



**UNIVERSIDAD DEL AZUAY**  
**FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA**  
**ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN**

**Diversidad de insectos polinizadores y su respuesta a recursos  
florales, temperatura, humedad, precipitación y viento en un  
matorral andino del Ecuador**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:  
BIÓLOGA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN

**Autoras:**

NUBE ALEXANDRA LOYOLA GUILLERMO  
KARLA VANESSA PEZO YAGUANA

**Director:**

PhD. PABLO SEBASTIÁN PADRÓN MARTÍNEZ

**CUENCA, ECUADOR**

**2018**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecemos a Sebastián Padrón por su ayuda constante y paciencia durante el desarrollo de esta tesis.

A Danilo Minga y Boris Tinoco por sus valiosas sugerencias y recomendaciones en este trabajo.

Nuestra gratitud a David Siddons y Pedro Astudillo por guiarnos y asesorarnos con la parte estadística durante la realización de esta tesis.

A los voluntarios y pasantes del laboratorio de entomología, y todos quienes nos supieron dar una mano durante el transcurso de la tesis.

Finalmente, gracias infinitas a nuestros padres por el apoyo incondicional y la fe depositada en nosotras día a día. Por eso y más les dedicamos nuestra tesis.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	i
ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS .....	iii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	iii
RESUMEN.....	iv
ABSTRACT.....	v
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1: METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
1.1    Área de estudio.....	4
1.2    Especies en estudio.....	5
1.3    Diseño experimental.....	6
1.3.1    Fase de Campo .....	6
1.3.2    Fase de laboratorio .....	7
1.3.3    Análisis de datos.....	9
<b>CAPÍTULO 2: RESULTADOS .....</b>	<b>10</b>
2.1 Relación de la abundancia con los factores bióticos y abióticos.....	10
2.2 Variación temporal.....	12
<b>CAPÍTULO 3: DISCUSIONES .....</b>	<b>14</b>
BIBLIOGRAFÍA.....	20
ANEXOS.....	29

## ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

<b>Figura 1.</b> Mapa del área de estudio .....	5
<b>Figura 2.</b> Estación de muestreo con las trampas: platos de colores .....	6
<b>Figura 3.</b> Gráfico de pastel de la abundancia de familias.....	10
<b>Figura 4.</b> Regresión lineal entre riqueza y abundancia de insectos con los recursos .....	11
<b>Figura 5.</b> Ordenación NMDS de los muestreos y las familias registradas .....	12
<b>Figura 6.</b> Ordenación NMDS con los muestreos basados en la abundancia de polinizadores..	13
<b>Figura 7.</b> Ordenación NMDS con la riqueza de familias basados en la abundancia de polinizadores. ....	13
<b>Tabla 1.</b> Ubicación de las estaciones de muestreo.....	4
<b>Tabla 2.</b> Regresión lineal múltiple entre los factores bióticos y abióticos con la abundancia de insectos.....	11
<b>Tabla 3.</b> Regresión lineal múltiple entre los factores bióticos y abióticos con la riqueza de familias de insectos.....	11

## ÍNDICE DE ANEXOS

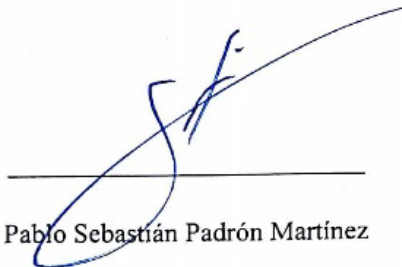
<b>Anexo 1.</b> Recursos denominados inflorescencias .....	29
<b>Anexo 2.</b> Familias registradas pertenecientes al orden Diptera .....	29
<b>Anexo 3.</b> Familias registradas pertenecientes al orden Hymenoptera .....	29
<b>Anexo 4.</b> Tabla de la abundancia de individuos de acuerdo a cada familia del orden Diptera según el número de muestreo.....	30
<b>Anexo 5.</b> Tabla de la abundancia de individuos de acuerdo a cada familia del orden Hymenoptera según el número de muestreo.....	32
<b>Anexo 6.</b> Tabla de riqueza, abundancia y datos de factores bióticos y abióticos, según la fecha de muestreo correspondiente a cada mes.....	33

**DIVERSIDAD DE INSECTOS POLINIZADORES Y SU RESPUESTA A RECURSOS  
FLORALES, TEMPERATURA, HUMEDAD, PRECIPITACIÓN Y VIENTO EN UN  
MATORRAL ANDINO DEL ECUADOR**

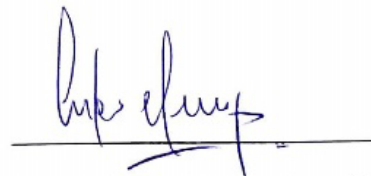
**RESUMEN**

Los insectos son el principal grupo de polinizadores a nivel mundial, sin embargo, están afectados por múltiples disturbios antropogénicos. En el presente estudio se registró mediante la técnica de platos trampa, la diversidad de insectos polinizadores (Diptera e Hymenoptera) y su respuesta a factores bióticos y abióticos. Los resultados demostraron que la riqueza no respondió a ninguna variable, mientras que la abundancia estuvo relacionada de manera positiva y significativa a los recursos florales, seguido de la precipitación. Esto podría atribuirse a la correlación entre ambas variables, ya que el proceso de floración es dependiente de los factores ambientales principalmente la humedad del suelo. Además, la ordenación mediante el NMDS concentró los muestreos en dos grupos, asociados a las estaciones: seca y lluviosa.

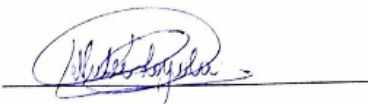
**Palabras clave:** Dinámica temporal, factores bióticos y abióticos, insectos polinizadores



Pablo Sebastián Padrón Martínez  
**Director del Trabajo de Titulación**



Antonio Manuel Crespo Ampudia  
**Coordinador de Escuela**



Nube Alexandra Loyola Guillermo



Karla Vanessa Pezo Yaguana

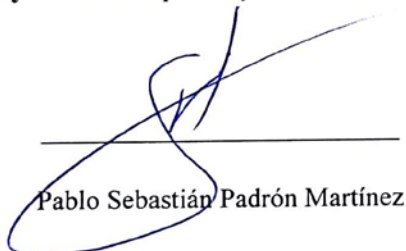
**Autoras**

**DIVERSITY OF POLLINATING INSECTS AND THEIR RESPONSE TO FLORAL RESOURCES, TEMPERATURE, HUMIDITY, PRECIPITATION AND WIND IN AN ANDEAN SCRUB IN ECUADOR**

**ABSTRACT**

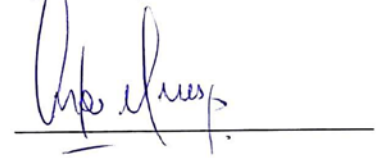
Insects are the main group of pollinators worldwide. However, they were affected by multiple anthropogenic disturbances. In the present study, the diversity of pollinating insects (Diptera and Hymenoptera) and their response to biotic and abiotic factors were recorded by the trap-plate technique. The results showed that the wealth did not respond to any variable. The abundance was related in a positive and significant way to floral resources, followed by precipitation. This could be attributed to the correlation between both variables since the flowering process was dependent on environmental factors, mainly soil moisture. In addition, the ordination through NMDS concentrated the samplings into two groups associated with the dry and rainy seasons.

**Keywords:** Temporal dynamics, biotic and abiotic factors, pollinating insects.




---

Pablo Sebastián Padrón Martínez  
**Thesis Director**




---

Antonio Manuel Crespo Ampudia  
**Faculty Coordinator**



---

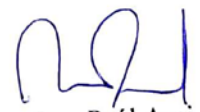
Nube Alexandra Loyola Guillermo



---

Karla Vanessa Pezo Yaguana

**Authors**

  
  
AZUAY  
Dpto. Idiomas  
Ing. Paúl Arpi  
Traductor

Loyola Guillermo Nube Alexandra

Pezo Yaguana Karla Vanessa

Trabajo de Titulación

Pablo Sebastián Padrón Martínez, PhD.

Julio, 2018

## **Diversidad de insectos polinizadores y su respuesta a recursos florales, temperatura, humedad, precipitación y viento en un matorral andino del Ecuador**

### **INTRODUCCIÓN**

Los Andes tropicales son reconocidos por su alta biodiversidad y endemismo (Myers et al., 2000; Rull, 2011; Herzog et al., 2012). Gran parte de esta diversidad se puede atribuir en gran medida a procesos evolutivos en los cuales las especies se han adaptado a condiciones cambiantes, y a ambientes extremos durante millones de años (Hole et al., 2011; Herzog et al., 2012; Báez et al., 2016). Aunque esta diversidad ha sido objeto de investigación, aún existen grupos de organismos que no han sido estudiados a profundidad, como es el caso de los insectos en los que información básica como su taxonomía, evolución, biogeografía, interacciones ecológicas etc., es escasa o ausente (Estrada & Fernández, 1999; González et al., 2005).

Los insectos son el grupo más diverso del planeta con aproximadamente un millón de especies descritas (Amat & Fernández, 2011), las cuales participan en procesos ecológicos, actuando en las cadenas tróficas como consumidores primarios y como fuente importante de alimento para otros organismos (Arango, 2005; Squeo et al., 2006; Quinto, 2013), son recicladores de nutrientes ayudando así en la descomposición de la materia orgánica (Toro et al., 2003); pero quizás una de las funciones más importantes y menos estudiadas es la polinización (Martínez et al., 2004; Torres et al., 2007).

En este contexto, la polinización biótica (zoófila), es el mutualismo más frecuente entre plantas y animales (Aizen et al., 2002; Chalcoff et al., 2006). Este consiste en la transferencia de polen desde la antera hasta el estigma, paso que precede a la fertilización del óvulo y formación de la semilla (Teixido, 2012; Rodríguez et al., 2015). Durante este proceso, las flores adquieren el polen de otras plantas y el polinizador obtiene alimento que puede ser polen, néctar, fragancias etc. (Espinosa, 2015; Prieto, 2015).

Además, la polinización es considerada una de las innovaciones claves que permitió la radiación de las angiospermas durante el Devónico, puesto que el 90% de plantas con flores dependen de esta interacción (Pellmyr et al., 1991; Sáez et al., 2014). En la mayoría de los casos esta función

es cumplida por los insectos con aproximadamente 290.000 especies que son visitadoras de flores alrededor del mundo (Ollerton, 1999; Espinosa, 2015).

Esta interacción ha contribuido a la coevolución tanto de plantas como de polinizadores (Chalcoff et al., 2006; Schiestl, 2013). En el caso de las plantas, estas presentan flores con colores vistosos, aromas fuertes o abundancia de néctar resultando atractivas para los polinizadores (Dafni et al., 1997; Grajales et al., 2011; Arias et al., 2014). Esta capacidad de diferenciación se denomina síndrome de polinización (Amela, 1999; Prieto, 2015). Como respuesta a la evolución de las plantas, los insectos han desarrollado sistemas sensoriales que favorecen su éxito de forrajeo (Chittka & Menzel, 1992). A través de su sistema de visión son capaces de reconocer colores y formas florales (Ollerton, 1999), lo que permite una discriminación óptima de las fuentes de alimento provechosas, de los recursos con mejor calidad y que al obtenerlos les conlleva menor gasto energético.

Dentro del grupo de los insectos, los órdenes de polinizadores más importantes son: himenópteros, dípteros, lepidópteros y coleópteros (Gómez & Zamora, 1999; Peña, 2003; Nuñez & Carreño, 2017). Los dos primeros órdenes son además los más diversos y predominantes en el gremio de polinizadores (Pellmyr, 1992); por ejemplo, las abejas son los principales agentes polinizadores debido a su eficiencia como visitantes florales (Olalde et al., 2015; Bonet, 2016).

Un estudio realizado por Arroyo et al., (1983), en la zona andina demostró que los polinizadores más efectivos son los insectos, y dentro de estos los himenópteros y dípteros son los más importantes con 50,4% y 45,8% de contribución en la polinización respectivamente, en contraste con los colibríes que contribuían con un 1,5%. Aunque el porcentaje de contribución de estos órdenes puede variar de acuerdo a dos factores: a) el ambiente abiótico y, b) las interacciones biológicas: por lo tanto, estos factores son influyentes, aunque actúan a diferentes escalas en tiempo y espacio (Devoto, 2006).

A escala temporal y regional, el ambiente abiótico actúa representado por los factores ambientales y funciona como un filtro que determina la presencia o ausencia de ciertas especies, controlando en las plantas la fenología de floración (Loayza & Ríos, 1999; Hegland et al., 2009); mientras que en los insectos controla su actividad como polinizadores, condicionando su ciclo de vida y regulado su éxito reproductivo (Vicens & Bosch, 2000).

A escala espacial y local, las interacciones biológicas son importantes y se establecen entre las especies que han pasado previamente el filtro impuesto por las restricciones climáticas (Silva et al., 2010), por ejemplo, la diversidad de insectos de un área puede ser explicada por la complejidad de la vegetación (Lemus & Ramírez, 2003).



Entonces, si el ambiente abiótico es el filtro más importante, las variables ambientales podrían explicar la estructura y funcionamiento de las comunidades a través del tiempo (Devoto, 2006). Es así como distintos autores explican la ecología de las poblaciones a través de estas variables, por ejemplo, McCain (2007) determinó que la riqueza es más alta en donde, la temperatura y la disponibilidad de agua son más altas.

A diferencia de Hawkins et al., (2003) quienes indicaron que la precipitación, específicamente la evapotranspiración fue uno de los principales predictores de la riqueza de especies. En el caso específico de las plantas Vílchez & Rocha (2004), afirman que la precipitación es la variable ambiental más estudiada en la fenología tropical porque es el evento biológico que mejor explica el desarrollo del follaje, floración y fructificación de las plantas según la estacionalidad.

Independiente de esto, cualquier cambio en la dinámica poblacional de los polinizadores afectará directamente la relación con las plantas (Arroyo et al., 2004; Keitt, 2009). Especialmente en los trópicos, donde existe una alta dependencia de los polinizadores, lo que incrementa las preocupaciones sobre los cambios en las comunidades de polinizadores, la disminución de su diversidad y consecuentemente de las plantas que estos polinizan (FAO, 2008; Keitt, 2009).

Adicionalmente, los polinizadores se enfrentan a la disminución de sus poblaciones (Sáez et al., 2014), debido a diferentes disturbios de origen antrópico como el uso de los pesticidas, la destrucción del hábitat, el cambio de uso del suelo, etc. (Kearns & Oliveras, 2009; Huang & Giray, 2012). Es así que existe una preocupación creciente acerca de cómo conservar las especies de polinizadores, pero sobre todo sus interacciones, es por eso que es prioritario su estudio y conservación, principalmente en paisajes fragmentados y aislados como es el caso de los altos Andes, en el cual estudios de este tipo son limitados (Arroyo et al., 1983; Brosi et al., 2008).

Por lo anteriormente expuesto, en esta investigación se estudia la diversidad de insectos polinizadores y su respuesta a factores bióticos y abióticos (recursos florales, temperatura, humedad relativa, precipitación y viento) en un matorral andino en el sur del Ecuador, con el fin de registrar la variación temporal de la comunidad de estos polinizadores y su correlación con los factores antes mencionados.

## CAPÍTULO 1

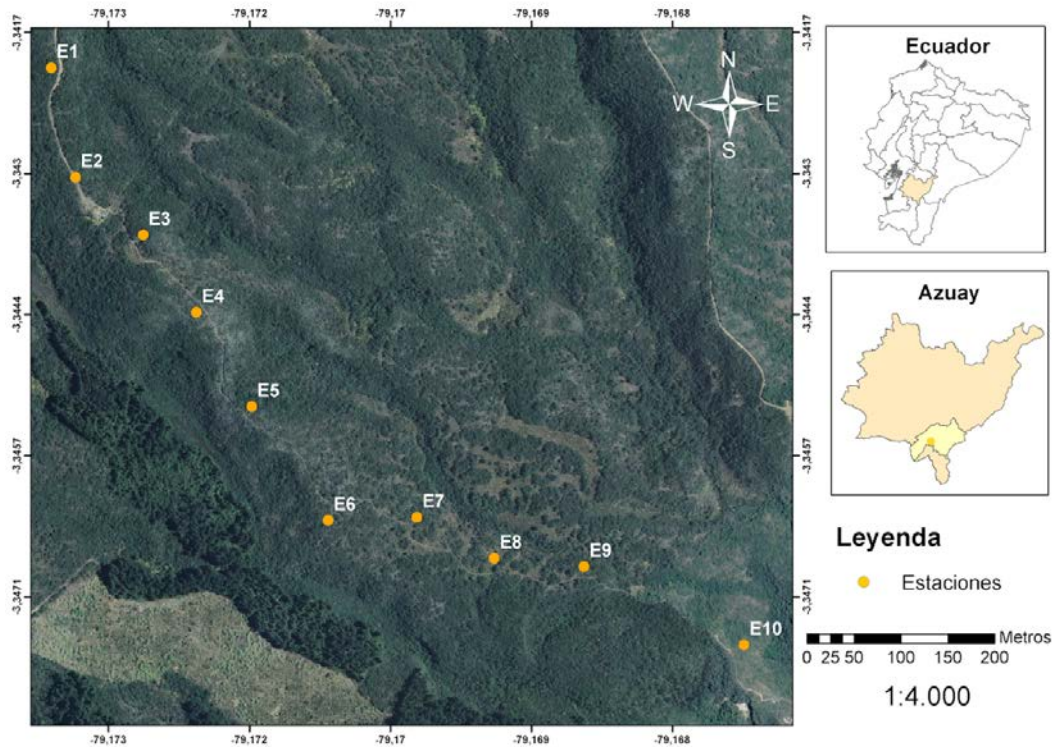
### METODOLOGÍA

#### 1.1 Área de estudio

El estudio se realizó en la Estación Científica “El Gullán” de la Universidad del Azuay, localizada geográficamente en las coordenadas -3.338116, -79.171707°, en la parroquia Las Nieves del cantón Nabón, provincia del Azuay, Ecuador. El Gullán posee una extensión de 136 ha y está formado por varios tipos de vegetación, plantaciones forestales, matorral húmedo montano y pastizales (Chacón & Ansaloni, 2003). La zona de estudio se encuentra dentro del Bosque Siempreverde Montano Alto en la Cordillera de los Andes (Sierra, 1999), caracterizada por vegetación nativa arbustiva y herbácea mayoritariamente (Chacón & Ansaloni, 2003). Este ecosistema está dominado por arbustos como *Oreocallis grandiflora*, *Morella parviflora*, *Brachyotum jamesonii*, *Vaccinium floribundum*, *Hesperomeles ferruginea*, *Axinaea affinis*, *Gaultheria reticulata*, *Baccharis obtusifolia* *Macleania rupestris* y por algunas hierbas como *Passiflora tripartita*, *Orthrosanthus chimboracensis* y *Lycopodium complanatum* formando un ecosistema con un dosel de 2m de altura aproximadamente y vegetación densa. Las estaciones de muestreo (Tabla 1) se encuentran ubicadas cada 100 m aproximadamente una de otra a largo del sendero principal (Fig. 1). El rango altitudinal entre las estaciones va desde los 2993 m.s.n.m (E1) hasta los 2874 m.s.n.m (E10). La temperatura oscila entre 7°C y 18°C, y la precipitación anual es de 250 - 750 ml como máximo y mínimo respectivamente, además presenta nubosidades altas y una velocidad de viento promedio de 20 km/h (G.M.A.D, 2014; Landázuri & Mogrovejo, 2016).

**Tabla 1.** Ubicación de las estaciones de muestreo.

Estaciones	Latitud	Longitud
1	-3.341998°	-79.173552°
2	-3.343046°	-79.173325°
3	-3.343597°	-79.172676°
4	-3.344337°	-79.172162°
5	-3.345232°	-79.171638°
6	-3.346324°	-79.170908°
7	-3.346296°	-79.170053°
8	-3.346683°	-79.169314°
9	-3.346763°	-79.168450°
10	-3.347510°	-79.166928°



**Figura 1.** Mapa del área de estudio. El punto amarillo representa la ubicación de cada una de las estaciones de muestreo.

## 1.2 Especies en estudio

Los insectos polinizadores estudiados pertenecen a los órdenes Diptera e Hymenoptera.

Dentro del orden Diptera, las moscas son visitantes florales oportunistas, poseen un aparato bucal chupador reducido a estructuras en forma de garfios que pueden ser retráctiles, dos alas, un par de balancines en su mayoría (Alfaro, 1998; Corrales, 2017). La alimentación floral está presente en algunas familias como Tipulidae, Bibionidae, Chironomidae, Empididae y sobretodo Syrphidae y Bombyliidae (Viejo & Gallego, 1997), estas dos últimas son físicamente similares e imitan el comportamiento de las abejas (Ollerton, 1999).

Hymenoptera, es uno de los órdenes más numerosos de insectos en el que se encuentran las abejas, avispas y hormigas, cuyas partes bucales son un par de mandíbulas opuestas, cuatro alas membranosas la mayoría, usualmente el abdomen aparentemente unido al tórax por una conexión angosta (Alfaro, 1998; Fernández & Sharkey, 2006). Dentro del grupo de polinizadores, se incluyen los del suborden apócrifa, los aculeados fundamentalmente las abejas que se encuentran dentro de la superfamilia Apoidea (Viejo & Gallego, 1997). Estos son considerados los polinizadores más importantes para las angiospermas debido a ciertas características eficaces como su abundancia, su vuelo rápido, su gran necesidad de néctar y polen, sus pelos especializados, y su tendencia a especializarse en flores concretas al momento de alimentarse (Viejo & Gallego, 1997) a través de sus propiedades de discriminación de color (Ollerton, 1999;

Kudo et al., 2007). Ya que asocian esta capacidad sensorial (sistema visual) a la distinción de la recompensa floral mediante diferentes propiedades espectrales (da Silva, 2015).

### 1.3 Diseño experimental

#### 1.3.1 Fase de Campo

##### 1.3.1.1 Colección de insectos

La colección de los especímenes se realizó dos veces por mes durante 10 meses (Mayo 2017 – Febrero 2018), en las horas de mayor actividad de los polinizadores entre las 8h00 a 16h00 (hora solar) (Droege, 2005). Para ello se utilizó el método de platos trampa (Ramírez et al., 2014; Grundel et al., 2011; Roulston et al., 2007). Se ocuparon 60 recipientes de plástico en colores blanco, amarillo, azul de boca ancha con capacidad de 150 ml cada uno. En cada estación de muestreo provista de una estructura metálica de 50 cm de altura, se ubicaron 6 platos de colores intercalados y con una solución jabonosa (100 ml de agua y  $\frac{1}{2}$  cucharada de detergente líquido comercial) (Fig. 2). Los platos trampa fueron monitoreados 4 veces al día, cada 2 horas (10:00 am, 12:00 am, 14:00 pm 16:00 pm).



**Figura 2.** Estación de muestreo con las trampas: platos de colores.

Los individuos capturados fueron extraídos de las trampas de acuerdo a la proveniencia del color del plato mediante un tamiz para separarlos de la solución jabonosa. El material colectado fue depositado en frascos etiquetados de acuerdo a la estación de muestreo, color del plato, la fecha y hora de muestreo, con alcohol etílico al 70 % (Droege, 2005; Toler et al., 2005) y posteriormente llevados al laboratorio de Entomología de la Universidad del Azuay para su respectiva identificación taxonómica.

### **1.3.1.2 Colección de datos**

#### **1.3.1.2.1 Factores biológicos**

##### **Recursos**

Se midió los recursos mediante el conteo de las flores de arbustos, hierbas y epífitas (Cornejo et al., 2011). El área total destinada al conteo de recursos fue de 1000 m<sup>2</sup>, basados en el tamaño de transecto estándar 20 x 50 m para especies vegetales recomendado por Mostacedo & Fredericksen (2000). En cada estación de muestreo se realizó el conteo de las especies registradas como productoras de recursos en un radio de 5,5 m desde los platos trampa; es decir los 1000 m<sup>2</sup> fueron el total del área de muestreo de las 10 estaciones.

Para las plantas con inflorescencias, es decir aquellas con flores de tamaño muy reducido (Asteraceae, Cunoniaceae) se contabilizaron el número de inflorescencias. Independiente del sistema de ramificación, la unidad de medida se denominó flores (Heinrich, 1979) (Anexo 1). En cada fecha de muestreo se contó el número de flores abiertas de todas las especies enlistadas (Chamberlain & Schlising, 2008; Cornejo et al., 2011).

#### **1.3.1.2.2 Factores ambientales**

Los datos de temperatura (°C) y humedad relativa (%) se midió en intervalos de 15 minutos durante todo el periodo de muestreo, mediante dos dispositivos: Data logger HOBO U23 Pro v2 External Temperature Data Logger. El viento (m/s) se midió cada hora durante las horas de muestreo mediante un anemómetro Brunton Sherpa. La precipitación se midió con dos pluviómetros comunitarios, la recolección de datos (ml) fue cada 15 días, se midió con una probeta el volumen de agua colectada para luego aplicar los respectivos cálculos para la obtención de precipitación (mm) tomados del Manual para la elaboración de un Pluviómetro Comunitario (Olivares et al., 2016).

### **1.3.2 Fase de laboratorio**

#### **1.3.2.1 Identificación taxonómica de insectos**

Regidos al procedimiento de Murillo & Lezama (2008), en el laboratorio, parte de los ejemplares fueron secados y luego montados para su preservación, utilizando alfileres entomológicos número 1, 2 y 3. En el caso de los insectos muy pequeños, estos fueron montados en triángulos de cartulina (Márquez, 2005). El resto de especímenes se colocó en frascos de vidrio herméticos de 5 ml con alcohol al 70% y glicerina para preservarlos una vez identificados (Márquez, 2005). Las muestras fueron identificadas taxonómicamente utilizando un estéreo microscopio Nikon SMZ745T comprobando así las características de los individuos de cada una de las familias encontradas, utilizando para ellos las siguientes claves:

Para el caso de Diptera se utilizó los libros: *The Natural History and Diversity of Diptera* 1st Ed. Edition Stephen Marshall 2012, y para Hymenoptera se utilizó: *The Bees of the World* 2nd Edition Charles D. Michener, *Hymenoptera of the World: An Identification Guide to Families* Edition Henri Goulet & John Huber 1993, *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* Edition F. Fernández & M. J. Sharkey (eds.) 2006, y un PDF con la Guía de las familias de insectos (Nancy Miorelli, 2017).

Mientras que los recursos en línea fueron:

<http://sipan.inta.gov.ar/productos/ssd/nqn/ecologiadeinsectos/diptera.html>

[http://sea-entomologia.org/IDE@/revista\\_63.pdf](http://sea-entomologia.org/IDE@/revista_63.pdf)

Natural History Museum: Hymenoptera Section:

<https://www.flickr.com/photos/124722992@N03/page1>

Bee Galleries - Packer Lab - York University:

<http://www.yorku.ca/bugsrus/resources/resources>

The Spencer Entomological Museum - UBC Zoology Department - Hymenoptera:

<http://www.zoology.ubc.ca/~biodiv/entomology/main/Hymenoptera/>

La identificación taxonómica se realizó a nivel de familia, debido a la escasa información sobre estos grupos de insectos en los Andes.

### **1.3.2.2 Identificación taxonómica vegetal**

Para la identificación taxonómica y los reconocimientos de caracteres morfológicos, las especies vegetales productoras de recursos fueron colectadas, secadas e identificadas en el Herbario Azuay. Las guías utilizadas para la identificación taxonómica fueron: *Flora selecta de los pajonales de Loja, Ecuador* (Pulgar & Jadán, 2010) y *Flora del Páramo del Cajas, Azuay, Ecuador* (Minga et al., 2016).

### 1.3.3 Análisis de datos

Se aplicó un análisis de correlación de Pearson entre las variables temperatura, humedad relativa, precipitación y recursos. El propósito de este análisis es determinar el grado de asociación existente entre las variables consideradas. Este coeficiente puede usarse como un criterio de optimización para derivar diferentes filtros de reducción de ruido (Benesty et al., 2009).

La variable viento no fue incluida en esta correlación debido al escaso número de mediciones obtenidas mientras que la humedad relativa fue eliminada por estar significativamente correlacionada con la precipitación y los recursos.

Debido a la distribución asimétrica (anormalidad) de los datos de abundancia (número de insectos polinizadores capturados) y de los recursos (número de flores), estos fueron transformados a una escala logarítmica, considerada la función matemática más simple (Martín et al., 2007).

Para representar el porcentaje de contribución de familias de los órdenes Diptera e Hymenoptera se realizaron gráficos de pasteles con las familias más representativas basados en su abundancia y para todo el periodo de muestreo.

Para evaluar la influencia de las variables bióticas (recursos) y abióticas (precipitación y temperatura) con la riqueza y abundancia de insectos polinizadores se aplicó una regresión lineal múltiple, posteriormente y para graficar estas relaciones se aplicaron regresiones lineales simples para cada variable.

Para analizar la agrupación de la comunidad de polinizadores y las variables bióticas y abióticas se utilizó una escala de ordenación multidimensional no métrica (NMDS) basados en una matriz de similitud de especies de Bray-Curtis tanto para los muestreos como para las familias registradas (Clarke & Jenerette, 2015).

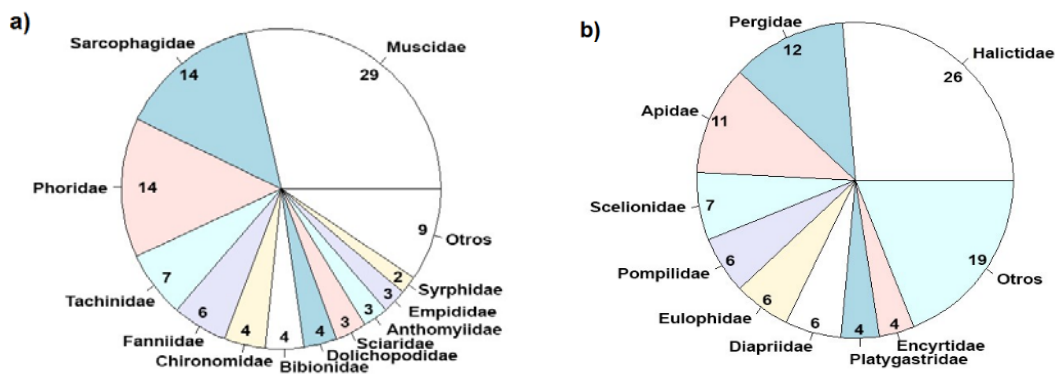
En la base de datos utilizada para el NMDS se excluyó las familias raras (con abundancia y frecuencia estadísticamente no significativa). El umbral de eliminación se determinó a partir del cálculo de los límites de confianza superior e inferior de la matriz. Según McCune et al., (2002), eliminar especies raras es una forma útil de reducir el volumen y el ruido del conjunto de datos sin perder mucha información, además mejora la detección de relaciones entre la composición de la comunidad y los factores ambientales.

Todos los análisis fueron conducidos a través del software R (R versión 3.4.3).

## CAPÍTULO 2

### RESULTADOS

Se colectaron un total de 6856 especímenes, 76% de estos pertenecieron al orden Diptera agrupados en 47 familias, siendo las familias más abundantes y representativas Muscidae, Sarcophagidae, Phoridae, Tachinidae y Fannidae (Fig. 3a). El 24 % restante correspondió al orden Hymenoptera agrupado en 31 familias, siendo las más abundantes y representativas Halictidae, Pergidae, Apidae, Scelionidae, Pompilidae, Eulophidae y Diapriidae (Fig. 3b). Además, estas familias fueron comunes durante todo el periodo de muestreo (Mayo 2017- Febrero 2018).



**Figura 3.** Gráfico de pastel de la abundancia de familias con mayor contribución porcentual encontradas en el periodo de muestreo Mayo 2017-Febrero 2018. La figura 3a. pertenece al orden Diptera mientras que la figura 3b. corresponde al orden Hymenoptera, además dentro de cada división se encuentra el valor porcentual.

#### 2.1 Relación de la abundancia con los factores bióticos y abióticos

En lo que respecta a la relación de los factores abióticos (temperatura y precipitación) y bióticos (recursos). Según la magnitud del coeficiente y la significancia se encontró que los recursos tienen un mayor efecto en la abundancia de los polinizadores, seguido de la precipitación, mientras que la temperatura fue la variable con menor contribución (Tabla 2).

La riqueza de familias no respondió significativamente a ninguna de las variables medidas, por esta razón no se aplicaron posteriores regresiones simples utilizando esta variable de respuesta (Tabla 3; Fig. 4b).



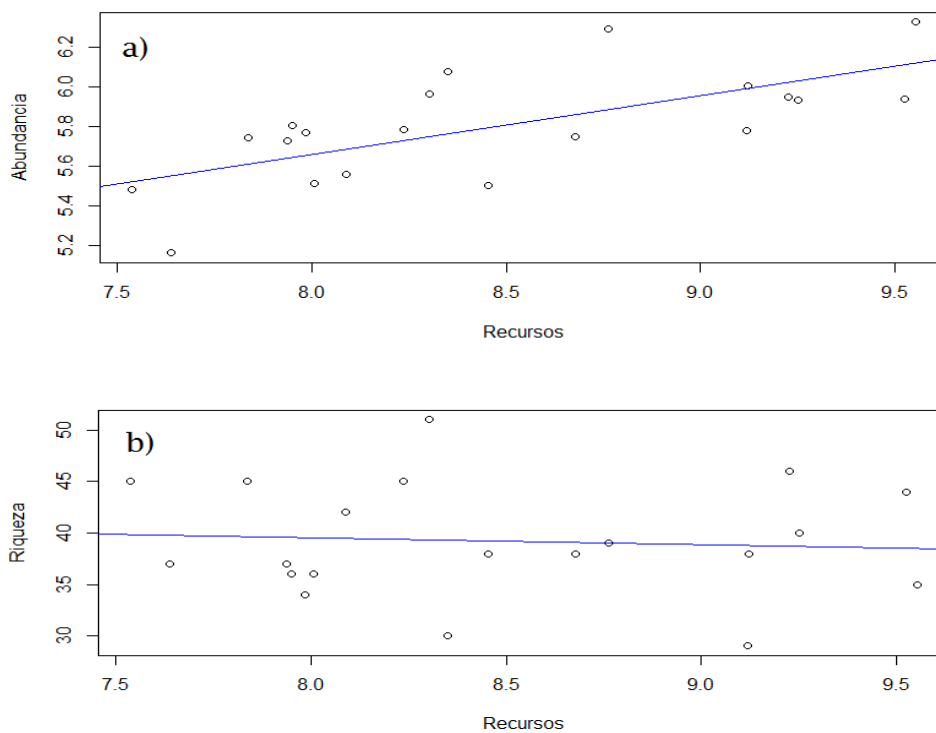
**Tabla 2.** Valores obtenidos de la regresión lineal múltiple entre los factores bióticos y abióticos con la abundancia de insectos capturados con valor de significancia  $p < 0.001$  a lo largo de 10 meses de muestreo.

	Coefficiente	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	2.613	1.163	2.247	0.039
Precipitación	-0.001	0.002	-0.331	0.744
Log. Recursos	0.304	0.086	3.530	0.003 **
Temperatura	0.055	0.087	0.641	0.530

**Tabla 3.** Valores obtenidos de la regresión lineal múltiple entre los factores bióticos y abióticos con la riqueza de familias registrada a lo largo de 10 meses de muestreo.

	Coefficiente	Std. Error	t value	Pr(> t )
(Intercept)	15.475	28.352	0.546	0.593
Precipitación	-0.095	0.053	-1.805	0.090
Log. Recursos	0.664	2.101	0.316	0.756
Temperatura	1.841	2.107	0.873	0.395

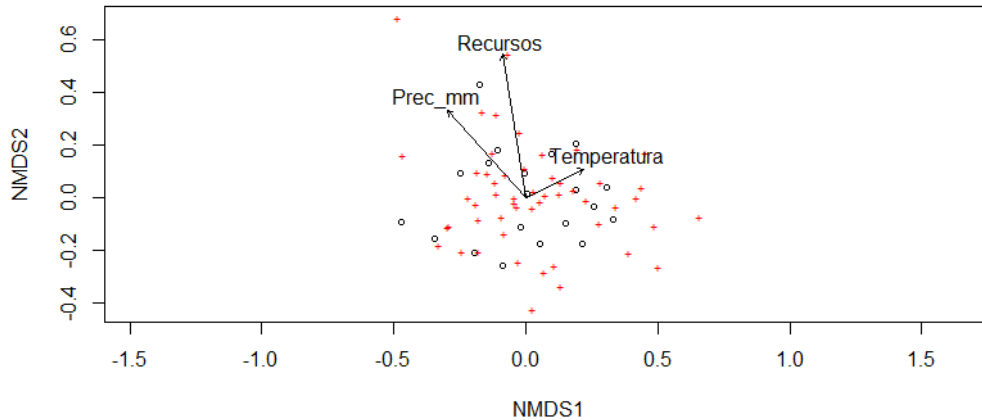
Las regresiones lineales simples muestran relaciones positivas de la abundancia de polinizadores al respecto de recursos ( $r^2 = 0.457$ ,  $p$ -value: 0.001) (Fig. 4a); precipitación ( $r^2 = 0.037$ ,  $p$ -value: 0.417); temperatura ( $r^2 = 0.026$ ,  $p$ -value: 0.495).



**Figura 4.** Regresión lineal obtenida de los recursos (número de flores en escala logarítmica) al respecto de: a) abundancia (número de insectos polinizadores en escala logarítmica) ( $r^2 = 0.427$ ,  $p$ -value: 0.001) y b) riqueza de familias ( $r^2 = -0.049$ ,  $p$ -value: 0.750).

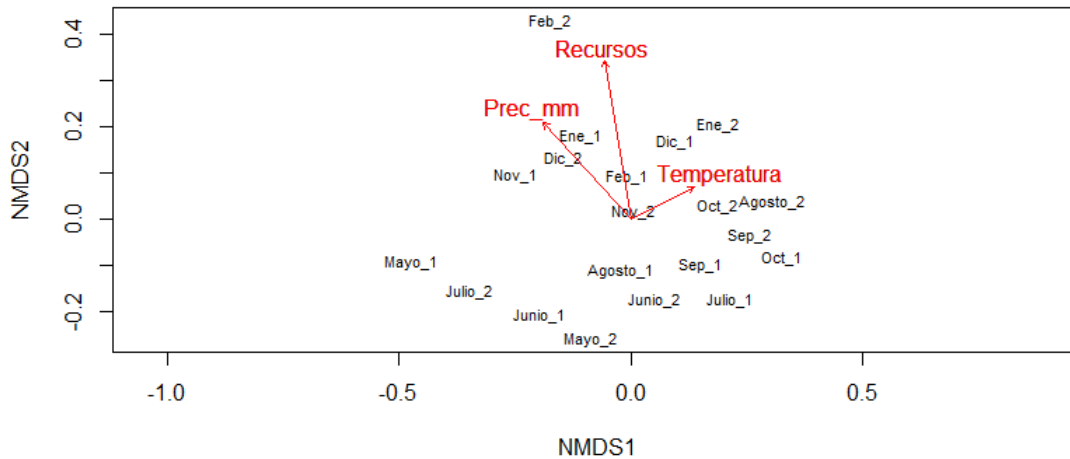
## 2.2 Variación temporal

Se obtuvieron respuestas semejantes entre las regresiones lineales y la ordenación a través del NMDS, la variable recursos sigue explicando y de manera significativa ( $p\text{-value}=0.009$ ) la abundancia de polinizadores, seguido de la precipitación ( $p\text{-value}=0.055$ ) y finalmente la temperatura ( $p\text{-value}=0.491$ ) (Fig. 5).



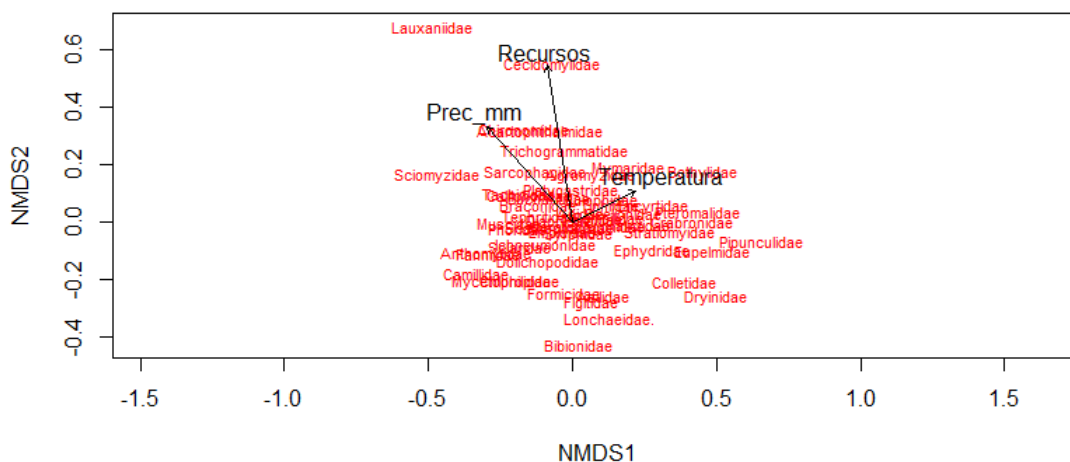
**Figura 5.** Ordenación de escalas multidimensionales no métricas (NMDS) de la abundancia de polinizadoras basadas en una matriz de similitud de especies de Bray-Curtis. Los círculos representan los muestreos mientras que los signos de adición color rojo son las familias registradas. Con adición de las variables ambientales, la longitud del vector de las variables representa el valor de importancia mientras que su dirección es la afectación sea a los muestreos o las familias registradas.

En general, la ordenación a través del NMDS basados en la abundancia de los polinizadores colectados agrupa dos conjuntos, el primero formado por los muestreos realizados en Diciembre, Enero y Febrero mientras que el segundo está formado por Junio, Julio, Agosto, Septiembre y Octubre. Podríamos inferir que esta agrupación está relacionada a la precipitación e indicaría dos estaciones: una lluviosa y una seca; es decir la comunidad de polinizadores varía de acuerdo a la época del año (Fig. 6).



**Figura 6.** Ordenación de escalas multidimensionales no métricas (NMDS) de la abundancia de polinizadores basadas en una matriz de similitud de especies de Bray-Curtis, a partir de los muestreos y con adición de las variables ambientales.

La ordenación a partir de las familias, demuestra que algunas de estas responden efectivamente a los recursos; es decir, un incremento en el número de flores, implica incremento en la abundancia de algunas familias como Lauxaniidae, Cecidomyiidae, Chironomidae, Acartophthalmidae, Trichogrammatidae, Sciomyzidae y Sarcophagidae. En contraste las familias Bibionidae, Lonchaeidae, Dryinidae, Colletidae, Figitidae y Asilidae reducen su abundancia cuando existen más recursos o quizá estas familias estén asociadas a recursos específicos (Fig. 7).



**Figura 7.** Ordenación de escalas multidimensionales no métricas (NMDS) de la abundancia de polinizadores basadas en una matriz de similitud de especies de Bray-Curtis a partir de la riqueza de familias de insectos polinizadores y con adición de las variables ambientales.

### CAPÍTULO 3

#### DISCUSIONES

Los resultados del presente trabajo de investigación sugieren que la variable recursos florales explica de manera positiva y significativa la abundancia de polinizadores, pero no su riqueza. Esto podría deberse a que la riqueza es una variable de respuesta que puede ser explicada por las especies de plantas a las que polinizan, más no por la cobertura de flores que ocupen (Ebeling et al., 2008; Scheper et al., 2013). Debido a la preferencia de plantas específicas por parte de los insectos (Ebeling et al., 2008).

En el caso de la abundancia, al igual que como nuestros resultados, varios estudios han encontrado una relación positiva entre estas dos variables: abundancia de polinizadores y recursos florales (Blaauw & Isaacs, 2014; Hegland & Boeke, 2006; Hines & Hendrix, 2005; Potts et al., 2003a). En este sentido, la actividad y frecuencia en las visitas de los polinizadores de diferentes grupos de dípteros e himenópteros se encuentra estrechamente relacionada a los períodos de floración y abundancia de recursos vegetales (Branquart & Hemptinne, 2000; Colley & Luna, 2000; Potts et al., 2005; Cane & Sipes, 2006; Hegland & Boeke, 2006; Sjödin & Ekbom, 2008; Abrahamczyk et al., 2011). Aumentando en sincronía la cantidad de insectos cuando la disponibilidad de los recursos y sus beneficios (néctar, polen) es mayor (Potts et al., 2003b; Hines & Hendrix, 2005; Ambrosino et al., 2006; Geber & Moeller, 2006; Ebeling et al., 2008; Meyer et al., 2009; Martínez et al., 2013).

Esto se ve reflejado en nuestros resultados, debido a que el sistema de polinización se explica con la relación existente entre los periodos de floración de las plantas en cada año y la actividad de polinizadores (Primack, 1978; Arroyo et al., 1983; Herrera, 1988; Geber & Moeller, 2006). Tomando en cuenta por supuesto, los factores que potencian el inicio de la floración como temperatura, precipitación, humedad del suelo (Hegland et al., 2009). Entonces la disponibilidad de los recursos florales debe ser suficiente para mantener a las poblaciones de insectos por períodos de tiempos determinados (Arroyo et al., 1983); es decir, la abundancia de los insectos es relativamente constante durante los periodos de floración; por lo tanto, las visitas aumentan dependiendo de la temporada (Arroyo et al., 1985; McCall & Primack, 1992).

Nuestro estudio sugiere la importancia de los recursos florales para los polinizadores en un ecosistema altoandino del sur del Ecuador, ya que estos son altamente especializados en las flores que visitan para su alimentación (Potts et al., 2003b; Cane & Sipes, 2006; Waser, 2006; Galetto et al., 2007; Williams et al., 2010). Para ello, las plantas por ejemplo desarrollan rasgos que mejoren la atracción de los polinizadores como la cantidad de polen o néctar, color, patrones UV, tamaño, forma, fragancia, etc. (Herrera, 1988; Ashman et al., 2004; Campbell & Hanula, 2007;

Weberling, 2007). Lo cual sucede con las plantas polinizadas por abejas, cuyas flores son ricas en néctar y presentan largos tubos de corola, en contraste con las plantas que son polinizadas por moscas donde sus flores son pequeñas, abiertas y ricas en polen (Dicks et al., 2000). En lo referente al color, Lázaro et al., (2008), indica que abejorros prefieren flores rosadas o púrpura, las abejas prefieren colores púrpura o amarillo, y las moscas flores blancas y/o amarillas; (Leong & Thorp, 1999; Campbell & Hanula, 2007), aunque esta relación sea dependiente de cada comunidad.

Por otro lado, la ordenación muestra una estrecha relación entre los recursos y ciertas familias del orden Diptera (Lauxaniidae, Chironomidae, Cecidomyiidae), lo que nos lleva a pensar que la disponibilidad de alimento influye en gran medida en la presencia y abundancia tanto de agentes mutualistas como de depredadores y parasitoides (Price et al., 1980; Awmack & Leather, 2002; Ambrosino et al., 2006). Es así que, la producción de recursos florales también crea mutualismo entre plantas y enemigos (parasitoides) (Price et al., 1980), permitiendo tanto la supervivencia de adultos como el desarrollo de huevos y larvas (van Rijn et al., 2013). O en el caso de la interacción evolutiva entre plantas e insectos fitófagos, donde la presión de selección ejercida por los insectos mejora los mecanismos de defensa de la planta e igual ambos se benefician (equilibrio dinámico) (Jermy, 1984). Esto podría explicar la presencia de ciertas familias como Cecidomyiidae y Chironomidae en sincronía con la abundancia floral, ya que ambas familias actúan como huéspedes (parásitos) de plantas sobre todo en sus estados larvales (Hawking & Gagné, 1989; Seres & Ramírez, 1995; Walker, 2001), Cecidomyiidae son fitófagos o parasitoides, o en estado larval puede actuar como depredador o parásitos de áfidos por lo que ha sido considerado como controles biológicos (Marshall, 2012).

En el caso de los, insectos saprófagos (Familias Lauxaniidae, Chironomidae), el aumento de sus visitas aumenta conforme se incrementa la cantidad de recursos, quizá esto se deba a que estos están aprovechando la abundancia de los recursos (el material en descomposición) en épocas lluviosas, actuando como recicladores de la materia orgánica en descomposición (Carles, 2001). Por ejemplo, en la familia Lauxaniidae, sus larvas se desarrollan en hojas en proceso de descomposición y los adultos se suelen alimentar de esporas fúngicas encontradas en las hojas, Cecidomyiidae también posee hábito generalmente saprófago (fungívoro), desarrollándose principalmente en hongos, compost húmedo, cortezas de plantas y madera podrida (Marshall, 2012). En sí, la disposición (cuantitativa y cualitativamente) de alimento (no recursos florales) también influye en la estructura de la comunidad de polinizadores (Memmott, 1999).

La abundancia de estos grupos de insectos en simultaneidad con los recursos, puede ser atribuida a estrategias de historia de vida y a procesos de la biología floral. Pues las plantas relacionan su historia de vida o a menudo utilizan atractivos para los depredadores o parasitoides (moscas o

avispa) de herbívoros como una manera de defensa en contra de la herbivoría (Kessler & Baldwin, 2002). A su vez, los polinizadores han evolucionado características en respuesta a los cambios de las plantas, para de esta manera mejorar su capacidad de extraer las recompensas, como la evolución en sus rasgos morfológicos y en su comportamiento, lenguas largas, pelos, desarrollo sensorial, o desarrollo coevolutivo con las recompensas florales (Bronstein & Geber, 2006) lo que podría explicar la abundancia simultánea polinizador-floración en nuestro estudio. De modo que, la preferencia de los insectos para la oviposición o alimentación va a depender de la abundancia de las especies de plantas y de sus necesidades de acuerdo a sus etapas de desarrollo (Thompson, 1988).

En este sentido, el color influye en la detectabilidad sensorial de los insectos asociándolos con las recompensas florales (Campbell & Hanula, 2007; da Silva, 2015); por ello, otro factor que podría explicar la diferencia porcentual entre Diptera e Hymenoptera podría ser el método utilizado para colectarles, los platos de colores trampa, ya que resultan ser particularmente buenos para capturar numerosas especies de abejas, pero también puede ser efectivo para capturar varias moscas y otros visitantes florales (Roulston et al., 2007) y como nuestros resultados lo demuestran, es efectivo para caracterizar la entomofauna de Hymenoptera y Diptera de un sitio, a pesar de presentar sesgos con respecto a especies que no son capturadas con este método a menos que se utilicen redes entomológicas o cuando la abundancia de recursos es alta, este método es menos eficaz (Cane et al., 2000; Roulston et al., 2007; Baum & Wallen, 2011; Saunders & Luck, 2013).

Las variaciones microclimáticas influyen en la presencia de polinizadores (Torres et al., 2007), por ejemplo, el estudio realizado por Devoto et al., (2005) asoció la precipitación con el porcentaje de interacciones de los polinizadores. Esta disponibilidad de agua puede afectar la distribución de plantas e insectos influyendo en procesos como la germinación, reproducción, producción de néctar y polen (plantas) o en las condiciones de reproducción y supervivencia (insectos) (Bates, 2006). Asimismo, Weltzin et al., (2003), señala que los cambios en la estacionalidad o variabilidad de la precipitación tiene implicaciones importantes para la distribución, estructura, composición y diversidad de poblaciones de plantas, animales y microorganismos y sus ecosistemas acompañantes. En general, es claro que el patrón de visitas de insectos o la abundancia de los mismos está dado por factores específicos de cada comunidad y de la zona en la que se encuentren (Abrahamczyk et al., 2011), por eso en regiones templadas, por ejemplo, los factores determinantes varían a los de los trópicos.

Además, en nuestra investigación encontramos que la precipitación es el segundo factor en importancia asociado a la abundancia de polinizadores lo cual concuerda con los resultados de un estudio realizado en los Andes centrales, en Bolivia, aunque este se realizó en diferentes rangos altitudinales (200 a 400 m). La precipitación, también influencia en la variación de la riqueza y

de la abundancia de insectos de una estación del año a otra (Abrahamczyk et al., 2011), ordenándolos de acuerdo a una temporada lluviosa (meses con mayor precipitación) y una temporada seca (menor precipitación), en nuestra investigación los datos de precipitación proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Para el caso de Bolivia, el número total de especies de abejas y avispas se relacionó fuertemente con el número de especies de plantas que florecen durante la temporada de lluvias más no con las flores de la temporada seca (Abrahamczyk et al., 2011). Por lo expuesto, la precipitación resulta ser un factor significativo e influyente en la composición tanto de las comunidades de plantas como de polinizadores (Devoto et al., 2009).

Como resultados adicionales, se registró mayor riqueza y abundancia del orden Diptera con respecto al orden Hymenoptera (relación 3:1). Esta diferencia podría atribuirse a distintos factores, por ejemplo, según Torres et al., (2007) en ambientes de alta montaña, donde predominan los fuertes vientos y las bajas temperaturas, son más frecuentes los polinizadores ectotermos (dípteros y lepidópteros) ya que estos pueden regular su nivel de energía consumiendo muchos recursos con un bajo costo energético y en períodos cortos de calor, a diferencia de los endotermos (himenópteros) cuya actividad debe ser continua y únicamente en ciertos períodos de tiempo, lo que implica altos costos energéticos (Willmer & Corbet, 1981; Arroyo et al., 1982). Otro factor que facilita la presencia de díptera es el poco o nulo esfuerzo realizado en el cuidado parental, ya que sus larvas actúan como huéspedes de plantas o simplemente permanecen en el suelo (Arroyo et al., 1982). Por ende, forrajean únicamente para sus propias necesidades nutricionales y no gastan energía volando a los nidos (Kearns, 1992), contrario a lo que sucede en Hymenoptera, por ejemplo, en las abejas el esfuerzo en recolección de polen y néctar se duplica debido a que además de alimentarse a sí mismas, deben alimentar a sus crías (Arroyo et al., 1982). En cambio, en climas templados de latitudes mayores con inviernos moderados y veranos cálidos, la importancia de los órdenes es distinta, así lo cita un estudio realizado en Argentina Central por, Torres & Galetto (2008) donde encontró que el 55% de las visitas florales en esta zona correspondía al orden Hymenoptera, y un menor número de visitas por parte de los demás órdenes (Diptera 17%, Lepidóptera 17% y Coleóptera 11%).

Es por esto que creemos que existe menor cantidad de Hymenoptera en nuestra zona de estudio, ya que se los asocia según su distribución histórica a regiones cálidas y secas, más no a los trópicos húmedos (Michener, 1979; Arroyo et al., 1983; Abrahamczyk et al., 2011) y por ende a hábitats con esas características. Esto sucede con la diversidad y abundancia de las abejas, mejora con el aumento de la temperatura, es decir, en zonas cálidas al existir mayor floración de diferentes especies vegetales habrá también más diversidad de abejas (Michener, 1979). Al contrario de Diptera cuya abundancia y diversidad es mayor en los trópicos, zonas más frías y húmedas (Devoto et al., 2005; Lázaro et al., 2008; Hegland et al., 2009).

Adicionalmente, es importante conocer la distribución altitudinal de los diferentes polinizadores, ya que estos cambian a medida que la altitud aumenta. Esta variación afecta principalmente a Hymenoptera, en este caso la melitofilia (polinización por abejas), deja de ser el modo dominante de polinización por encima de los 2.600 m, convirtiéndose así en los polinizadores menos importantes a grandes alturas en los trópicos. En cambio, para los órdenes de Diptera y Lepidóptera el efecto es menos drástico (Arroyo et al., 1982; Arroyo et al., 1983). En consecuencia, las plantas que dependen de moscas para su polinización aumenta con el incremento de la altitud (Arroyo et al., 1982; Kearns, 1992), esto puede estar relacionado con la presencia de hábitats favorables para estadios larvales, como es la presencia de sustratos o en general hábitats húmedos (Kearns, 1992).

En conclusión, mediante nuestra investigación exploratoria sobre la riqueza y abundancia de polinizadores presentes en un matorral altoandino del sur del Ecuador y su correlación con variables ambientales y ecológicas, determinamos una clara relación con la variable recursos más que con los factores relacionados al clima (temperatura, humedad relativa, precipitación y viento). No obstante, los factores meteorológicos podrían estar influyendo directamente en la detección al momento de la captura. Por lo tanto, es evidente incrementar el número de trabajos que evalúen las interacciones planta-polinizador a escala espacio-temporal, considerando factores ambientales como temperatura, precipitaciones, viento e incluir variables como la altitud. Adicionalmente se debería investigar los cambios en la abundancia, distribución y fenología de las plantas de las que estos se alimentan, ya que estos factores están determinando la presencia de los insectos y su estudio nos va a permitir predecir los efectos del cambio climático a futuro (Devoto et al., 2009).

Finalmente, frente a las distintas amenazas a las que se encuentran expuestos los insectos, incluidos los efectos del cambio climático, es importante profundizar estudios sobre su historia natural, ecología y promover su conservación como parte esencial de la biodiversidad.



## **CONSIDERACIONES FINALES**

En los próximos estudios se recomienda considerar y evaluar a mayor profundidad las variables utilizadas en el presente trabajo de investigación especialmente los recursos florales, en términos de cantidad y calidad, por ejemplo, la abundancia floral de algunas especies vegetales y sus características podrían ser relevantes y diferir de acuerdo a la especie seleccionada.

En el caso de las variables abióticas (temperatura, humedad, precipitación y viento), se podría estudiar si estas presentan influencia significativa en la detectabilidad al momento de la captura del número de individuos de insectos polinizadores.

Otro factor que sugerimos considerar son los colores de los platos trampa, nuestros resultados preliminares señalan que existe una diferencia entre el porcentaje de captura de insectos dependiendo del color de plato utilizado.

Utilizar redes entomológicas como metodología complementaria a los platos trampa con el objetivo mejorar y/o completar la colecta.

Finalmente, se recomienda analizar la historia de las familias registradas para conocer cuales están contribuyendo en el proceso de polinización.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abrahamczyk, S., Kluge, J., Gareca, Y., Reichle, S., & Kessler, M. (2011). The influence of climatic seasonality on the diversity of different tropical pollinator groups. *PLoS One*, 6(11), e27115.
- Aizen, M., Vázquez, D., & Smith, C. (2002). Historia natural y conservación de los mutualismos planta-animal del bosque templado de Sudamérica austral. *Revista Chilena de historia natural*, 75(1), 79-97.
- Alfaro, D. (1998). Estados inmaduros de insectos de las órdenes Coleóptera, Diptera y Lepidóptera: manual de reconocimiento (No. 27). CATIE.
- Amat, G., & Fernandez, F. (2011). Diversity of Lower Insects (Arthropoda: Hexapoda) in Colombia: I. Entognatha to Polyneoptera. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 205-220.
- Ambrosino, M., Luna, J., Jepson, P., & Wratten, S. (2006). Relative frequencies of visits to selected insectary plants by predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae), other beneficial insects, and herbivores. *Environmental Entomology*, 35(2), 394-400.
- Amela, M. (1999). Biología floral y sistema reproductivo de especies nativas de Passiflora (Passifloraceae) de la Argentina. Disertación Doctoral. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
- Arango, G. (2005). Los insectos: una materia prima alimenticia promisoría contra la hambruna. *Revista Lasallista de Investigación*, vol. 2 (1), 33-37. Corporación Universitaria Lasallista, Antioquia, Colombia
- Arditti, J., Elliott, J., Kitching, I., & Wasserthal, L. T. (2012). 'Good Heavens what insect can suck it'—Charles Darwin, *Angraecum sesquipedale* and *Xanthopan morgani praedicta*. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 169(3), 403-432.
- Arias, J., Ocampo, J., & Urrea, R. (2014). La polinización natural en el maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) como un servicio reproductivo y ecosistémico. *Agronomía Mesoamericana*, 25(1).
- Arroyo, J., Carrión, J., Hampe, A., & Jordano, P. (2004). La distribución de las especies a diferentes escalas espacio-temporales. *Ecología del bosque mediterráneo en un mundo cambiante*, 27-67.
- Arroyo, M., Armesto, J. & Primack, R. (1985). Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile II. Effect of temperature on visitation rates and pollination possibilities. *Plant systematics and evolution*, 149(3-4), 187-203.
- Arroyo, M., Primack, R. & Armesto, J. (1982). Community studies in pollination ecology in the high temperate Andes of central Chile. I. Pollination mechanisms and altitudinal variation. *American journal of botany*, 82-97.
- Arroyo, M., Armesto, J., & Primack, R. (1983). Tendencias altitudinales y latitudinales en mecanismos de polinización en la zona andina de los Andes templados de Sudamérica. *Revista Chilena de Historia Natural*, 56(2), 159-180.
- Ashman, T., Knight, T., Steets, J., Amarasekare, P., Burd, M., Campbell, D.... & Morgan, M. (2004). Pollen limitation of plant reproduction: ecological and evolutionary causes and consequences. *Ecology*, 85(9), 2408-2421.
- Awmack, C., & Leather, S. (2002). Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual review of entomology*, 47(1), 817-844.

- Báez, S., Jaramillo, L., Cuesta, F., & Donoso, D. A. (2016). Effects of climate change on Andean biodiversity: a synthesis of studies published until 2015. *Neotropical Biodiversity*, 2(1), 181-194.
- Baum, K., & Wallen, K. (2011). Potential bias in pan trapping as a function of floral abundance. *Journal of the Kansas entomological society*, 84(2), 155-159.
- Benesty, J., Chen, J., Huang, Y., & Cohen, I. (2009). Pearson correlation coefficient. In *Noise reduction in speech processing* (pp. 1-4). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Bian, L., Sun, X., Luo, Z., Zhang, Z., & Chen, Z. (2014). Design and selection of trap color for capture of the tea leafhopper, *Empoasca vitis*, by orthogonal optimization. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 151(3), 247-258.
- Blaauw, B., & Isaacs, R. (2014). Larger patches of diverse floral resources increase insect pollinator density, diversity, and their pollination of native wildflowers. *Basic and Applied Ecology*, 15(8), 701-711.
- Bonet, M. (2016). Biodiversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) de la flora acompañante en un cafetal con manejo rústico y ecológico de la región subcaribeña (México, Mesoamérica). *Disertación doctoral*. Universidad Complutense de Madrid.
- Branquart, E., & Hemptinne, J. (2000). Selectivity in the exploitation of floral resources by hoverflies (Diptera: Syrphinae). *Ecography*, 23(6), 732-742.
- Bronstein, J., Alarcón, R., & Geber, M. (2006). The evolution of plant–insect mutualisms. *New Phytologist*, 172(3), 412-428.
- Brosi, B., Shih, T., & Billadello, L. (2008). Polinización biótica y cambios en el uso de la tierra en paisajes dominados por humanos. *Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica*. Santo Domingo de Heredia, Costa Rica: Instituto Nacional de Biodiversidad-INBio, 105-135.
- Campbell, J., & Hanula, J. L. (2007). Efficiency of Malaise traps and colored pan traps for collecting flower visiting insects from three forested ecosystems. *Journal of Insect Conservation*, 11(4), 399-408.
- Campos, W., Pereira, D., & Schoereder, J. (2000). Comparison of the efficiency of flight-interception trap models for sampling Hymenoptera and other insects. *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil*, 29(3), 381-389.
- Cane, J., & Sipes, S. (2006). Characterizing floral specialization by bees: analytical methods and a revised lexicon for oligolecty. *Plant-pollinator interactions: from specialization to generalization*, 99-122.
- Cane, J., Minckley, R., & Kervin, L. (2000). Sampling bees (Hymenoptera: Apiformes) for pollinator community studies: pitfalls of pan-trapping. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 225-231.
- Carles, M. (2001). Datos taxonómicos y ecológicos de 304 especies de dípteros acañíferos (Diptera, Acalyptata). *Boletín de la SEA*, (28), 89-103.
- Carrascal, L., Palomino, D., & Lobo, J. (2002). Patrones de preferencias de hábitat y de distribución y abundancia invernal de aves en el centro de España. *Análisis y predicción del efecto de factores ecológicos*. *Animal Biodiversity and Conservation*, 25(1), 7-40.
- Chacón, G., & R. Ansaloni. (2003). Interacción suelo, vegetación y agua: el efecto de las plantaciones de pino en ecosistemas alto andinos del Azuay y Cañar. *Universidad – Verdad*. *Revista de la Universidad del Azuay*. N° 31-32.

- Chalcoff, V., Aizen, A., & Galetto, L. (2006). Nectar concentration and composition of 26 species from the temperate forest of South America. *Annals of Botany*, 97(3), 413-421. Doi: 10.1093/aob/mcj043
- Chamberlain, S., & Schlising, R. (2008). Role of honey bees (Hymenoptera: Apidae) in the pollination biology of a California native plant, *Triteleia laxa* (Asparagales: Themidaceae). *Environmental entomology*, 37(3), 808-816.
- Chittka, L., & Menzel, R. (1992). The evolutionary adaptation of flower colours and the insect pollinators' colour vision. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 171(2), 171-181.
- Clarke, L., & Jenerette, G. (2015). Biodiversity and direct ecosystem service regulation in the community gardens of Los Angeles, CA. *Landscape ecology*, 30(4), 637-653.
- Colley, M., & Luna, J. M. (2000). Relative attractiveness of potential beneficial insectary plants to aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Environmental Entomology*, 29(5), 1054-1059.
- Cornejo, C., Rojas, A., Aguilar, M., & Juárez, L. (2011). Abundancia estacional de los murciélagos herbívoros y disponibilidad de los recursos quiropterófilos en dos tipos de vegetación de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México. *Therya*, 2(2), 169-182.
- Corrales, J. (2017). Ciclo de vida del barrenador del ápice (Diptera: anthomyiidae) como plaga del chocho, en la provincia de Cotopaxi, periodo 2017.
- da Silva, F. (2015). Colour vision in pollinators: conclusions from two species beyond the *Apis mellifera* model (Doctoral dissertation, Universidad de Granada).
- Dafni, A., Lehrer, M., & Keyan, P. G. (1997). Spatial flower parameters and insect spatial vision. *Biological Reviews*, 72(2), 239-282.
- Devoto, M. (2006). Interacciones planta-polinizador a lo largo de un gradiente ambiental: una aproximación en escala de comunidad. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Devoto, M., Medan, D., & Montaldo, N. H. (2005). Patterns of interaction between plants and pollinators along an environmental gradient. *Oikos*, 109(3), 461-472.
- Devoto, M., Medan, D., ROIG-ALSINA, A. R. T. U. R. O., & Montaldo, N. H. (2009). Patterns of species turnover in plant-pollinator communities along a precipitation gradient in Patagonia (Argentina). *Austral Ecology*, 34(8), 848-857.
- Dicks, L., Corbet, S., & Pywell, R. (2002). Compartmentalization in plant-insect flower visitor webs. *Journal of Animal Ecology*, 71(1), 32-43.
- Droege, S. (2005). Tips on how to use bee bowls to collect bees. San Francisco State University. Various reports and Documents of Tests of Bee Bowl Monitoring Techniques.
- Ebeling, A., Klein, A., Schumacher, J., Weisser, W., & Tschardtke, T. (2008). How does plant richness affect pollinator richness and temporal stability of flower visits? *Oikos*, 117(12), 1808-1815.
- Espinosa, C. (2015). Plant-pollinator networks: incorporating individual variation and functional information. Doctoral dissertation, Universitat de les Illes Balears.
- Estrada, C., & Fernández, C. (1999). Diversidad de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en un gradiente sucesional del bosque nublado (Nariño, Colombia). *Revista de Biología Tropical*, 47(1-2), 189-201.

- FAO. (2008). Los polinizadores: su biodiversidad poco apreciada, pero importante para la alimentación y la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-be104s.pdf>
- Fernández, F. & Sharkey, M. (2006). Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical. Sociedad Colombiana de Entomología y Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D.C., 894pp.
- G.M.A.D. (2014). Cantón Nabón. Gobierno Municipal Autónomo Descentralizado de Nabón. Obtenido de: [http://www.nabon.gob.ec/sitio/images/pdf/PLAN\\_DESARROLLO\\_LOCAL.pdf](http://www.nabon.gob.ec/sitio/images/pdf/PLAN_DESARROLLO_LOCAL.pdf).
- Galetto, L., Aguilar, R., Musicante, M., Astegiano, J., Ferreras, A., Jausoro, M... & Eynard, C. (2007). Fragmentación de hábitat, riqueza de polinizadores, polinización y reproducción de plantas nativas en el Bosque Chaqueño de Córdoba, Argentina. *Ecología austral*, 17(1), 67-80.
- Geber, M., & Moeller, D. (2006). Pollinator responses to plant communities and implications for reproductive character evolution. *Ecology and evolution of flowers*, 102-119.
- Gómez, J., & Zamora, R. (1999). Generalization vs. specialization in the pollination system of *Hormathophylla spinosa* (Cruciferae). *Ecology*, 80(3), 796-805.
- González, V., Ospina, M., & Bennett, D. (2005). Abejas Altoandinas de Colombia: Guía de Campo. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander van Humboldt, Bogotá, D. c., Colombia, 80 p.
- Grajales, J., Meléndez, V., & Cruz, L. (2011). Aromas florales y su interacción con los insectos polinizadores. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82(4), 1356-1367
- Grundel, R., Frohnapple, K., Jean, R., & Pavlovic, N. (2011). Effectiveness of bowl trapping and netting for inventory of a bee community. *Environmental Entomology*, 40(2), 374-380.
- Hawkins, B., & Gagné, R. (1989). Determinants of assemblage size for the parasitoids of Cecidomyiidae (Diptera). *Oecologia*, 81(1), 75-88.
- Hawkins, B., Field, R., Cornell, H., Currie, D., Guégan, F., Kaufman, D... & Porter, E. (2003). Energy, water, and broad-scale geographic patterns of species richness. *Ecology*, 84(12), 3105-3117.
- Hegland, S., & Boeke, L. (2006). Relationships between the density and diversity of floral resources and flower visitor activity in a temperate grassland community. *Ecological Entomology*, 31(5), 532-538.
- Hegland, S., Nielsen, A., Lázaro, A., Bjerknes, A., & Totland, Ø. (2009). How does climate warming affect plant-pollinator interactions? *Ecology letters*, 12(2), 184-195.
- Heinrich, B. (1979). Resource heterogeneity and patterns of movement in foraging bumblebees. *Oecologia*, 40(3), 235-245.
- Herrera, C. (2005). Plant generalization on pollinators: species property or local phenomenon? Sevilla, España. *American Journal of Botany* 92(1): 13–20. 2005.
- Herrera, J. (1988). Pollination relationships in southern Spanish Mediterranean shrublands. *The Journal of Ecology*, 274-287.
- Herzog, S., Martínez, R., Jorgensen, P., & Tiessen, H. (2012). Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales. Inter-American institute for Global Change Research (IAI) and Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE). 348 pp.
- Hines, H., & Hendrix, S. (2005). Bumble bee (Hymenoptera: Apidae) diversity and abundance in tallgrass prairie patches: effects of local and landscape floral resources. *Environmental*

Entomology, 34(6), 1477-1484.

Hodkinson, I. (2005). Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews*, 80(3), 489-513.

Hole, D. G., Young, K. R., Seimon, A., Gomez, C., Hoffmann, D., Schutze, K., ... & Ramirez, E. (2011). Adaptive management for biodiversity conservation under climate change—A tropical Andean perspective. SK Herzog, R. Martínez, PM Jørgensen y H. Tiessen (comps.), *Climate Change and Biodiversity in the Tropical Andes*. São José dos Campos y París: Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente.

Huang, Z., & Giray, T. (2012). Factors affecting pollinators and pollination. *Psyche: A Journal of Entomology*.

Jermey, T. (1984). Evolution of insect/host plant relationships. *The American Naturalist*, 124(5), 609-630.

Kearns, C. (1992). Anthophilous fly distribution across an elevation gradient. *American Midland Naturalist*, 172-182.

Kearns, C., & Oliveras, D. (2009). Environmental factors affecting bee diversity in urban and remote grassland plots in Boulder, Colorado. *Journal of Insect Conservation*, 13(6), 655-665.

Keitt, T. (2009). Habitat conversion, extinction thresholds, and pollination services in agroecosystems. *Ecological applications*, 19(6), 1561-1573.

Kessler, A., & Baldwin, I. (2002). Plant responses to insect herbivory: the emerging molecular analysis. *Annual review of plant biology*, 53(1), 299-328.

Kudo, G., Ishii, H., Hirabayashi, Y., & Ida, T. (2007). A test of the effect of floral color change on pollination effectiveness using artificial inflorescences visited by bumblebees. *Oecologia*, 154(1), 119-128.

Landázuri, B., & Mogrovejo, G. (2016). Contribución de vectores diurnos y nocturnos a la polinización de *Oreocallis grandiflora*. Tesis de Biólogo. Universidad del Azuay. Cuenca, Ecuador.

Lázaro, A., Hegland, S., & Totland, Ø. (2008). The relationships between floral traits and specificity of pollination systems in three Scandinavian plant communities. *Oecologia*, 157(2), 249-257.

Lemus, L., & Ramírez, N. (2003). Polinización y polinizadores en la vegetación de la planicie costera de Paraguaná, Estado Falcón, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 54(2), 97-114.

Leong, J., & Thorp, R. W. (1999). Colour-coded sampling: the pan trap colour preferences of oligolectic and nonoligolectic bees associated with a vernal pool plant. *Ecological Entomology*, 24(3), 329-335.

Loayza, A., & Ríos, R. (1999). Características del néctar y visitas de insectos a flores de *Nicotiana glauca* L. (Solanaceae): ¿Asociadas a cambios de temperatura y humedad del ambiente?. *Ecología en Bolivia*, 33(51), 61.

Marshall, S. A. (2012). *Fliesthe natural history & diversity of Diptera* (No. 595.77 M3).

Martín, Q., Cabero, M., & De Paz Santana, Y. (2007). *Tratamiento estadístico de datos con SPSS*. Editorial Paraninfo.

Martínez, A., Martín, J. M., Fernández-Quintanilla, C., & Dorado, J. (2013). Provisioning floral

- resources to attract aphidophagous hoverflies (Diptera: Syrphidae) useful for pest management in central Spain. *Journal of economic entomology*, 106(6), 2327-2335.
- Martínez, J. J., Melgarejo, P., Hernández, F., Legua, P., & Martínez-Font, R. (2004). Estudio de la polinización en tres variedades de granado autóctonas del Sureste español.
- McCain, C. (2007). Could temperature and water availability drive elevational species richness patterns? A global case study for bats. *Global Ecology and biogeography*, 16(1), 1-13.
- McCall, C. & Primack, R. (1992). Influence of flower characteristics, weather, time of day, and season on insect visitation rates in three plant communities. *American Journal of Botany*, 434-442.
- McCune, B., Grace, J. B., & Urban, D. L. (2002). Data transformations. *Analysis of Ecological Communities*, 67-79.
- Memmott, J. (1999). The structure of a plant-pollinator food web. *Ecology letters*, 2(5), 276-280.
- Meyer, B., Jauker, F., & Steffan-Dewenter, I. (2009). Contrasting resource-dependent responses of hoverfly richness and density to landscape structure. *Basic and Applied Ecology*, 10(2), 178-186.
- Michener, C. (1979). Biogeography of the bees. *Annals of the Missouri botanical Garden*, 277-347.
- Minga, D., Ansaloni, R., Verdugo, A., & Ulloa, C. (2016). Flora del Páramo del Cajas, Azuay, Ecuador. Universidad del Azuay.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. (2000). Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz, Bolivia: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOS).
- Murillo, L., & Lezama, H. (2008). Materiales y técnicas para la confección y preservación de colecciones entomológicas. Costa Rica: Universidad de Costa Rica.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772), 853.
- New, T. (2004). Moths (Insecta: Lepidoptera) and conservation: background and perspective. *Journal of Insect Conservation*, 8(2), 79-94.
- Núñez, L., & Carreño, J. (2017). Polinización por abejas en *Syagrus orinocensis* (Arecaceae) en la Orinoquia colombiana. *Acta Biológica Colombiana*, 22(2), 221-233.
- Olalde, I., Cano, Z., Castellanos, I., & Balboa, C. (2015). Variación espacio-temporal en la densidad y diversidad de abejas en sitios de bosque tropical caducifolio sujetos a disturbio en el Ejido San José Tilapa, Pue. *Entomología Mexicana*, 2, 533-539.
- Olivares, B. O., Cortez, A., Rodríguez, M. F., Rey, J. C., & Lobo, D. (2016). Desarrollo del sistema de información de la red de pluviómetros alternativos en medios rurales. Caso estado Anzoátegui, Venezuela. *Acta universitaria*, 26(4), 44-55.
- Ollerton, J. (1999). La evolución de las relaciones polinizador-planta en los artrópodos. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 26, 741-758.
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011). How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, 120(3), 321-326.
- Pellmyr, O. (1992). Evolution of insect pollination and angiosperm diversification. *Trends in Ecology & Evolution*, 7(2), 46-49.

- Pellmyr, O., Tang, W., Groth, I., Bergström, G., & Thiens, L. B. (1991). Cycad cone and angiosperm floral volatiles: inferences for the evolution of insect pollination. *Biochemical Systematics and Ecology*, 19(8), 623-627.
- Peña, J. (2003). Insectos polinizadores de frutales tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 69* p. 6-20
- Potts, S., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G. & Willmer, P. (2003). Linking bees and flowers: how do floral communities structure pollinator communities? *Ecology*, 84(10), 2628-2642.
- Potts, S., Vulliamy, B., Roberts, S., O'Toole, C., Dafni, A., Ne'eman, G. & Willmer, P. (2005). Role of nesting resources in organising diverse bee communities in a Mediterranean landscape. *Ecological Entomology*, 30(1), 78-85.
- Potts, S., Vulliamy, B., Dafni, A., Ne'eman, G., O'toole, C., Roberts, S., & Willmer, P. (2003). Response of plant-pollinator communities to fire: changes in diversity, abundance and floral reward structure. *Oikos*, 101(1), 103-112.
- Price, P., Bouton, C., Gross, P., McPherson, B., Thompson, J., & Weis, A. (1980). Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual review of Ecology and Systematics*, 11(1), 41-65.
- Prieto, S. (2015). Síndromes de polinización en *Silene*. Evolución de las interacciones polinizador-depredador con *Hadena* (Doctoral dissertation, Universidad Rey Juan Carlos).
- Primack, R. (1978). Variability in New Zealand montane and alpine pollinator assemblages. *New Zealand journal of ecology*, 66-73.
- Pulgar, Í., Izco, J., & Jadán, O. (2010). Flora selecta de los pajonales de Loja, Ecuador. Ediciones Abya-Yala. Quito-Ecuador.
- Quintero, C. Morales, C. & Aizen, M. A. (2010). Effects of anthropogenic habitat disturbance on local pollinator diversity and species turnover across a precipitation gradient. *Biodiversity and Conservation*, 19(1), 257-274.
- Quinto, J. (2013). Diversidad, ecología y conservación de insectos saproxílicos (Coleoptera y Díptera: Syrphidae) en oquedades arbóreas del Parque Nacional de Cabañeros (España).
- Ramírez, L., Alanís, G., Ayala, R., Velazco, C. & Favela, S. (2014). Using pan traps and netting to collect native bees in Nuevo León state, Mexico. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)*, 30 (3), 508 – 538.
- Rodríguez, T., Andrade, M., Canul, J., Castillo, A., Martínez, E., & Guillén, D. (2015). Viabilidad de polen, receptividad del estigma y tipo de polinización en cinco especies *Echeveria* en condiciones de invernadero. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 6(1), 111-123
- Roulston, T., Smith, S., & Brewster, A. (2007). A comparison of pan trap and intensive net sampling techniques for documenting a bee (Hymenoptera: Apiformes) fauna. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 80(2), 179-181.
- Rull, V. (2011). Neotropical biodiversity: timing and potential drivers. *Trends in ecology & evolution*, 26(10), 508-513.
- Sáez, A., Sabatino, M., & Aizen, M. (2014). La diversidad floral del borde afecta la riqueza y abundancia de visitantes florales nativos en cultivos de girasol. *Ecología Austral*, 24(1), 94-102.
- Saunders, M., & Luck, G. (2013). Pan trap catches of pollinator insects vary with habitat. *Austral Entomology*, 52(2), 106-113.



- Schiestl, F., & Johnson, S. (2013). Pollinator-mediated evolution of floral signals. *Trends in Ecology & Evolution*, 28(5), 307-315.
- Scheper, J., Holzschuh, A., Kuussaari, M., Potts, S. G., Rundlöf, M., Smith, H. G., & Kleijn, D. (2013). Environmental factors driving the effectiveness of European agri-environmental measures in mitigating pollinator loss—a meta-analysis. *Ecology letters*, 16(7), 912-920.
- Seres, A., & Ramírez, N. (1995). Biología floral y polinización de algunas monocotiledóneas de un bosque nublado venezolano. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 61-81.
- Sierra, R. (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Silva, J., Montoya, Á., López, D., & Hurtado, F. (2010). Variación florística de especies arbóreas a escala local en un bosque de tierra firme en la Amazonia colombiana. *Acta Amazonica*, 40(1), 179-188.
- Sjödin, N., Bengtsson, J., & Ekbom, B. (2008). The influence of grazing intensity and landscape composition on the diversity and abundance of flower-visiting insects. *Journal of Applied Ecology*, 45(3), 763-772.
- Squeo, F., Cepeda, J., Olivares, N. & Arroyo, M. (2006). Geología de los Andes desérticos. Interacciones ecológicas en la alta montaña del Valle del Elqui. 69-103. Ediciones Universidad de La Serena. La Serena. Chile.
- Thompson, J. (1988). Evolutionary ecology of the relationship between oviposition preference and performance of offspring in phytophagous insects. *Entomologia experimentalis et applicata*, 47(1), 3-14.
- Toler, T., Evans, E., & Tepedino, V. (2005). Pan-trapping for bees (Hymenoptera: Apiformes) in Utah's West Desert: the importance of color diversity. *Pan Pacific Entomologist*, 81(3-4), 103-113.
- Toro, H., Chiappa, E., & Tobar, C. (2003). Biología de insectos. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso, Valparaíso, Chile.
- Torres, C., & Galetto, L. (2008). Importancia de los polinizadores en la reproducción de Asteraceae de Argentina Central. *Acta Botánica Venezuelica*, 31(2), 473-494.
- Torres, C., Cavieres, L., Muñoz, C., & Arroyo, K. (2007). Consecuencias de las variaciones microclimáticas sobre la visita de insectos polinizadores en dos especies de *Chaetanthera* (Asteraceae) en los Andes de Chile central. *Revista chilena de historia natural*, 80(4), 455-468.
- van Rijn, P. C., Kooijman, J., & Wäckers, F. L. (2013). The contribution of floral resources and honeydew to the performance of predatory hoverflies (Diptera: Syrphidae). *Biological Control*, 67(1), 32-38.
- Vicens, N., & Bosch, J. (2000). Weather-dependent pollinator activity in an apple orchard, with special reference to *Osmia cornuta* and *Apis mellifera* (Hymenoptera: Megachilidae and Apidae). *Environmental Entomology*, 29(3), 413-420.
- Viejo, J., & Gallego, C. (1997). Los Insectos Polinizadores: una aproximación antropocéntrica. *Boletín de la Sociedad Entomológica Aragonesa*, 20, 71-74.
- Vílchez, B., & Rocha, O. (2004). Fenología y biología reproductiva del nazareno (*Peltogyne purpurea* Pittier) en un bosque intervenido de la Península de Osa, Costa Rica, América Central. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 1(1), 47-60.

Walker, I. (2001). Midges: Chironomidae and related diptera. In tracking environmental change using lake sediments (pp. 43-66). Springer, Dordrecht.

Waser, N. (2006). Specialization and generalization in plant-pollinator interactions: a historical perspective. *Plant-pollinator interactions: From specialization to generalization*, 3-17.

Weberling, F. (2007). The problem of generalized flowers: morphological aspects. *Taxon*, 56(3), 707-716.

Weltzin, J., Loik, M., Schwinning, S., Williams, D., Fay, P., Haddad, M.... & Pockman, W. (2003). Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. *AIBS Bulletin*, 53(10), 941-952.

Williams, N., Crone, E., T'ai, H., Minckley, R., Packer, L. & Potts, S. (2010). Ecological and life-history traits predict bee species responses to environmental disturbances. *Biological Conservation*, 143(10), 2280-2291.

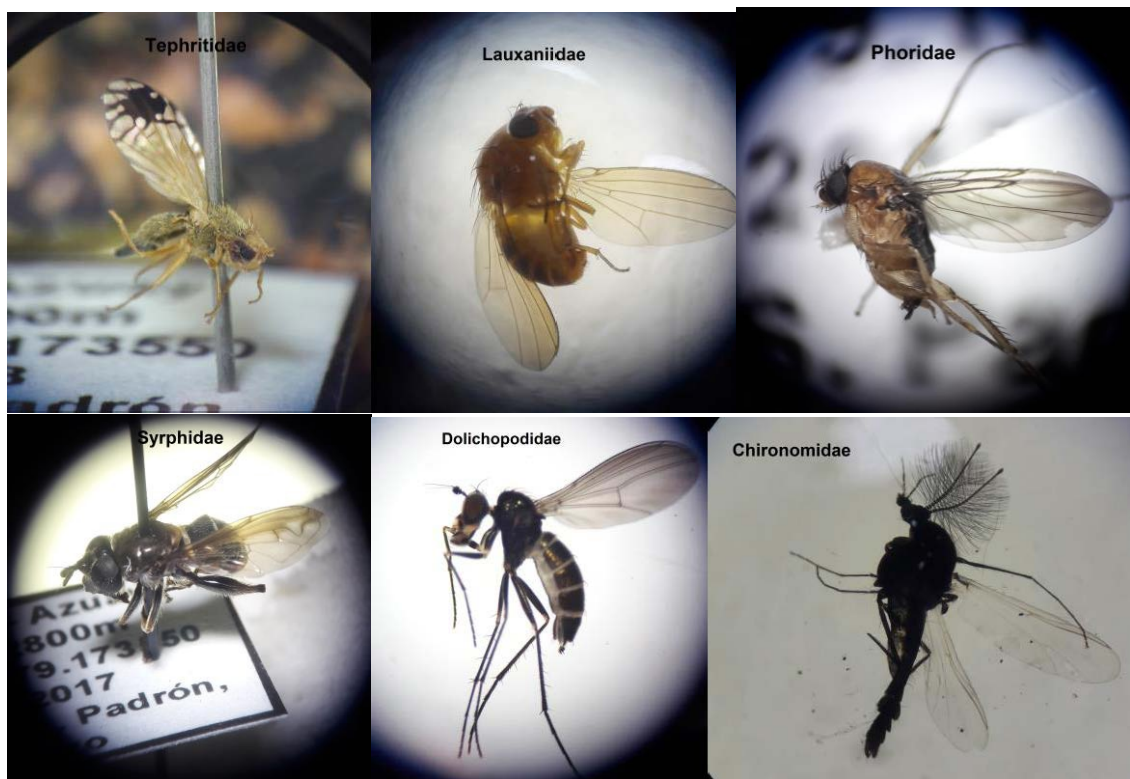
Willmer, P. G., & Corbet, S. A. (1981). Temporal and microclimatic partitioning of the floral resources of *Justicia aurea* amongst a concourse of pollen vectors and nectar robbers. *Oecologia*, 51(1), 67-78

## ANEXOS

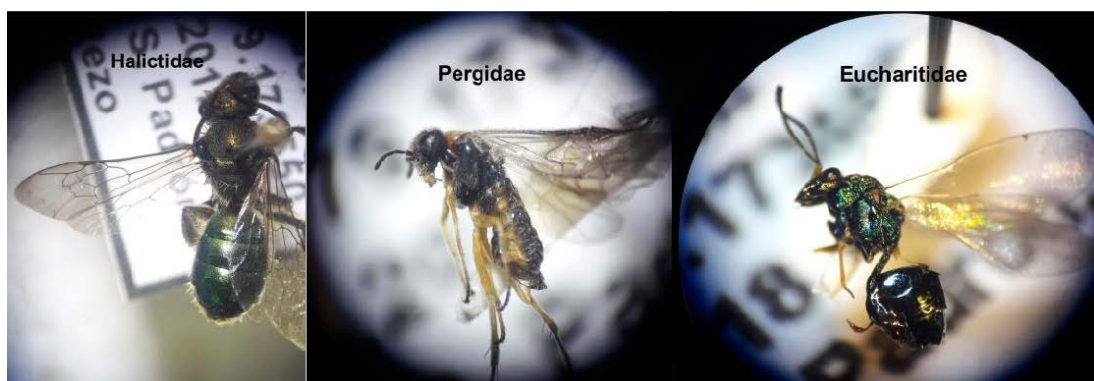
**Anexo 1.** Recursos denominados inflorescencias designadas como unidades de medida (flores)



**Anexo 2.** Familias registradas pertenecientes al del orden Diptera



**Anexo 3.** Familias registradas pertenecientes al orden Hymenoptera



**Anexo 4.** Tabla de la abundancia de individuos de acuerdo a cada familia del orden Diptera según el número de muestreo.

Familia/Muestreo	May.1	May.2	Jun.1	Jun.2	Jul.1	Jul.2	Ago.1	Ago.2	Sep.1	Sep.2	Oct.1	Oct.2	Nov.1	Nov.2	Dic.1	Dic.2	Ene.1	Ene.2	Feb.1	Feb.2
Acartophthalmidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	1	7	4	3	7	8	2	3	0
Agromyzidae	0	0	2	0	1	1	0	1	1	2	1	2	0	0	0	1	2	1	0	2
Anthomyiidae	15	2	36	6	4	15	6	1	12	0	2	0	4	8	6	7	1	3	1	4
Asilidae	1	3	1	0	1	0	0	2	2	3	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0
Asteiidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Bibionidae	0	3	37	13	26	18	28	2	22	21	2	3	0	1	0	1	0	0	0	0
Bombyllidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calliphoridae	5	3	0	1	1	0	2	0	1	0	2	1	0	1	2	5	0	1	2	4
Camillidae	2	0	0	1	0	2	1	1	2	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
Cecidomyiidae	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	5	8	12	5
Ceratopogonidae	0	3	3	0	7	2	1	1	3	3	2	1	0	4	0	1	2	3	5	2
Chironomidae	4	15	3	0	9	5	2	1	4	3	1	1	0	0	13	22	46	25	4	59
Chloropidae	4	3	6	6	4	7	2	1	2	1	2	2	2	1	0	3	5	1	1	0
Conopidae	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Culicidae	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Curtonotidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
Dolichopodidae	10	33	28	10	5	6	7	7	16	8	7	11	3	5	4	14	7	6	17	1
Drosophilidae	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Empididae	5	4	8	8	3	9	10	6	11	12	4	8	1	14	6	2	2	5	8	5
Ephydriidae	0	0	1	1	1	1	0	2	2	2	2	3	0	2	0	0	1	2	0	0
Fanniidae	44	9	33	14	7	27	12	1	17	5	7	8	39	5	5	22	22	1	11	1
Inbiomyiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Lauxaniidae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	5	0	0	8
Lonchaeidae	0	2	1	0	1	0	1	0	6	1	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Milichiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0
Muscidae	167	112	172	59	57	64	44	10	57	20	16	25	79	62	112	165	86	67	62	63
Mycetophilidae	3	3	1	2	2	1	2	0	1	0	0	0	1	2	3	0	1	1	0	0

Phoridae	80	39	70	22	23	69	30	20	38	24	28	23	30	20	25	80	28	23	36	33
Pipunculidae	0	0	0	0	3	0	0	3	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Platystomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Psychodidae	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	1
Rhinophoridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Sarcophagidae	40	16	29	21	12	17	14	15	28	13	6	21	26	28	88	89	59	77	83	63
Scathophagidae	0	0	0	0	7	5	0	1	0	1	1	0	2	0	2	3	1	0	0	0
Scatopsidae	0	1	0	0	2	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Sciaridae	10	11	15	9	7	27	13	21	10	9	0	1	3	1	1	3	5	5	5	9
Sciomyzidae	2	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	6	2	0	3	3	0	1	0
Somatiidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	0
Sphaeroceridae	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Stratiomyidae	0	1	0	2	3	0	1	3	1	4	4	3	0	0	0	0	0	0	2	2
Syrphidae	4	4	5	3	3	1	1	4	13	5	13	8	5	4	4	6	2	2	4	1
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0
Tachinidae	14	9	32	14	5	18	17	5	15	6	2	11	22	7	42	61	18	9	19	28
Tanyderidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tephritidae	0	0	1	0	0	1	1	1	2	0	0	1	2	0	1	0	1	0	1	0
Therevidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ulidiidae	3	1	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0

\*\*\* Fechas de muestreo: May.1=12/05/17; May.2=24/05/2017; Jun.1= 06/14/2017; Jun.2= 06/30/2017; Jul.1= 07/12/2017; Jul.2= 26/12/2017;  
Ago.1= 09/08/2017; Ago.2= 23/08/2017; Sep.1= 14/09/2017; Sep.2=26/09/2017; Oct. =09/10/2017; Oct.2=27/10/2017; Nov.1=14/11/2017  
Nov.2=28/11/2017; Dic.1=11/12/2017; Dic.2=22/12/2017; Ene.1=12/01/2018; Ene.2= 27/01/2018; Feb.1=09/02/2018; Feb.2=27/02/2018.

**Anexo 5.** Tabla de la abundancia de individuos de acuerdo a cada familia del orden Hymenoptera según el número de muestreo.

Familia/Muestreo	May.1	May.2	Jun.1	Jun.2	Jul.1	Jul.2	Ago.1	Ago.2	Sep.1	Sep.2	Oct.1	Oct.2	Nov.1	Nov.2	Dic.1	Dic.2	Ene.1	Ene.2	Feb.1	Feb.2
Apidae	1	4	11	21	10	1	13	6	10	13	6	10	7	10	11	9	8	4	18	7
Bethylidae	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	1	0	0	2	0	0	4	0	0
Braconidae	2	2	2	2	1	1	4	1	3	4	0	2	3	5	3	0	1	1	2	5
Chrysididae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Colletidae	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Crabronidae	0	0	0	1	1	1	0	6	0	0	3	1	0	1	1	0	0	4	0	0
Cynipidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Diapriidae	4	5	1	4	5	2	5	1	9	8	3	6	9	3	2	5	2	6	11	2
Dryinidae	0	1	0	0	3	0	0	1	2	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Encyrtidae	0	0	0	1	4	0	3	2	8	6	8	3	4	3	1	2	1	9	4	0
Eucharitidae	1	0	1	0	1	0	1	0	2	0	0	2	0	0	0	2	3	4	1	0
Eulophidae	0	2	1	1	6	2	4	4	10	1	5	7	6	5	18	5	1	7	8	1
Eupelmidae	0	0	0	0	2	0	1	1	2	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
Eurytomidae	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Evaniidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
Figitidae	0	1	2	0	2	0	1	0	2	0	1	0	1	1	0	0	0	1	0	0
Formicidae	3	4	0	1	1	0	0	0	2	2	2	8	2	0	0	1	0	0	0	0
Halictidae	1	16	2	40	41	0	13	82	18	74	9	20	8	16	16	6	17	30	13	2
Ichneumonidae	3	2	1	9	1	4	0	2	2	4	2	1	0	2	1	3	1	0	2	2
Liopteridae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Megachilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Mymaridae	0	0	0	1	3	0	4	3	4	3	3	4	2	2	2	5	1	6	2	2
Platygastridae	1	1	2	1	2	3	2	3	8	3	3	2	1	1	3	6	3	8	6	4
Pergidae	0	6	23	21	38	0	5	6	7	6	1	10	6	6	8	9	12	13	8	5
Pompilidae	2	2	1	5	1	1	0	8	5	12	11	6	4	7	4	2	6	9	9	0
Pteromalidae	0	0	0	1	0	0	1	2	3	1	2	1	0	0	1	1	0	3	0	0
Scelionidae	0	2	1	5	7	2	4	4	13	13	8	13	3	4	7	3	4	14	4	1

Sphecidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Tiphiidae	0	0	1	1	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Torymidae	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Trichogrammatidae	1	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	1	2	3	1	3	1	2	0	0

**Anexo 6.** Tabla de riqueza, abundancia y datos de factores bióticos y abióticos, según la fecha de muestreo correspondiente a cada mes.

Mes	Fecha	Riqueza	Individuos	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Precipitación (mm)	Recursos
Mayo	12/05/2017	30	435	11,43	94,77	70,65	4230
Mayo	24/05/2017	36	332	11,71	92,55	60,45	2836
Junio	14/06/2017	39	539	11,93	83,28	21,89	6395
Junio	30/06/2017	38	313	11,01	84,23	17,61	5865
Julio	12/07/2017	45	325	10,39	79,86	12,69	3777
Julio	26/07/2017	34	319	10,10	81,85	5,52	2931
Agosto	09/08/2017	42	259	10,83	78,10	9,25	3262
Agosto	23/08/2017	36	247	11,57	78,50	10,95	3002
Septiembre	14/09/2017	51	388	11,17	80,64	11,69	4041
Septiembre	26/09/2017	45	312	12,21	75,34	0,25	2532
Octubre	09/10/2017	37	174	11,33	75,56	30,85	2078
Octubre	27/10/2017	45	240	11,98	80,97	12,99	1875
Noviembre	14/11/2017	37	306	11,07	99,91	11,19	2799
Noviembre	28/11/2017	38	245	11,07	95,67	22,44	4698
Diciembre	11/12/2017	38	405	11,71	93,32	26,64	9160
Diciembre	22/12/2017	35	558	11,48	90,95	12,89	14085
Enero	12/01/2018	40	376	10,59	95,70	90,95	10411
Enero	27/01/2018	44	378	11,51	99,94	31,57	13711
Febrero	09/02/2018	46	382	12,35	81,03	37,44	10161
Febrero	27/02/2018	29	323	11,08	99,98	71,24	9117