciones que de estos se presentan en lugares como las cuevas, por su parte aquellos que consumen frutos y néctar participan en la estructura y regeneración de los bosques además de ser los únicos polinizadores de especies económicamente importantes como el agave o el totumo (Khunzet. *al.* 2011).

Con el fin de conocer el tipo de alimento consumido por los murciélagos se efectúan estudios sobre su dieta. En Colombia se han realizado varios trabajos de grado en análisis de dieta de murciélagos frugívoros como por ejemplo el de Bolaños (2000) en un bosque andino (Bogotá, Colombia) el de Calonge (2009) y el de Ríos (2010) en el departamento de Córdoba (Colombia). Por su parte, trabajos realizados en Nicaragua (Medina *et al.* 2007), Gran Bretaña (Vaughan 1997) e Israel (Whitaker y Yom-Tov 2002), además de revisiones bibliográficas al respecto (Khunzet. *al.* 2011) dan cuenta de algunos beneficios directos e indirectos producto de la alimentación de los murciélagos.

5. Metodología

5.1 Área de estudio

La cueva la Macaregua (06° 39' 36.2" y 73° 06' 32.3") (Peñuela 2011 TG) se encuentra ubicada en la vereda Las Vueltas, en el municipio de Curití, Departamento de Santander (Figura 1). El municipio se encuentra ubicado en el centro oriente del departamento y limita con los municipios de Molagavita, Cepita, ratoca y Jordan al norte; Mogotes al oriente; Mogotes y San Gil al sur; Cabrera y Villanueva al occidente (GELT 2011).

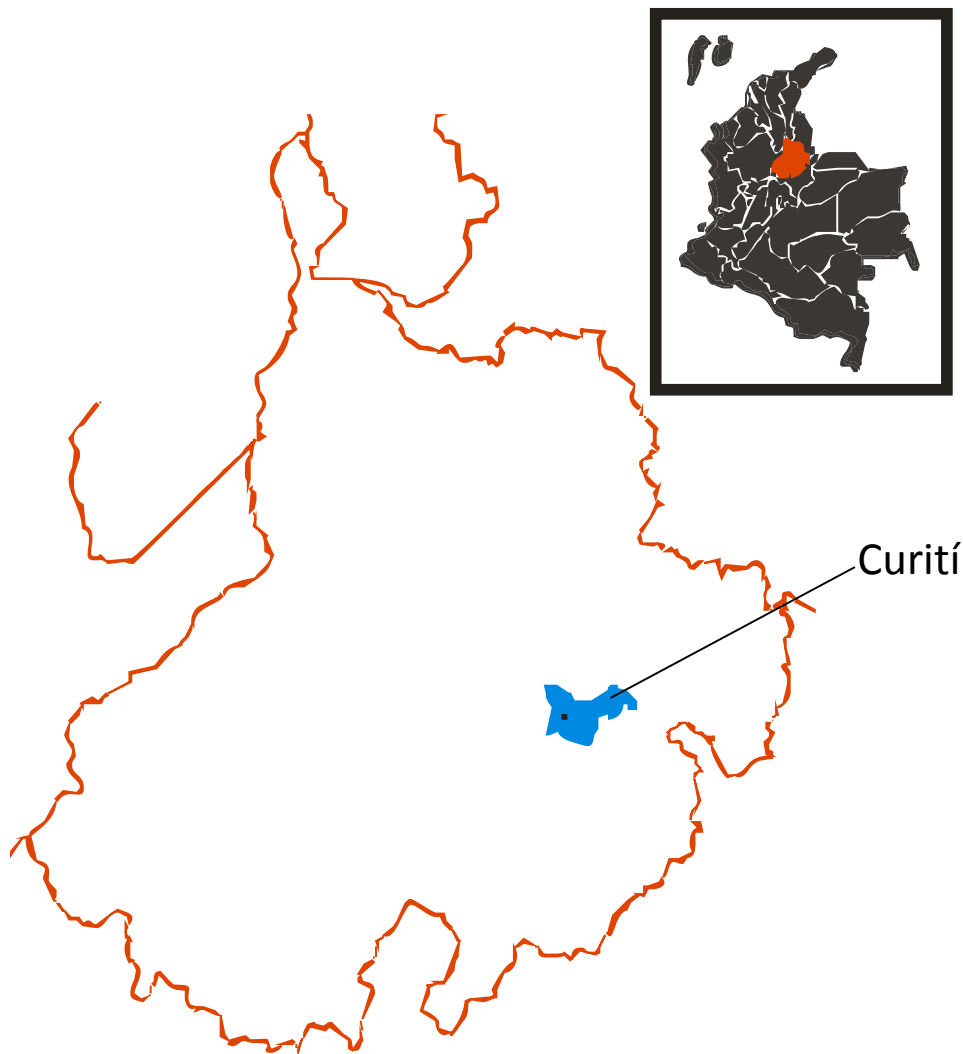


Figura 1. Mapa de la ubicación del municipio en el departamento de Santander y en el país del municipio de Curití.

Presenta una temperatura media de 20°C y la precipitación varía entre 1100 milímetros anuales en la región correspondiente al valle del Río Chicamocha, sector nororiental y los 2000 milímetros anuales en la parte sur del municipio (Mejía *et al.* 2008).

La cobertura vegetal del municipio se caracteriza por la presencia de sistemas agroforestales, cultivos semi y permanentes de tabaco, frijol, café, maíz y fique entre otros.

Por su parte la cueva La Macaregua se encuentra inmersa en un remanente de bosque seco tropical compuesto por algunas familias de plantas como Boraginaceae, Leguminoseae, Myrsinaceae, Rubiaceae, Cesalpinaceae y Mimosaceae (Peñuela 2011 TG). La cueva cuenta con una extensión aproximada de 594,7 m. Cuenta con dos sistemas de galerías principales, un

sistema de galerías seco de aproximadamente 100m y un sistema de galería húmedo y un curso de agua durante los primeros 300 metros (Pérez-Torres *et al* 2010).

5.2 Fase de campo

Para la caracterización de la dieta del murciélago se realizaron dos salidas de campo con una duración de cuatro días, en los meses de Junio y Agosto del año 2012. Durante estas salidas se realizó la colecta de las muestras de materia fecal de los murciélagos en la cueva La Macaregua. La obtención de las muestras se llevó a cabo por medio de la captura de los murciélagos. Para tal fin utilizó una trampa arpa, durante el segundo y tercer día de campo, entre las 4:00h y las 6:00h. Este horario se eligió de acuerdo al pico de actividad de la especie y teniendo en cuenta los horarios de entrada y salida registrados realizado en estudios previos (Cadena 1974, Resutek&Cameron 1993, Boada *et al.* 2003). Se realizaron dos sesiones de captura con el fin de obtener el mayor número posible de muestras.

La trampa arpa se situó a la entrada de la sala donde se encontró ubicada la población de *Mormoops megalophylla* (ANEXO 1). Esta galería está ubicada en una sala amplia la cual está precedida por una pendiente de 4 m de longitud aproximadamente y un paso bastante estrecho de 1.50 m de alto y 1 m de ancho aproximadamente. Los murciélagos que fueron atrapados con la trampa se extrajeron y fueron depositados en bolsas de tela por un espacio máximo de una hora o hasta que se obtuvo la muestra de materia fecal. Estas muestras se preservaron en tubos Eppendorf con alcohol al 70% y a cada una se le asignó un código único para su posterior análisis.

Una vez se obtuvo la muestra de materia fecal de cada uno de los individuos, se registraron las medidas morfométricas estándar para cada individuo (longitud total, oreja, trago, hoja nasal, antebrazo, envergadura, pata con uña, pata sin uña) utilizando un calibrador (DiaMax, 0.1mm). De igual forma se registró el sexo, estado reproductivo y etapa de desarrollo. Estos datos fueron consignados en un formato previamente establecido (ANEXO 2). Luego de realizado este procedimiento se marcó con el fin de tener en cuenta las recapturas, en caso de que ocurrieran.

Nota

Para ingresar a la cueva cada persona deberá utilizar una semi-máscara respiratoria con filtro de aire y casco de protección. La máscara deberá ser utilizada obligatoriamente y en todo momento

debido al reporte *Histoplasma capsulatum* (Grose & Marinkelle 1970, Pérez-Torres *et al.* 2010) en la cueva. El casco se utiliza como medida preventiva debido a que se deben atravesar espacios estrechos

5.3 Procesamiento de muestras

El procesamiento de las muestras de materia fecal se llevó a cabo en el Laboratorio de Ecología Funcional (LEF) de la Pontificia Universidad Javeriana. Cada uno de los tubos Eppendorf se vació en una caja de Petri con alcohol al 70%. Cada unidad de excremento que componía la muestra fue disgregada con la ayuda de unas pinzas de punta fina (AA) y revisada con un estereoscopio (SE 2200). Los artrópodos (partes de estos) encontrados eran separados, fotografiados y preservados de nuevo en tubos Eppendorf con alcohol al 70 % para su posterior identificación. Las fotografías fueron tomadas con una cámara para microscopio DCM510. Por su parte la identificación taxonómica se llevó a cabo con la ayuda de las claves taxonómicas de Shielet *al.* (1997) y Kunz & Pearson (2009), las cuales están diseñadas para la identificación de restos de artrópodo. Una vez identificados los artrópodos, fueron montados en láminas con gelatina glicerizada (Shielet *al.* 1997) con el fin de preservarlos en buen estado.

5.4 Análisis de datos

Para el análisis de datos se utilizó estadística descriptiva del grupo completo de individuos. Posteriormente el grupo completo (29 muestras) fue discriminado por grupos de edades (adultos y sub adultos). En cada uno de los tres grupos el análisis se dividió en dos partes: La primera parte consistió en la descripción de los resultados teniendo en cuenta todas las muestras que hacían parte del grupo; grupo completo 29 muestras, adultos 22 muestras y sub adultos 7 muestras. Para cada grupo se registró el número de morfotipos presentes y con este dato se procedió a realizar los cálculos estadísticos. Luego se separaron los morfotipos identificados a nivel taxonómico de orden, se agruparon todos según el orden al que pertenecían y se procedió a realizar el análisis. Los morfotipos que no pudieron ser identificados se agruparon en el grupo “Otros morfo”.

Posteriormente se realizó una curva de acumulación de especies (Moreno 2001) utilizando el software Statistica 8.0. Para eliminar el efecto del orden en que se adicionaron las muestras, estas fueron aleatorizadas 1000 veces empleando el software Estimates 8.0.0. La curva fue ajustada el

modelo de Clench con el fin de obtener un valor de la representatividad del muestreo para este caso particular.

$$\text{Ecuación de Clench: } E(s) = \frac{ax}{1+bx}$$

Donde:

$E(s)$: Número de muestras esperadas.

a : Constante que representa el incremento al inicio del muestreo

b = Constante que representa la pendiente de la curva

x =Número acumulado de muestras.

Para establecer la importancia relativa de cada ítem consumido dentro de las muestras obtenidas se calculó el Índice de Valor de Importancia (IVI), esperando determinar cuál de los morfotipos fue el más importante para la especie en cada uno de los casos particulares mencionados anteriormente: grupo general (todas las muestras) con todos los morfotipos y luego solo con los morfotipos identificados a nivel taxonómico de orden; posteriormente adultos y sub adultos bajo las mismas condiciones.

Finalmente se describió la amplitud de la dieta por medio del índice de Levins para cada grupo y bajo las consideraciones mencionadas en el párrafo anterior. Este índice se calculó con el fin de determinar el grado de especialización de la especie con respecto a un morfotipo u orden en particular. Este índice muestra el recurso más dominante y reduce el efecto de recursos ocasionales (Moreno 2001).

$$B = \frac{Y^2}{\sum_{j=1}^R (N^2 j)}$$

Donde:

B = Índice de Levins

N_j = Número de muestras con un morfotipo j .

R= Total de recursos.

Y= Número total de muestras.

6. Resultados

6.1 Identificación taxonómica

6.1.1 Resultados Generales

Fueron revisadas 29 muestras, correspondientes al mismo número de individuos capturados. De las 29 muestras una correspondió a un individuo juvenil, 5 a sub adultos y 23 a adultos, todos machos. También se observaron un total de 47 morfotipos, de los cuales 15 se identificaron taxonómicamente a nivel de orden. De estos 15 morfotipos, 13 correspondieron a órdenes de la Clase Insecta: Lepidóptera, Díptera, Himenóptera, Coleóptera y Hemíptera; uno a la clase Arachnida: Aranea, y el morfotipo restante correspondió a pelos de los mismos murciélagos, *Mormoops megalophylla*. Por su parte, al agrupar los morfotipos identificados a nivel taxonómico de orden, se encontró que el orden Lepidóptera estuvo presente en un mayor porcentaje de muestras con respecto a los demás órdenes, 86.20%, mientras que los órdenes Coleóptera Hemíptera e Himenóptera estuvieron presente en menor porcentaje de muestras, 3.44% (Tabla 1).

Morfotipo	N° muestras*	% muestras*	N° morfotipos	% morfotipos
Lepidóptera	24	86.20	5	10.63
Otros morfotipos	18	62.06	32	68.08
Araneae	13	44.82	2	4.25
Pelos	12	41.37	1	2.12
Díptera	6	20.68	4	8.16
Himenóptera	1	3.44	1	2.12
Hemíptera	1	3.44	1	2.12
Coleóptera	1	3.44	1	2.12
Total	-	-	47	100

Tabla 1. Número de muestras procesadas y de morfotipos encontrados, con sus respectivos porcentajes. (*) El número total de muestras procesadas fue de 29 y en cada una de ellas se encontró mas de un morfotipo, razón por la cual la sumatoria de esta columna no corresponde al número total de muestras ni su porcentaje al 100%.

Así mismo se obtuvo, a nivel general, que el morfotipo presente en el mayor porcentaje de muestras fue Lepidóptera 1 con el 82.7%, seguido de Morfotipo 16 (48.2%) y Araneae 1 (44.8%) (Figura 2).

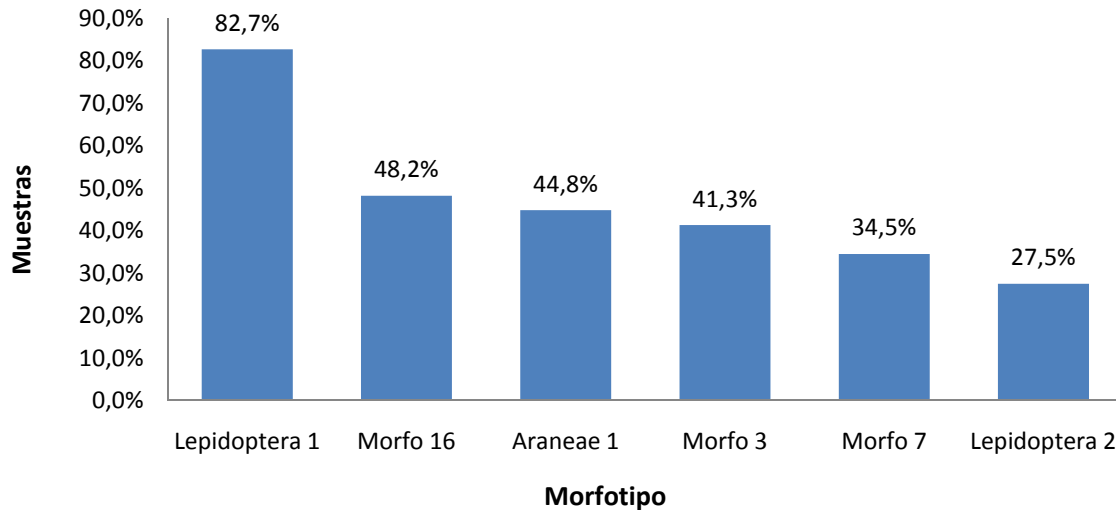


Figura 2. Porcentaje de frecuencias de los morfotipos en las muestras.

6.1.2 Sub adultos

Al analizar solo las muestras de los sub adultos (5) se encontraron un total de 29 morfotipos, de los 47 hallados en total. De esto, 9 fueron identificados a nivel de orden y los 20 restantes se agruparon como “otros morfo”. Los nueve morfotipos identificados a nivel de orden se clasificaron en Lepidópteros, Dípteros, Araneae, Coleópteros e Himenópteros (Figura 3). Cabe anotar que el orden Coleóptera estuvo presente en una única muestra perteneciente a un individuo Sub adulto. Al momento de consolidar los datos se encontró que, de aquellos morfotipos que fueron identificados a nivel de orden, Lepidóptera fue el más común en las muestras, seguido de Díptera (Figura. 4). Así mismo, los morfotipos identificados como pertenecientes al orden Lepidoptera representaron el 13.7% del total de morfotipos para los sub adultos, mientras que el orden Coleóptera e Himenóptera estuvieron presentes en el 3.44% (Figura. 3).

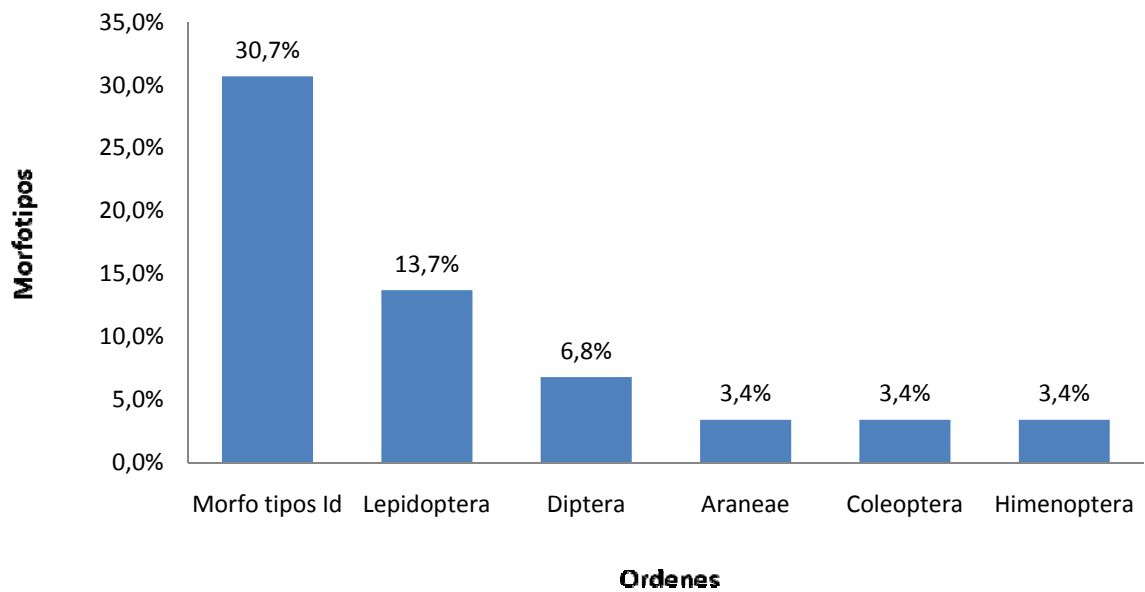


Figura 3. Número de morfotipos que pertenecen a un grupo (orden).

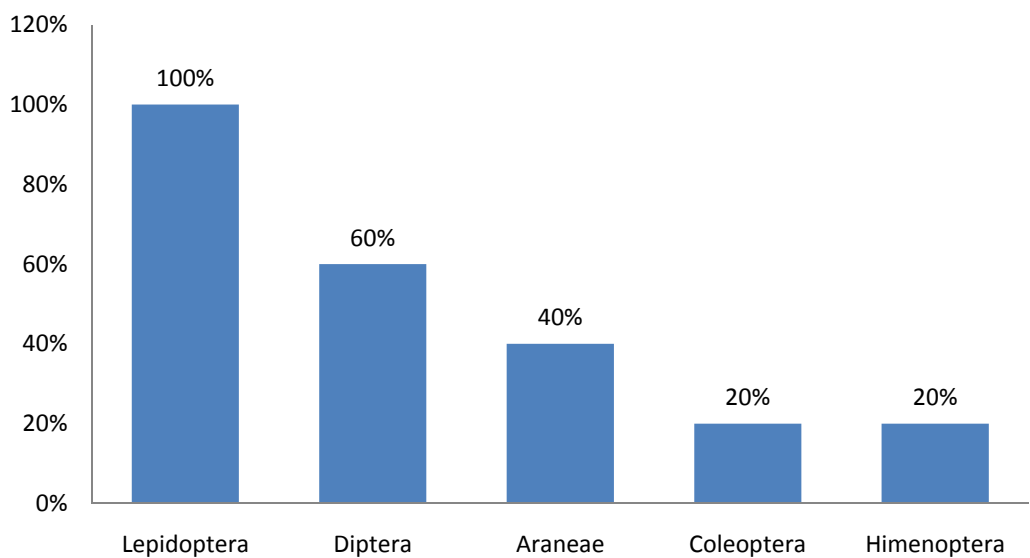


Figura 4. Porcentaje de muestras en las que estuvo presente un orden

6.1.3 Adultos

En las muestras pertenecientes a individuos adultos se observaron 43 morfotipos de los 47 que se identificaron a nivel general. Para los adultos se identificaron 4 órdenes de la clase Insecta: Lepidóptera, Díptera, Hemíptera e Himenóptera; y uno de la Clase Archnida: Araneae. Estos

cinco órdenes se distribuyeron en 11 morfotipos, que representan el 25.58% del total de morfotipos observados para los adultos. Una vez agrupados los datos se identificó al orden Lepidóptera como aquel que estuvo presente en un mayor porcentaje de muestras (86.9 %), mientras que Himenóptera y Hemíptera tuvieron el menor porcentaje de presencia en las muestras (Figura 5).

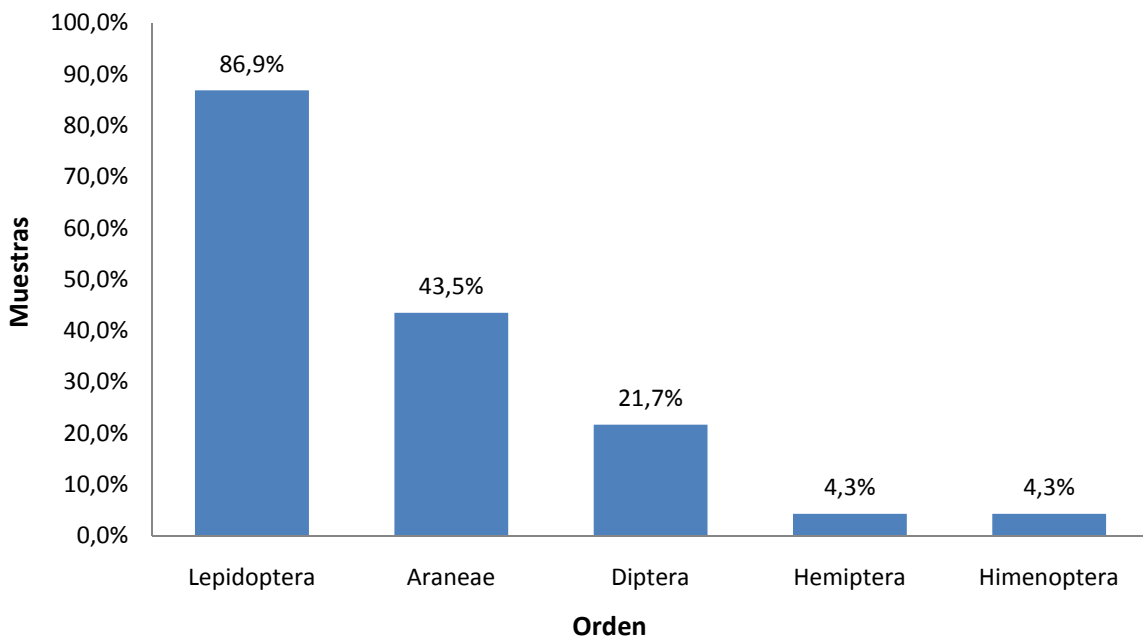


Figura 5. Porcentaje de muestras en las que estuvo presente un orden.

Por su parte, los morfotipos identificados como pertenecientes al orden Lepidoptera representaron el 9.3% del total de morfotipos para los adultos, mientras que el orden Hemiptera e Himenóptera estuvieron presentes en el 2.3% (Figura. 6).

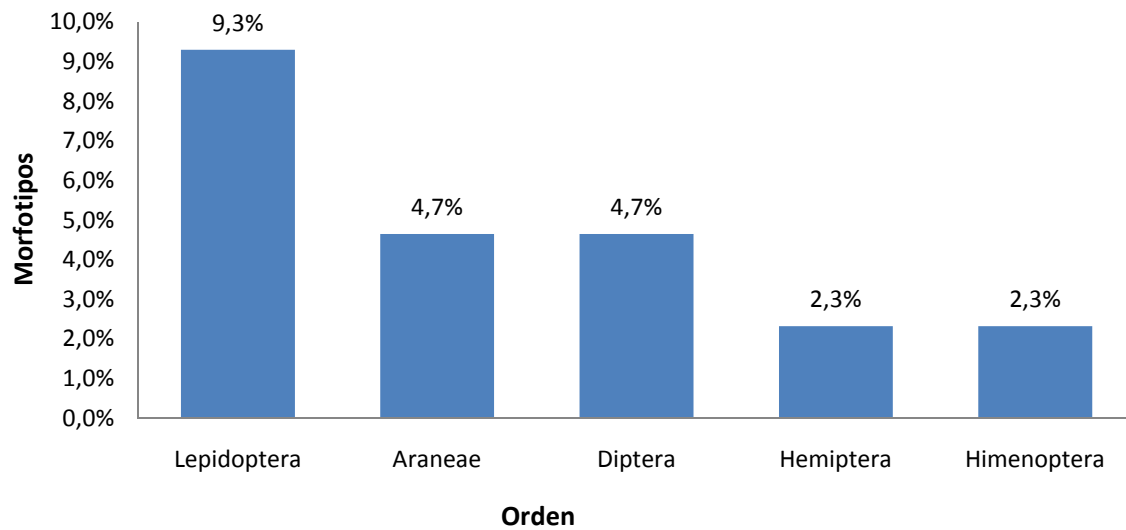


Figura 6. Porcentaje de morfotipos que correspondieron a un orden

6.2 Curva de acumulación

La curva de acumulación de especies se realizó teniendo en cuenta las 29 muestras y los 47 morfotipos observados. Al realizar la curva se observó que esta no alcanzó el valor en el cual se estabiliza (Figura 7). Sin embargo al ajustar los datos al modelo de Clench, se evidenció un buen ajuste ($r^2 = 0.99$). El cálculo de los parámetros arrojó un número de 60 para los morfotipos esperados mientras que los encontrados fueron 47, mostrando una representatividad del 78.74%.

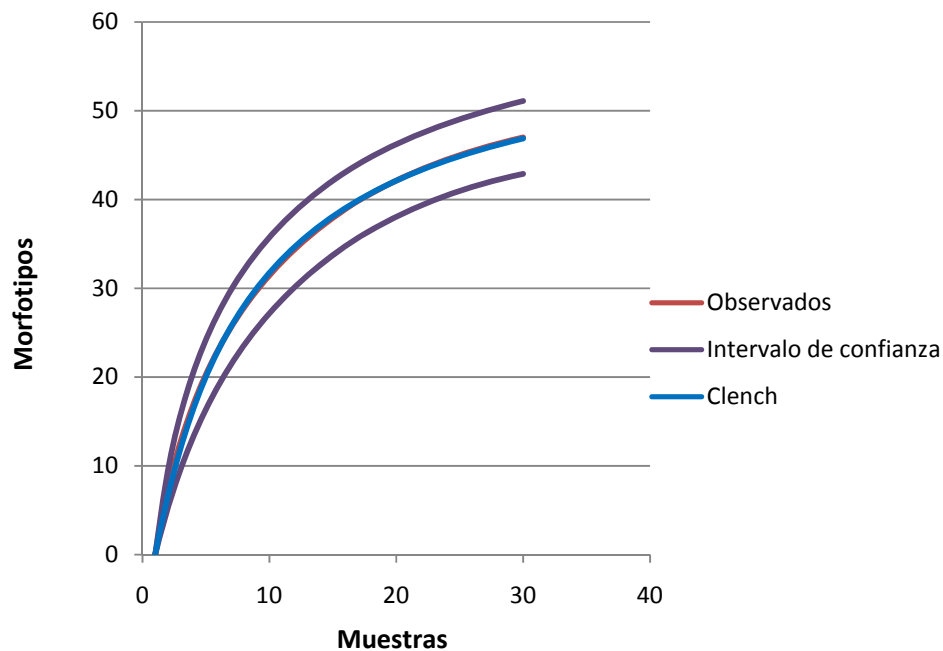


Figura 7. Curva de acumulación de especies de morfotipos encontrados ajustada al modelo de Clench. Las líneas moradas indican los intervalos de confianza al 95% superior e inferior.

6.3 Índice de valor de Importancia (IVI)

6.3.1 IVI General

El índice de valor de importancia se calculó dos veces. La primera de ellas teniendo en cuenta todos los morfotipos (47) y la segunda teniendo en cuenta los morfotipos identificados al nivel taxonómico de orden.

Para el primer caso, es decir, el IVI teniendo en cuenta todos los morfotipos, el valor más alto lo presentó Lepidóptera 1 (IVI= 0.222), seguido de Araneae 1 y Morfotipo 16 con el mismo valor (IVI= 0.129). Mientras tanto el valor más bajo lo registraron nueve morfotipos, entre ellos los identificados como Coleóptera, Díptera 2 y 6 morfotipos sin identificar (0.009) (Tabla 2).

Morfotipo	IVI
Lepidóptera 1	0.222
Araneae 1	0.129
Morfo 16	0.129
Morfo 7	0.092
Lepidóptera 2	0.074
Lepidóptera 3	0.027
Díptera 3	0.037
Coleóptera	0.009
Díptera 2	0.009

Tabla 2. Índice de valor de importancia de los morfotipos.

Para el segundo caso se tuvieron en cuenta solo los morfotipos que habían sido identificados al nivel taxonómico de orden. En este caso el orden con mayor importancia fue Lepidóptera (IVI= 0.90) seguido por Araneae (IVI= 0.38). El valor más bajo lo presentó el orden Coleóptera (IVI= 0.02) (Tabla 3).

Orden	IVI
Lepidoptera 1	0,90
Araneae 1	0,38
Diptera 1	0,19
Himenoptera	0,05
Hemiptera	0,05
Coleoptera	0,02

Tabla 3. Índice de valor de importancia para los órdenes.

6.3.2 IVI Adultos

Para el cálculo del índice de valor de importancia de los adultos se procedió de la misma forma que a nivel general. Se calculó dos veces teniendo en cuenta, en primera instancia, todos los morfotipos y en un segundo momento, solo los morfotipos identificados a nivel taxonómico de orden.

Teniendo en cuenta todos los morfotipos, el IVI mayor lo presentó el morfotipo Lepidóptera 1 (0.130) seguido del morfotipo 16 (0.068) (Tabla 4).

Morfotipo	IVI
Lepidóptera 1	0.130
Morfotipo 16	0.068
Araneae1	0.061
Morfo 3	0.061

Tabla 4. IVI teniendo en cuenta todos los morfotipos identificados.

Mientras tanto, al tener en cuenta los ordenes encontrados en las muestras, se observo que el IVI mas bajo fue para Himenóptera (0.019), mientras que Lepidóptera presento nuevamente el valor más alto (0.596) (Tabla 5).

Morfotipo	IVI
Lepidóptera	0.596
Araneae	0.211
Díptera	0.134
Hemíptera	0.038
Himenóptera	0.019

Tabla 5. IVI teniendo en cuenta los morfotipos identificados taxonómicamente hasta orden.

6.3.3 IVI Sub adultos

En los sub adultos, al tener en cuenta todos los morfotipos, el IVI alcanzó el mayor valor en el morfotipo identificado como Lepidóptera 1 (0.102), seguido del Morfotipo 16 (0.081) y de Aranea (0.061) (Tabla 6).

Morfotipo	IVI
Lepidóptera 1	0.088
Morfo 16	0.088
Araneae1	0.066
Díptera 3	0.044
Lepidóptera 2	0.044

Tabla 6. IVI para sub adultos teniendo en cuenta todos los morfotipos.

Sin embargo al tener en cuenta solos los morfotipos que fueron identificados hasta el nivel taxonómico orden, Lepidóptera registró el valor más alto (0.529) mientras que el mas bajo se presentó en Coleóptera e Himenóptera (0.058) (Tabla7).

Morfotipo	IVI
Lepidóptera	0.500
Araneae	0.187
Díptera	0.187
Coleóptera	0.062
Himenóptera	0.062

Tabla 7. IVI para sub adultos teniendo en cuenta los morfotipos identificados a nivel taxonómico de orden.

6.4 Amplitud de dieta

El índice de Levins fue calculado en 6 oportunidades, cada una en condiciones particulares y teniendo en cuenta un número de muestras y morfotipos diferente. A continuación (Tabla 8) se presentan cada uno de esos valores y las condiciones bajo las que fue calculado.

Condición	Valor índice de levins
IL General – todos los morfotipos	23,92
IL General – Solo ordenes	5,54
IL Adultos – Todos los morfotipos	22,06
IL Adultos - solo ordenes	5,26
IL Sub adultos - todos los morfotipos	21,74
IL Sub adultos - solo ordenes	6,73

Tabla 8. Índice de Levins para los diferentes grupos de los que se realizó la descripción.

7. Discusión

Hasta el momento no existen estudios centrados específicamente en la dieta o hábitos alimentarios de la especie *Mormoops megalophylla* las descripciones que se han hecho acerca de la especie no son precisas en este aspecto. Algunas se limitan a mencionar que son insectívoros (Nowak 1999, Muñoz 2001 y Davalos *et al* 2008) pero no citan ningún estudio al respecto. Otras se basan en estudios que no profundizan en este aspecto (Gardner 2007 y Davalos *et al.* 2008), pero en algunos casos malinterpretan los resultados reportados en la literatura que citan (Rezuteky Cameron 1993). Por su parte, los estudios que tocan el tema de la dieta de la especie *Mormoops megalophylla* lo hacen brevemente (Boada *et al.* 2003) o como parte de un conjunto de resultados (Easterlay Whitaker 1972).

Por lo tanto este es el primer estudio que se enfoca completamente en la dieta de un grupo de individuos de la especie *Mormoops megalophylla*.

Aunque se podría decir que lo realizado en 1972 por Easterlay Whitaker puede ser el primer trabajo al respecto, sus resultados hacen parte de una descripción hecha para siete especies. De la descripción de los hábitos alimenticios de esas siete especies, la de *Mormoops megalophylla*, fue la que contó con el menor número de individuos colectados, cuatro, de los cuales solamente dos presentaron contenido estomacal. En los individuos restantes el alimento fue encontrado en el intestino.

Esta falta de precisión y de información al respecto hace que sea muy difícil determinar el estado de conservación de la especie y aspectos básicos de su ecológicas (Whitaker & Yom-Tov 2002 y Davalos *et al.* 2008).

7.1 Identificación taxonómica

En las 29 muestras analizadas se identificaron seis órdenes, tres de los cuales no habían sido reportados por los trabajos anteriores (Easterla & Whitaker 1972, Muñoz 2001, Boada *et al.* 2003, Gardner 2007 y Davalos *et al.* 2008). Los nuevos ordenes reportados son: Hemíptera, Himenóptera y Araneae, elementos frecuentes en la alimentación de otros murciélagos insectívoros (Leslie and Clark 2002, Seamark y Bogdanowicz 2002, Whitaker and Yom-Tov 2002, Kunz *et al.* 2012). Los otros tres órdenes restantes, Lepidóptera, Díptera y Coleóptera, son ítems comunes en la dieta de los murciélagos insectívoros en general (Leslie y Clark 2002, Seamark y Bogdanowicz 2002, Kañuch *et al.* 2005, Schmidt-French y Whitaker 2005, Lasso y Jarrin-V 2005, Adrianaivoarivelo *et al.* 2006, Rogemison y Goodman 2007, Delgado-Jaramillo *et al.* 2011 y Kunz *et al.* 2011) y coinciden con lo encontrado por Boada *et al.* (2003) mientras que solo Lepidóptera se repite con respecto a los resultados registrados por Easterla y Whitaker (1972). En el caso del orden Lepidóptera, fue el que estuvo presente en un mayor porcentaje de muestras (86.20%), resultado similar al de Easterla & Whitaker (1972) donde se reporta la presencia de Lepidópteros en el 100% de la muestras revisadas (4).

Por su parte, el orden Araneae, se reporta por primera vez como ítem para la especie y con una presencia en cerca de la mitad de las muestras, siendo un ítem consumido por encima de los órdenes Díptera y Coleóptera. Este dato concuerda con otros reportados para murciélagos

insectívoros de follaje (Whitaker y Yom-Tov 2002, Ramírez-Chaves 2008) lo que podría apoyar las afirmaciones hechas por Nowak (1999) y Muñoz (2001) quienes reportan que *Mormoops megalophylla* captura sus presas a baja altura. Además Delgado-Jaramillo *et al* (2011) reporta la captura de individuos de la familia Mormopidae bajo el dosel.

Sin importar si el murciélago es generalista, oportunista o especialista, es claro que la inversión de energía debe ser menor a la energía adquirida por el consumo de algún ítem alimentario para que el recurso sea considerado energéticamente rentable. Leslie y Clark (2002), basados en la relación longitud-biomasa en insectos, sugieren que los lepidópteros serían energéticamente más rentables que otro tipo de insectos. Teniendo en cuenta la teoría de forrajeo óptimo, también mencionan que debiera presentarse una selección de la presa por tamaño y rentabilidad energética. Esto podría deberse a que una presa de gran tamaño, por ejemplo un Coleóptero, represente un gasto de energía adicional al momento de manipularlo o digerirlo. Según Altringham (2011) las presas grandes se presentan en menor densidad por lo que el tiempo de búsqueda y el costo del vuelo representarían un gran gasto energético. De igual forma sucedería con un insecto de menor tamaño; por ejemplo los Dípteros implicarían un menor gasto de energía para capturarlos, manipularlos o digerirlos, aunque se presenten en grandes cantidades. Sin embargo, energéticamente no sería rentable ya que probablemente tengan que consumirse en grandes cantidades para cumplir con los requerimientos nutricionales del murciélago (Altringham 2011).

También es necesario tener en cuenta que la disponibilidad del alimento es un factor preponderante a la hora de la búsqueda de alimento. Una alta abundancia y diversidad de insectos, le permitirá al individuo elegir el ítem energéticamente más rentable y la cantidad de alimento a consumir para suplir sus necesidades energéticas (Leslie y Clark 2002 y Seamark y Bogdanowicz 2002)

Aunque no se tiene ningún registro de la frecuencia de las ecolocaciones de la especie, la presencia del orden Lepidoptera en la mayoría de muestras (Tabla 1) (general, adultos y sub adultos) así como el alto valor de importancia que presento este orden, podrían sugerir que la especie se ajusta a la hipótesis de frecuencias alótónicas con la cual se asocia a otros murciélagos insectívoros cuyo principal recurso alimentario son los Lepidópteros (Leslie y Clark 2002)

Al discriminar la dieta por edades se encontró que el orden Coleóptera estuvo presente solo en una muestra del grupo de sub adultos (6). Mientras que en los sub adultos no se registro la presencia del orden Hemíptera, como sí ocurrió en los sub adultos.

Por su parte, el orden Lepidóptera estuvo presente en el mayor porcentaje de muestras para ambos grupos: sub adultos 17% y adultos 42%. Sin embargo el número de muestras procesadas en el grupo de adultos (39) fue mayor que en el de sub adultos (6) lo que dificulta una comparación. Al mismo tiempo autores como Nowak (1999), Leelapaibul *et al* (2005) y Altringham (2011) entre otros, sugieren que los requerimientos nutricionales varían entre sexos, clases de edad y estados de desarrollo por lo que se precisa de un estudio que comprenda varias épocas del año para determinar si efectivamente la dieta para un especie varía a nivel intra específico. Por lo tanto y teniendo en cuenta que el presente estudio se realizó en una época particular del año, no es posible sugerir que no existe variación entre la dieta de los adultos y los sub adultos, aunque los recursos más importantes fueron similares, al igual que su valor de importancia. Este resultado podría deberse a diferentes razones propuestas por diferentes autores: En primer lugar podría ocurrir debido a la alta presencia de Lepidópteros en el medio (Lasso y Jarrin-V 2005, Leelapaibul *et al* 2005, Kañuch *et al* 2005, Ramírez-Chaves *et al* 2008 y Sánchez 2011), a la hora en que se alimentan, a la época del año, al hábito de forrajeo o a una sobre estimación debido a que las escamas de los Lepidópteros permanecen en el organismo mucho tiempo después de consumido el ítem y no son un reflejo directo de la cantidad de Lepidópteros consumidos.

7.2 Curva de acumulación de especies

Aunque no se alcanzó el valor de estabilización de la curva de acumulación, el porcentaje de representatividad está por encima del 75 % lo que sugiere que la cantidad de morfotipos identificados se acerca al número esperado para el muestreo realizado. Comparado con los demás trabajos (Easterla y Whitaker 1972 y Boada *et al.* 2003) el presente relaciona un porcentaje de representatividad lo que permite determinar algún grado de precisión de los resultados obtenidos.

7.3 Índice de valor de importancia (IVI)

Dentro de la literatura revisada no se observó el registro del Índice de Valor de Importancia (IVI) para trabajos realizados con murciélagos insectívoros. Por lo que es un dato nuevo para la

descripción de la dieta de la especie. Este índice también se calculó de forma general y para cada uno de los grupos de edad.

El resultado, aunque con valores diferentes, fue el mismo para los tres casos: el ítem con el valor IVI más alto fue Lepidóptera. Por lo tanto es posible afirmar que los lepidópteros representan un recurso importante para la alimentación de los murciélagos machos de la especie *Mormoops megalophylla* en la zona de estudio. Este resultado justifica el alto porcentaje de presencia en las muestras procesadas y da alguna pista sobre la relación de la especie con el uso de individuos del orden Lepidóptera como fuente de alimento, al igual que ocurre con otros murciélagos insectívoros (Leslie y Clark 2002, Ramírez-Chavez et al 2008, Delgado-Jaramillo et al 2011 y Sánchez 2011). No se podría considerar como un resultado que refleje el hábito de forrajeo de la especie o si esta es generalista o especialista, sin embargo puede estar siendo un reflejo de lo que sucedió en el medio en el momento del muestreo: abundancia de Lepidópteros, homogenización de la artropofauna de la zona, explotación de un recurso abundante en un lugar específico, mayor rentabilidad energética frente a otros ítems presentes en el medio o una importancia real de los Lepidópteros como recurso alimentario para los machos de la especie *Mormoops megalophylla*.

En el caso de los demás órdenes el valor del IVI fue mucho menor, lo que podría ser causa de la cantidad de muestras procesadas o de los morfotipos que no se pudieron identificar. Sin embargo vale la pena resaltar que el valor del IVI para el orden Araneae fue mayor que los demás órdenes y se puede mencionar este orden como un recurso importante y complementario en la dieta de *Mormoops megalophylla*.

7.4 Amplitud de la dieta

Como se observa en los resultados (Tabla 8) la amplitud de dieta es un valor que está íntimamente ligado a la cantidad de morfotipos y muestras que se incorporen al momento de realizar el cálculo. Sin embargo se puede observar que la amplitud de dieta presenta valores similares para los seis grupos.

Cuando más hubo muestras y morfotipos, el valor del índice de Levins fue mayor, por lo que sería prudente tener en cuenta los morfotipos identificados para hacer un análisis más preciso. De esta forma podemos observar que en los grupos donde solo se tuvo en cuenta los órdenes, el

índice de Levins arrojó un valor similar al número de órdenes que se identificaron en cada grupo. Esto sugiere que para el momento del muestreo no hubo restricción al número de ítems consumido. Sin embargo este valor contrasta con el índice de valor de importancia, el cual resaltó el valor de los lepidópteros como ítem alimenticio sugiriendo que muy probablemente, como ya se mencionó, el consumo de este ítem sea sobrevalorado por su prolongada permanencia en el tracto digestivo o por su mayor visibilidad frente a los restos de otros órdenes de artrópodos.

Observando los valores del Índice de Levins, el índice de valor de importancia y los porcentajes de frecuencia, podemos deducir que tanto los sub adultos como los adultos utilizan un número similar de ítems y que probablemente estarían explotando el mismo recurso, por lo que se podría presentar competencia entre adultos y sub adultos. En caso tal de que se presentara, la competencia podría perjudicar a los sub adultos, en caso de escases de alimento, ya que la experiencia es un factor importante en la consecución del alimento (Schmidt-French y Whitaker 2005). Sin embargo también puede ser el reflejo de una alta variedad de presas y también de una abundancia de estas, por lo que no habría la “necesidad” de restringir la alimentación a un número de ítems en particular y la competencia sería menor, si la hubiera (Leelapaibul *et al* 2005).

7.5 Morfología alar

Con base en las descripciones existentes acerca de la morfología y el hábito de forrajeo de *Mormoops megalophylla* (Resutek y Cameron 1993 y Davalose *al.* 2008) su envergadura y morfología alar le permite maniobrar rápidamente, realizar vuelos a grandes velocidades y a alturas elevadas desde y hacia su lugar de forrajeo. Sin embargo la información acerca de su hábito de forrajeo no es claro. Aun así Resutek y Cameron (1993), Muñoz (2001) y Davalose *al.* (2008) coinciden en que se alimentan en espacios abiertos, bordes de bosque, claros de bosque y cuerpos de agua, obteniendo su alimento a nivel del suelo, a alturas bajas o por lo menos mucho menores en comparación a la altura a las que se desplazan.

Teniendo en cuenta lo observado en campo, se podría inferir que efectivamente los machos de la especie *Mormoops megalophylla* podrían estar utilizando los espacios abiertos, por ejemplo agroecosistemas, como lugares de forrajeo. Esto se puede deber a que además de agrupar una gran cantidad de recurso alimentario (agroecosistemas de tabaco), los espacios abiertos les

permiten maniobrar con facilidad y a altas velocidades, disminuyendo la probabilidad de ser predados, además de realizar una inversión energética mas rentable al momento de capturar el alimento.

7.6 El Tabaco

El departamento de Santander es reconocido comouno de los mayores productores de tabaco en Colombia, reportando cerca del 50% del tabaco negro que genera el país (Pimiento y Vega 2005). Sin embargo, una de las grandes limitantes en la producción de este agroecosistema es el ataque por plagas, dentro de las cuales se encuentran larvas de polillas nocturnas pertenecientes a la familia Noctuidae(Bayer CropScience 2004y Valderrama *et al.* 2007).

Aunque el presente estudio no reporta datos de la disponibilidad del recurso alimentario, aspectos como la gran cantidad de agroecosistemas de tabaco, no solo en el área aledaña a la cueva sino en todo el departamento, estarían influyendo en la lata frecuencia de fragmentos de lepidópteros en las heces de los murciélagos.

De igual forma, la importancia económica del tabaco y los altos valores tanto de frecuencia como de valor de importancia para el orden Lepidoptera en la dieta de *Mormoops megalophylla* invitan a tener en cuenta estos datos y realizar mas investigaciones al respecto con el fin de determinar si efectivamente el recurso alimentario utilizado corresponde al ofrecido por los agroecosistemas de tabaco circundantes. En caso de que así fuera, estaríamos ante una especie con un gran potencial como controladora de plagas de insectos, prestando un servicio ecosistémico con un valor económico bastante alto.

8. Conclusiones

- Se encontraron 6 ordenes de artrópodos: Lepidóptera, Araneae, Díptera, Hemíptera, Himenóptera y Coleóptera. De estos, Lepidóptera estuvo presente en el mayor porcentaje de muestras.
- El orden Lepidóptera fue el ítem alimentario más importante, teniendo en cuenta el índice de valor de importancia, para adultos y sub adultos. Su valor fue, cuando menos, el doble de los demás órdenes y morfotipos.
- El valor del Índice de Levins (amplitud de dieta) fue similar para adultos y sub adultos, al igual que el número de órdenes presentes en las muestras. Este valor coincidió con el número de órdenes encontrados en las muestras.

9. Recomendaciones

- Realizar muestreos por espacios de tiempo más prolongados para poder determinar si existe diferencias entre la dieta de las diferentes clases de edad.
- Muestrear individuos de ambos sexos para que la descripción de la dieta de la especie sea mas precisa.
- Describir la entomofauna del área próxima a la cueva con el fin de determinar la oferta alimentaria que ofrece el medio.
- Utilizar métodos de identificación taxonómica más precisos para la determinación de los artrópodos presentes en las muestras.
- Tener en cuenta otros métodos de conteo y revisión de heces buscando mayor precisión en la determinación de frecuencia y volumen de los ítems presentes en las muestras.
- Realizar estudios que tengan en cuenta preferencia y uso del recurso alimentario.

10. Bibliografía

1. Alberico, M., Cadena A., Hernández-Camacho, J. Muñoz-Saba, Y. 2000. Mamíferos (Synapsida:Theria) de Colombia. Biota Colombiana. Vol 1 (1):43-75.
2. Altringham, J. (2011). *Bat: From evolution to conservation*. New York. Oxford.
3. Kunz, T., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobo, T., Fleming, T. 2011. Ecosystem services provided by bats. ANNALS OF THE NEW YORK ACADEMY OF SCIENCES. Pp 1-38.
4. Guevara, L., Saino, A. 2012. Murciélagos: controladores naturales de plagas agrícolas. ContactoS. Vol 83. Pp 29-35.
5. Dumont, E. 2007. Feeding mechanisms in bats: variation within the constraints of flight. Integrative and Comparative Biology. Vol 47 (1). Pp 137-146.
6. Estrada-Villegas, S., Pérez-Torres, J. Stevenson, P. 2010. Ensamblaje de murciélagos en un bosque sub andino colombiano y análisis sobre la dieta de algunas especies. Mastozoología Neotropical.
7. Bracamonte, C. 2011. El rol de los murciélagos en el mantenimiento de los bosques. Temas de Biología y Geología del Noa. 1:52-57.
8. Kanuch, P., Kristin, A., Kristofik, J. 2005. Phenology, diet, and ectoparasites of Leisler's bat (*Nyctalus leisleri*) in the western Carpathians (Slovakia). Acta Chiropterologica. VI 7(2). Pp 249-247.
9. Leelapaibul, W., Bumrungsri, S., Pattanawiboon, A. 2005. Diet of wrinkle-lipped free-tailed bat (*Tadarida plicata* Buchanan, 1880) in central Thailand: Insectivorous bats potentially act as biological pest control agent. Acta Chiropterologica. Vol 7 (1). Pp 111-120.
10. Dávalos, L., Molinari, J. Mantilla, H., Medina, C., Pineda, J. & Rodriguez, B. 2008. *Mormoops megalophylla*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 4 November 2012.
11. Easterla, D., Whitaker, J., 1972. Food habits of some bats from Big Bend National Park, Texas. Journal of Mammalogy. Vol 53(4). Pp 887-890.

12. Resutek, M., Cameron, G. 1993. MormoopsMegalophylla. Mammalian Species. N° 448. Pp 1-5.
13. Muñoz, J. (2001). *Los murciélagos de Colombi: sisemática, distribución, descripción, historia natural y ecología*. Medellín. Editorial Universidad de Antioquia.
14. Boada, C., Burneo, S., De Vries, T., Tirira., D. 2003. Notas Ecológicas y Reproductivas del Murciélago Rostros de Fantasma Mormoopsmegalophylla (Chiroptera:Mormoopidae) en San Antonio de Pichincha, Ecuador. Mastozoología Neotropical. Vol 10. Pp 21-26.
15. Vaughan, N. 1997. The diet of British bats (Chiroptera). Mammal Rev. 27 (2): 77-94
16. Whitaker, J., Yom-Tov, Y. 2002. The diet of some insectivorous bats from northern Israel. Mammal Biology. 67: 378-380.
17. Calonge, B., Vela-Vargas, I., Pérez-Torres, J. 2010. Murciélagos asociados a una finca ganadera en Córdoba (Colombia). Rev.MVZ Córdoba. Vol 15(1). Pp 1938-1943.
18. Shiel, C., McAney, C., Sullivan, C., Fairley, J. 1997. Identification of arthropod fragments in bat droppings. The Mammal Society. N° 17. 56p.
19. GROSE, E., MARINKELLE, J. 1968. A new species of Candida from Colombian bats. Mycopathol. Mycol. AppL. Vol 36. Pp 225-27.
20. Grose, E.,Marinkele, C. 1970. Biospeleology of the Macaregua Cave (Colombia). Mitt, Ins, Colombo-Aleman Investigaciones Cientificas. N°4.Pp11-13.
21. Cadena, A., Villarraga, E. 1974. Estudio de una población del murciélago *Natalustumidirostris* en la cueva Macaregua – San Gil (Colombia). Bogotá. Universidad de los Andes. pp 78.
22. Pérez-Torres, J., Martínez-Medina, D., Ríos-Blanco, C., Peñuela-Salgado, MM., Brito-Hoyos, D., Martinez-Luque, L. (2010). Video cartel, Tercer Congreso de Zoología, Medellín, Colombia.
23. Mejia, GC. Plan de desarrollo municipio Curití2008-2011. http://curiti-antander.gov.co/apc-aa-files/30363033353966343137363663366231/PLAN_DE_DESARROLLO_CURIT__1.pdf f. [Consultado el 7 de Noviembre de 2012]
24. Petit, S., Rojer, A.,Pors, L. 2006. Surveying bats for conservation: the status of cave-dwelling bats on Curacao from 1993 to 2003. Animal Conservation. Vol 9. Pp 207-217.

25. Medellín, R., Equihua, M., Amin, M. 2000. "Bat Diversity and Abundance as indicators of Disturbance in Neotropical Rainsforest", en: *Conservation Biology*. 14(6):1666-1675
26. Mantilla-Meluk, H., Jimenez-ortega, A., Baker, R. 2009. Phyllostomid Bats of Colombia: annotated checklist, distribution, and biogeography. Ed Robert J. Baker. Special publications of the Museum of Texas Tech university, (56). USA.
27. Soriano, P. (2000). Functional structure of bat communities in tropical rainforest and Andean cloud forests. *Ecotropicos*. Vol 13(1). Pp 1-20.
28. Gardner, A. (edit.). 2007. *Mammals of South America. Vol 1*. Chicago. The University of Chicago Press.
29. Nowak, R (edit.). 1999. *Walker`s mammals of the world. Sixth Edition*. Baltimore. The John Hopkins University Press.
30. Davalos, L. 2006. The geography of diversification in the mormoopids (Chiroptera: Mormoopidae). *Biological Journal of the Linnean Society*. 88: 101–118.
31. Fenton, M., Bernard, E., Bouchard, S., Hollis, L., Merriman, C., Adkins, B. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the neotropics. *Biotropica*. 24(3): 440-446.
32. Medellín, R., Equihua, M., Amin, M. 2000. "Bat Diversity and Abundance as indicators of Disturbance in Neotropical Rainsforest", en: *Conservation Biology*. 14(6):1666-1675
33. Bolaños, T. 2000. *Dieta y estructura trófica de la comunidad de Chiroptera en cuatro áreas de bosque andino en el sector sur-occidental de la sabana de Bogotá, Colombia*. (Trabajo de Grado), Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana. Carrera de Biología.
34. Calonge-Camargo, 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), Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana. Carrera de Biología.
35. Ríos, M. 2010. *Dieta y dispersión efectiva de semillas por murciélagos frugívoros en un fragmento de bosque seco tropical. Córdoba, Colombia*. (Trabajo de Grado). Bogotá, Pontificia Universidad, Javeriana. Carrera de Biología.
36. Medina, A., Harvey, C. Sánchez, C., Merlo, S., Hernández, B. 2007. Bat Diversity and Movement in an Agricultural Landscape in Matiguas, Nicaragua. *BIOTROPICA*. Vol 39(1): 120–128

37. Peñuela, M. 2011. *Características ambientales, espaciales y estructurales de los sitios de percha usados por Carollia Perspicillata en la cueva Macaregua, Santander, Colombia*. Bogotá, Pontificia Universidad, Javeriana. Carrera de Biología.
38. GELT (Gobierno en línea del orden territorial). 2011. Sitio oficial de Curití en Santander, Colombia. <http://www.curiti-santander.gov.co/nuestromunicipio.shtml?apc=i-xx-1-&s=m&m=I> [Consultado el 7 de Noviembre de 2012]
39. Kunz, T., Parsons, S.(edits.). 2009. *Ecological and Behavioral Methods for the Study of Bats*. Baltimore. The John Hopkins University Press.
40. Moreno, C. E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. M&T–Manuales y Tesis SEA. Vol 1. Zaragoza, 84 pp.
41. Leslie, D., Clark, B. 2002. Feeding habits of the endangered Ozark big-eared bat (*Corynorhinus townsendii*) relative to prey abundance. *Acta Chiropterologica*. Vol 4(2). Pp 173-182.
42. Seamark, E., Bogdanowicz, W. 2002. Feeding ecology of the common slit-faced bat (*Nycteris thebaica*) in KwaZulu-Natal, South Africa. *Acta Chiropterologica*. Vol 4(1). Pp 49-54.
43. Schmidt-French, B., Whitaler, J. 2005. Acquisition of foraging behavior and insect preferences by naïve juvenile red bats (*Lasiurus borealis*). *Acta Chiropterologica*. Vol 7(2). Pp 314-317.
44. Lasso, D., Jarrin-V, P. 2005. Diet variability of *Micronycteris megalotis* in pristine and disturbed habitats of North-western Ecuador. *Acta Chiropterologica*. Vol 7(1). Pp 121-129.
45. Andrianainivoarivelo, R., Ranaivoson, N., Racey, P., Jenkins, R. 2006. The diet of three synanthropic bats (Chiroptera: Molossidae) from eastern Madagascar. *Acta Chiropterologica*. Vol 8(2). Pp 439-444.
46. Rajemison, B., Goodman, S. 2007. The diet of *Myzopodaschliemanni*, a recently described Malagasy endemic, based on scat analysis. *Acta Chiropterologica*. Vol 9(1). Pp 311-313.
47. Delgado-Jaramillo, M., Machado, M., García, F., Ochoa, J. 2011. Murciélagos (Chiroptera: Mammalia) del Parque Nacional Yurubí, Venezuela: listado taxonómico y estudio comunitario. *Rev. Biol. Trop.* Vol 59(4). Pp 1757-1776.

48. Ramírez-Chaves, H., Mejía-Egas, O., Zambrano-G, G. 2008. Anotaciones sobre dieta, estado reproductivo, actividad y tamaño de colonia del murciélago mastín común (*Molossus molossus*: Molossidae) en la zona urbana de Popayán, Departamento del Cauca, Colombia. *Chiroptera Neotropical*. Vol 14(2). Pp 384-390.
49. Sánchez, F. 2011. La heterogeneidad del paisaje del borde norte de Bogotá (Colombia) afecta la actividad de los murciélagos insectívoros. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. Vol 14(1). Pp 71-80.
50. Mojica, A., Paredes, J. 2005. Características del cultivo del Tabaco en Santander. Ensayos sobre economía regional. Centro Regional de Estudios Económicos de Bucaramanga. Pp 29.
51. Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bayer CropScience (2004). *Diseño e implementación de un modelo de Manejo Integrado para Insectos Plaga en el cultivo del Tabaco (Nicotina tabacum) en Colombia*. Bayer CropScience – Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
52. Valderrama, K., Granobles, J., Vlencia, E., Sánchez, M. 2007. *Nesidiocoristenuis* (Hemiptera: Miridae) depredador en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*). *Revista Colombiana de Entomología*. Vol 33 (2). Pp 141-145.

11. Anexos



Anexo 1. Trampa Arpa y su ubicación para la captura de los murciélagos.

Día ____ Mes ____ Año ____ // Hora de captura ____

Departamento_____Municipio_____

Vereda_____Localidad_____

Genero_____Especie_____

Nombre vulgar_____

Preparador y/o procesador_____

LT _____ LCola _____ LCuerpo _____ LPs.u _____ LPc.u _____ LA _____

Calcáneo _____ LO _____ Env _____ HN _____ Trago _____ Tibia _____

Poluxc.u _____ Poluxs.u _____

Peso total _____ Peso bolsa _____ Peso con bolsa _____

Datos de edad: Infantil Juvenil Sub adulto Adulto // Osificación 1__ 2__ 3__

Sexo: M__ H__

Macho: Testiculos: Escrotales Inguinales Impalpables










Hembra: Vagina: Inactiva Cornificada Túrgida // Sínfisis púbica: Abierta Cerrada

Intermedio

Desarrollo mamario: Pezón evidente SI__ NO__ Alopecicos SI__ NO__ Leche SI__ NO__

Preñada SI__ NO__ Incipiente__ Avanzada__ Intermedia__

Anexo 2. Formato de registro para murciélagos capturados.

 <p>Morfo1: OrdenAraneae Pata</p>	 <p>Morfo4: OrdenDiptera Probóscide</p>	 <p>Morfo 11: OrdenHimenoptera Cabeza</p>
 <p>Morfo 14: OrdenDiptera Antena</p>	 <p>Morfo 17: OrdenDiptera Ala</p>	 <p>Morfo 18: OrdenDiptera Antena</p>
 <p>Morfo 19: OrdenLepidoptera Tarso</p>	 <p>Morfo 42: OrdenLepidoptera Escamas</p>	 <p>Morfo 27: OrdenAraneae Tarso</p>

Anexo 3. Fragmentos de artrópodos identificados con las claves especializadas de Shiolet *al* (1997) y Khunz y Parson (2009).