



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA  
ECOLOGÍA

**ABUNDANCIA DE COLIBRÍES (TROCHILIDAE) Y SUS RECURSOS FLORALES EN  
EL MUNICIPIO DE CHAPA DE MOTA, ESTADO DE MÉXICO.**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA:

**CUAUHTÉMOC GUTIÉRREZ HERNÁNDEZ**

**TUTOR(A) PRINCIPAL DE TESIS: DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA**  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA, UNAM.

**COMITÉ TUTOR: DR. JORGE ERNESTO SCHONDUBE FRIEDEWOLD**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN ECOSISTEMAS Y SUSTENTABILIDAD, UNAM.  
**DRA. BLANCA ESTELA HERNÁNDEZ BAÑOS**  
FACULTAD DE CIENCIAS, UNAM.



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



OFICIO CPCB/390/2018

Asunto: Oficio de Jurado para Examen de Grado.

Lic. Ivonne Ramírez Wence  
Directora General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 28 de agosto de 2017, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** del alumno **GUTIERREZ HERNANDEZ CUAUHEMOC**, con número de cuenta **303082374**, con la tesis titulada "Abundancia de colibríes (Trochilidae) y sus recursos florales, en el municipio de Chapa de Mota, Estado de México", realizada bajo la dirección de la **DRA. MARIA DEL CORO ARIZMENDI ARIAGA**:

Presidente: DRA. MARIA FELIX RAMOS CRDONEZ  
Vocal: DR. ERICK ALEJANDRO GARCÍA TREJO  
Secretario: DRA. BLANCA ESTELA HERNÁNDEZ BAÑOS  
Suplente: DR. CARLOS ALBERTO LARA RODRÍGUEZ  
Suplente: DR. JORGE ERNESTO SCHONDUBE FRIEDEWOLD

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 2 de mayo de 2018.

  
DR. ADOLFO GERARDO NAVARRO SIGÜENZA  
COORDINADOR DEL PROGRAMA



c.c.p. Expediente del (la) interesado (a)

## **AGRADECIMIENTOS**

Al posgrado en Ciencia Biológicas, UNAM.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) no. de CVU: 480715/ no. de beca 280561.

Al proyecto PAPIIT- IN217511, IN216514 y IN216617 de la Universidad Nacional Autónoma de México, por el apoyo financiero para el trabajo de campo.

A mi tutora principal Dra. María de Coro Arizmendi Arriaga

A mi Comité Tutor: Dra. Blanca Estela Hernández Baños y Dr. Jorge Ernesto Schondube Friedewold.

## **AGRADECIMIENTOS PERSONALES**

A mi tutora Coro Arizmendi por todo su apoyo para concluir este trabajo.

A los miembros del jurado: Dra. María Félix Ramos Ordoñez, Dr. Erick Alejandro García Trejo y Dr. Carlos Alberto Lara Rodríguez, por sus valiosos comentarios para mejorar este trabajo.

Al C.E.I.E.P.A.S.P. (UNAM) Chapa de Mota, por permitirme hacer mi trabajo de campo, darnos alojamiento y brindarnos todas las atenciones durante nuestra estancia.

A Jaque, Wendy y Alondra, quienes son el motivo de mi felicidad.

A mi papá Alejandro Gutiérrez Sarabia por su apoyo incondicional y enseñarme desde pequeño el maravilloso mundo de la Biología.

A mi mamá Maribel † quién siempre me enseñó a amar, respetar y cuidar la naturaleza.

A mi hermana Alejandra y su bonita familia.

A mi familia paterna que siempre me han apoyado en todo: Tío Fermín, Abuelito Fidel y Abuelita Tina.

A mis compañeros del laboratorio que estuvieron ayudándome en campo: Ana, Gabriel, Javier, Víctor, Mari, Claudia, Wendy y Carlos.

A mis compañeros que me hicieron comentarios y sugerencias en el escrito: Gabriel Segoviano, Ana Contreras, Francisco Rivera y María Ramos.

A mis compañeros de la carrera: Richard, Gaby, Ro, Rubén y Sil.

<b>Abstract</b>	<b>1</b>
<b>Introducción</b>	<b>2</b>
<b>Hipótesis</b>	<b>5</b>
<b>Objetivos</b>	<b>5</b>
<b>Método</b>	<b>7</b>
Área de estudio	7
Composición específica y abundancia de colibríes	9
Composición específica y abundancia de los recursos florales	11
Relación colibríes y sus recursos florales	13
Influencia de las variables climáticas sobre la disponibilidad de recursos	13
<b>Resultados</b>	<b>14</b>
Composición específica y abundancia de colibríes	14
Composición y abundancia de flores	17
Relación entre la abundancia de flores y colibríes	20
Variables climáticas	24
Análisis de interacción basado en registros de polen	27
<b>Discusión</b>	<b>29</b>
<b>Conclusión</b>	<b>34</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>36</b>
<b>Anexo</b>	<b>42</b>

## Resumen

La composición y distribución espacio-temporal de los recursos alimenticios pueden ser entre otros factores los responsables de las variaciones de diversidad y abundancia de algunas especies de colibríes. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición específica y abundancia de colibríes y sus recursos florales en un bosque templado al norte de la ciudad de México, además, se analizó de qué manera la comunidad de colibríes utiliza los recursos florales en la zona. Se identificaron siete especies de colibríes: seis son residentes y una es migratoria durante el invierno, por otra parte 26 especies de plantas fueron visitadas por los colibríes, la mayoría pertenece a las familias Lamiaceae y Scrophulariaceae. Los resultados indican que existe una correlación positiva entre la abundancia de flores y colibríes, esta abundancia máxima de recursos florales ocurrió durante el verano, en donde tres especies alcanzaron sus niveles máximos de flores: *Salvia mexicana*, *Penstemon roseus* y *Bouvardia tenuiflora*, sin embargo, existen otras especies de plantas que utilizan los colibríes sin síndrome ornitófilo, principalmente cuando los recursos florales son escasos. Los colibríes tuvieron una preferencia de alimentación por dos especies de plantas: *Salvia mexicana* y *Agave salmiana*, estas especies junto con otras que tuvieron floraciones en distintas épocas del año, pudieran tener un papel fundamental en el mantenimiento de la comunidad de colibríes en los bosques del centro de México.

Palabras clave: Colibríes, Recursos florales, abundancia, bosques templados.

## Abstract

The composition and spatio-temporal distribution of food resources may be responsible, among other factors, of variations in diversity and abundance of some species of hummingbirds. Was determined the specific composition and abundance of hummingbirds and their floral resources in a temperate forest to the north of Mexico city, moreover, were analyzed how the hummingbird community used floral resources in the area. Seven species of hummingbirds were identified, six are resident and one is migratory during the winter, however, the floral resources are compounds of 26 species of plants, where the majority belong to the families Lamiaceae and Scrophulariaceae. It was found a positive correlation between the abundance of flowers and hummingbirds, this highest floral abundance was recorded during the summer, where three species reached their maximum flower levels: *Salvia mexicana*, *Penstemon roseus* and *Bouvardia tenuiflora*, nevertheless, the hummingbirds also use other plants without ornithophilic syndrome, mainly when floral resources are scarce. Hummingbirds presenting a feeding preference for two species of plants *Salvia mexicana* and *Agave salmiana*, these species and other that had flowering at different times of the year, could play a fundamental role in maintaining the community of hummingbirds in the forests of central Mexico.

Key words: Hummingbirds, Floral resources, abundance, temperate forests.

## Introducción

La disponibilidad recursos alimenticios afecta la estructura de las comunidades de aves (Hutto 1985). El tipo, la composición, así como la distribución temporal y espacial de los recursos alimenticios pueden ser, entre otros factores, los responsables de las variaciones de diversidad y abundancia de algunas especies de colibríes (Stiles 1995). Aunque estudiar la relación que existe entre los recursos alimenticios y las aves presenta ciertas dificultades, en el grupo de los colibríes esta relación es relativamente fácil de estudiar debido a que sus fuentes de alimentación son homogéneas y fáciles de cuantificar (Feinsinger & Colwell 1978).

Los colibríes presentan adaptaciones morfológicas, ecológicas y fisiológicas para la nectarivoría, lo que les permite polinizar una amplia gama de plantas (Stiles 1981; Brown & Bowers 1985; Temeles & Kress 2003; Gegear & Burns 2007), y a su vez promueve que estén restringidos a las áreas de floración de las plantas que utilizan como recurso alimenticio (Wolf *et al.* 1976).

La variación en la abundancia de colibríes y sus recursos florales ha sido relativamente bien estudiada. En ecosistemas tropicales se ha demostrado que la abundancia de flores varía a lo largo de un ciclo anual (Cotton 2007) y más aun entre diferentes años (Araújo *et al.* 2013), por ello se ha propuesto que dicha variación probablemente esté vinculada con factores medioambientales como el cambio en la precipitación a través de los años, provocando la disminución, el retraso en la floración e inclusive el aborto en la generación de flores de las plantas que se alimentan los colibríes (Stiles 1977). Se ha observado que cuando los recursos florales escasean, los colibríes residentes realizan movimientos hacia

zonas con mayor disponibilidad de flores (Lara 2006). Por otra parte, la ruta migratoria de algunas especies colibríes depende de la fenología en la floración de algunas plantas, sugiriéndose que los sitios de floración son eslabones críticos entre las zonas de reproducción e invernación de muchas especies, y su preservación debe considerarse un componente esencial en las estrategias destinadas a conservar las poblaciones de aves migratorias nectarívoras (Russell *et al.* 1994).

Algunos estudios han demostrado que a pesar de la gran riqueza de especies de plantas que se encuentran en los bosques templados y húmedos de nuestro país, ciertas especies de plantas suelen ser más importantes que otras para el mantenimiento de la comunidad de colibríes residentes y migratorios (Arizmendi & Ornelas 1990). Por ejemplo en los tropicales suelen ser más importantes las plantas de las familias Bromeliaceae, Gesneriaceae, Heliconiaceae, Ericaceae, Lobeliaceae, Onagraceae, y Rubiaceae (Stiles 1977; Cotton 2007; Araújo *et al.* 2013), mientras que en los bosques templados son principalmente las plantas de las familias Lamiaceae y Scrophulariaceae (Lara 2006; Rodríguez-Flores 2009).

El Estado de México a pesar de ser uno de los más poblados y con altas tasas de deforestación en el país, alberga una gran cantidad de diversidad biológica (Tovar & Ceballos 1998), además sus bosques templados circundantes a la Ciudad de México, compuestos por comunidades vegetales de encino, pino-encino, y pino, se localizan en el eje volcánico transversal donde funcionan como sitio de invernación y albergue para diversos grupos de aves (Gutiérrez 2011).

Las 57 especies de colibríes registradas en nuestro país (Arizmendi & Berlanga 2014) se habitan una gran variedad de ecosistemas; matorrales, desiertos, bosques tropicales y bosques templados entre otros (Schuchmann 1999). La variación espacio-temporal de los colibríes y sus recursos alimenticios en los bosques templados de nuestro país, es poco explorada, sin embargo algunos estudios que intentan explicar esta relación, entre los que destacan son: en la Sierra de Manantlán, Jalisco, dónde Arizmendi (2001), reporta 17 especies de colibríes asociadas a 21 especies de plantas, principalmente al género *Salvia*. Por otro lado en el Parque Nacional La Malinche, Tlaxcala, Lara (2006) y Lara *et al.* (2009) reportan ocho especies de colibríes y ocho especies de plantas las cuales muestran floraciones en diferente intensidad y en diferentes momentos del año, resaltando los picos de floración de *Penstemon roseus*, *Salvia elegans* y *Bouvardia ternifolia* como las especies más abundantes. Así mismo en el Parque Ecológico de la Ciudad de México Arizmendi *et al.* (2008) registraron 12 especies de colibríes y 11 especies de plantas de las cuales las más utilizadas fueron *Salvia elegans* y *Salvia fulgens*.

Para evaluar las fluctuaciones poblacionales de las aves polinizadoras existen diversas metodologías. Por ejemplo, los puntos de conteo se encuentran entre los más utilizados (Ralph *et al.* 1995), mientras que las trampas en bebederos de néctar (específicamente en el caso de los colibríes) son utilizadas con mayor frecuencia en Estados Unidos y Canadá (Wethington *et al.* 2005a). La utilización de estas dos técnicas puede complementarse y ofrecer datos valiosos por lo menos acerca de la riqueza y abundancia de las especies en la zona de estudio, tal como lo proponen Rappole y colaboradores (1998).

El presente trabajo se enfocó en determinar la composición específica y abundancia de colibríes y sus recursos florales en un bosque templado al norte de la Ciudad de México, además de analizar de qué manera la comunidad de colibríes en la zona utilizan los recursos florales. Adicionalmente se determinó si las técnicas de puntos de conteo y trampas en bebederos pueden complementarse para evaluar la riqueza y abundancia de colibríes presentes en la zona.

### **Hipótesis de trabajo**

1. La variación en la abundancia de las poblaciones de colibríes presentes en Chapa de Mota, estará determinada por la abundancia y distribución espacial de los recursos florales.

### **Objetivo general**

- Determinar la composición específica y abundancia, de colibríes y sus recursos florales en un bosque templado del municipio de Chapa de Mota, Estado de México.

### **Objetivos particulares**

- Determinar si existe una relación entre la abundancia de recursos y la abundancia de especies de colibríes.
- Determinar si la abundancia de recursos florales puede estar relacionada con alguna variable climática.

- Determinar si el monitoreo con trampas en bebederos y puntos de conteo proporcionan datos complementarios para evaluar riqueza y abundancia de colibríes.

## **Metodología**

### *Área de estudio*

La zona de estudio se localiza a 141 kilómetros al norte de la Ciudad de México, pertenece al municipio de Chapa de Mota, Estado de México y forma parte del Centro de Enseñanza e Investigación Agrosilvopastoril (CEIEPASP), de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM. El área comprende alrededor de 250 hectáreas (Figura 1), y se ubica en los paralelos 19°49'55.9" latitud norte y 99°31'8.4" longitud oeste, a una altitud que va de los 2650 a los 3000 msnm (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia 2018)

El clima es templado subhúmedo con una época seca (noviembre-abril) y una húmeda (mayo-octubre), presenta una temperatura media anual que oscila entre los 14 y 29 grados centígrados. La precipitación media anual varía de 1000 a 1200 mm. La vegetación está dominada por comunidades vegetales que presentan algún grado de alteración y crecimiento secundario como es el zacatonal y el matorral, además de un bosque de encino sometido a extracción para la elaboración de carbón (Gutiérrez 2011).

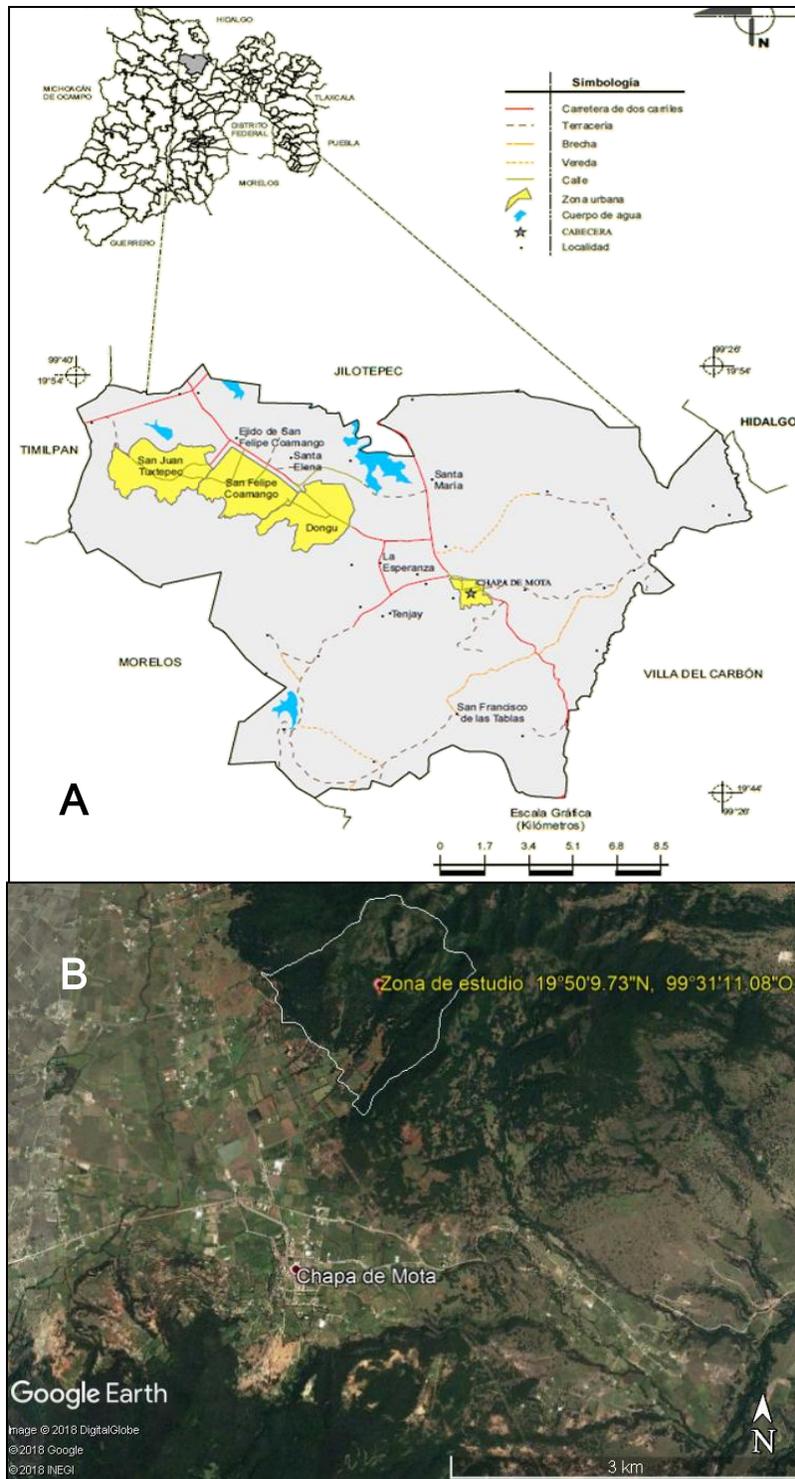


Figura 1. Ubicación del municipio de Chapa de Mota (A) y zona de estudio (B), mapas tomados de INEGI y Google Earth.

## Composición específica y abundancia de colibríes

*Puntos de conteo.* Se utilizaron 40 puntos de conteo distribuidos al azar, separados entre sí por al menos 250 m (Figura 2). En cada punto de conteo se registraron los colibríes por 10 minutos, considerando la especie, edad y sexo (siempre y cuando fue posible) y la distancia de observación, utilizando radio de 30 metros. También se registró la actividad que se encontraban realizando (alimentando, perchando, peleando, etc.), en el caso que forrajeara néctar se anotó la planta visitada. Los censos se llevaron a cabo un día al mes, de febrero del 2013 a enero del 2014, comenzando con las observaciones a las 7:00 a.m. y concluyendo aproximadamente a las 12:00 a.m.

Para calcular la abundancia relativa de especies de colibríes, se dividió el número de individuos por especie entre el número de individuos totales registrados por mes.

Por otra parte, para complementar los resultados y observar si efectivamente hubo un aumento ó disminución de aves por unidad de área, se calculó la densidad de colibríes mediante el software gratuito Distance 6.0, tomando en cuenta los valores del estimador, seleccionando entre varios posibles al que más se apegó a los criterios de Aikaike y al estatus de verosimilitud (Thomas *et al.* 2010).

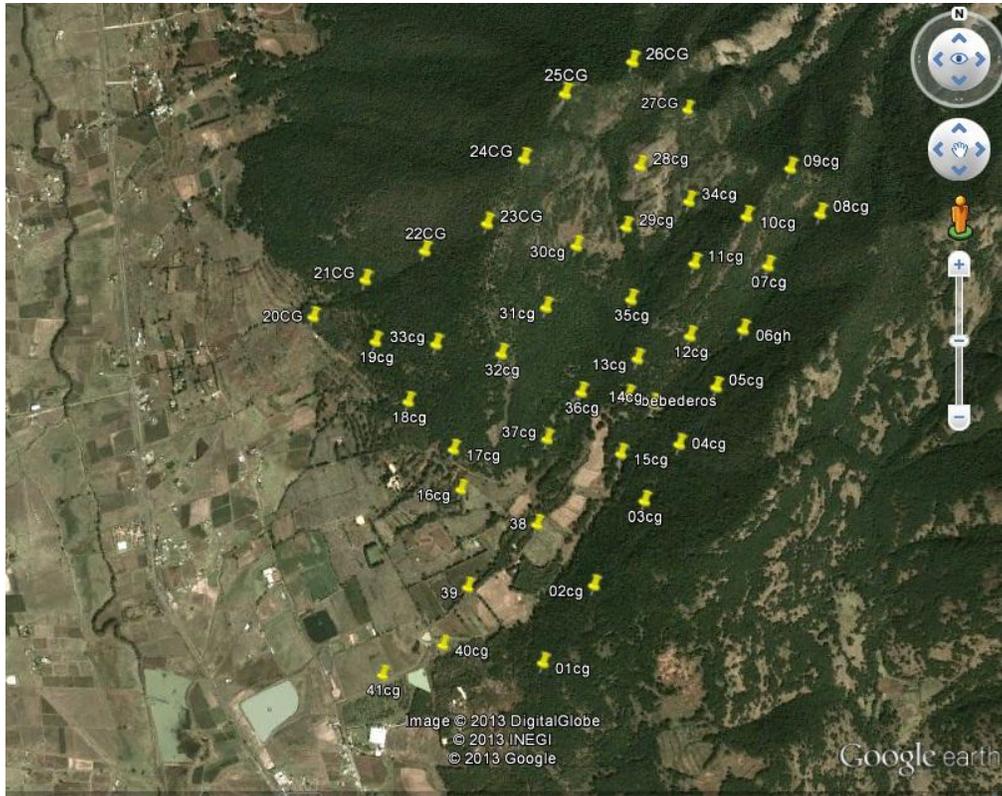


Fig. 2 Puntos de conteo (tomada de Google earth).

*Captura de colibríes.* Se utilizó el protocolo de la *Red de Monitoreo de Colibríes*, el cual consistió en colocar cinco bebederos permanentes durante un año, a 250 metros de distancia del punto de conteo 14 (Figura 2), estos fueron llenados con una solución de néctar, realizada con 3 partes de agua por una de azúcar, El remplazo de la solución y limpieza de los bebederos se realizó cada semana durante un año de estudio, comenzando en febrero del 2013 y finalizando en enero del 2014.

La captura de colibríes se llevó a cabo una vez al mes durante un año, para ello se retiraban los bebederos y se empleaban dos trampas Hall con bebedero (Russell & Russell 2001), las cuales estuvieron activadas las cinco primeras horas después del amanecer, sumando un

total de 60 horas a lo largo del estudio. Por cuestiones del cambio del cambio de horario en verano, la apertura de las trampas de abril a octubre fue a las 7:30 a.m., los meses restantes la apertura de las trampas fue a las 7:00 a.m.

De los colibríes capturados se tomaron los siguientes datos: hora de captura, especie, sexo, y algunos datos adicionales como medidas corporales convencionales (tamaño de: cola, ala, pico y el peso). Los organismos capturados fueron anillados con marcas metálicas numeradas permanentes (serie MX Proyecto Hummingbird Monitoring Network). Adicionalmente, para cada ave se tomó una muestra de la carga de polen del pico y cabeza, usando gelatina teñida con Fuchsin básica (Beattie 1971), más adelante se explicará para que fue utilizada cada una de las muestras.

#### Composición específica y abundancia de los recursos florales

Para conocer la composición de recursos florales, en cada uno de los puntos de conteo, mensualmente se colectaron los ejemplares de aquellas especies de plantas que presentaron síndrome ornitófilo (corola tubular, colores llamativos y presencia de néctar) y también aquellas sin el síndrome pero que se observó fueron visitadas por colibríes. Los ejemplares fueron procesados de acuerdo al protocolo de herborización y colecta de Frank & Perkins (2004). Posteriormente todas las muestras fueron llevadas al laboratorio de Ecología de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala para su identificación, esta se realizó con ayuda del Herbario Virtual (CONABIO 2016) y dos especialistas en vegetación fanerógama, el Dr. Oswaldo Téllez Valdez (laboratorio de recursos naturales UBIPRO, FES-Iztacala,

UNAM) y la Dra. Martha Juana Martínez Gordillo (departamento de biología comparada, Facultad de Ciencias, UNAM).

Para conocer la abundancia de los recursos florales en el área de estudio, se contabilizaron mensualmente y el mismo día que se realizaron los censos de aves, todas las flores abiertas categorizadas por especie, en un radio de 30 metros al centro de cada uno de los 40 puntos de conteo (11.3 hectáreas en total), con la finalidad de obtener una estimación de la cantidad de flores disponibles por mes.

#### Uso de los recursos florales

Se construyeron dos matrices de interacción colibrí-planta: la primera estuvo basada en las observaciones que fueron registradas durante los censos visuales, para saber si los colibríes tuvieron preferencia por alguna especie de planta en particular se aplicó una prueba de  $X^2$ .

La segunda matriz se construyó con las muestras de polen obtenidas de las aves y las plantas de la zona de la siguiente manera. Durante los censos visuales se tomó una muestra de polen para cada especie de planta registrada, para ello se utilizó gelatina teñida con Fuchsin básica (Beattie 1971), esto con la finalidad de elaborar un catálogo de referencia de micrografías de polen.

Por otra parte el polen obtenido de las aves se comparó con el catálogo de referencia y se identificaron qué tipo de especies de plantas son utilizadas por algunas especies de colibríes. La identificación de las muestras de polen de colibríes y plantas fue realizada con

ayuda de un microscopio óptico marca Motic modelo DMW-B1-223 ASC y el software Motic Images Plus 2.0, en el laboratorio de microscopia FES-Iztacala, UNAM.

Una vez identificados los granos de polen encontrados en las aves, se elaboró una matriz de interacción, donde se calculó la proporción de la presencia de polen para cada especie de colibríes, para ello se utilizó el número de colibríes de la especie  $N$  que tuvieron polen de una especie de planta  $N$ , dividido entre el número de colibríes totales de la especie  $N$ . Esto representa la prueba de la alimentación de ciertas especies de plantas, así como una medida de la frecuencia del polen dentro cada especie de colibríes.

#### Relación colibríes y flores

Para evaluar la relación entre la abundancia de colibríes y flores, se realizó un análisis de correlación de Spearman, tomando como variables aleatorias continuas el número total de colibríes y flores registradas en cada punto de conteo, durante todo el año de muestreo.

#### Influencia del clima sobre la abundancia de flores

Para conocer si la temperatura y la precipitación tuvo influencia con la floración de algunas especies de plantas, se tomó en cuenta los datos del promedio mensual de precipitación y temperatura, estos datos corresponden a la estación meteorológica Danxho ubicada aproximadamente a 1.5 kilómetros de la zona de estudio y fueron proporcionados por el Servicio Meteorológico Nacional. Se correlacionaron las variables temperatura y precipitación sobre la abundancia de flores registradas a lo largo del estudio, con la

finalidad de analizar si alguna variable climática podría tener relación con la fenología de floración en Chapa de Mota.

## RESULTADOS

### Composición y abundancia de de colibríes

De los 12 muestreos correspondientes a los meses de Febrero 2013 a Enero 2014, en los puntos de conteo se registraron siete especies de colibríes, de las cuales cuatro se reportan como residentes *Hylocharis leucotis*, *Eugenes fulgens*, *Lampornis clemenciae* y *Cyananthus latirostris*, uno como migratorio altitudinal *Colibrí thalassinus*, un visitante de invierno *Archilochus colubris*, además de *Selasphorus platycercus* que ha sido considerado como una especie que tiene poblaciones migratorias y una residente en el país (Howell 1995). Por otra parte, con las trampas de bebedero (Figura 3) se registraron únicamente tres especies de colibríes: *Hylocharis leucotis*, *Lampornis clemenciae* y *Eugenes fulgens*, siendo esta última la especie con mayor número de individuos capturados (Figura 4). Se capturaron a lo largo del muestreo con bebederos un total de 72 individuos de los cuales cuatro fueron recapturas de la especie *Eugenes fulgens*.

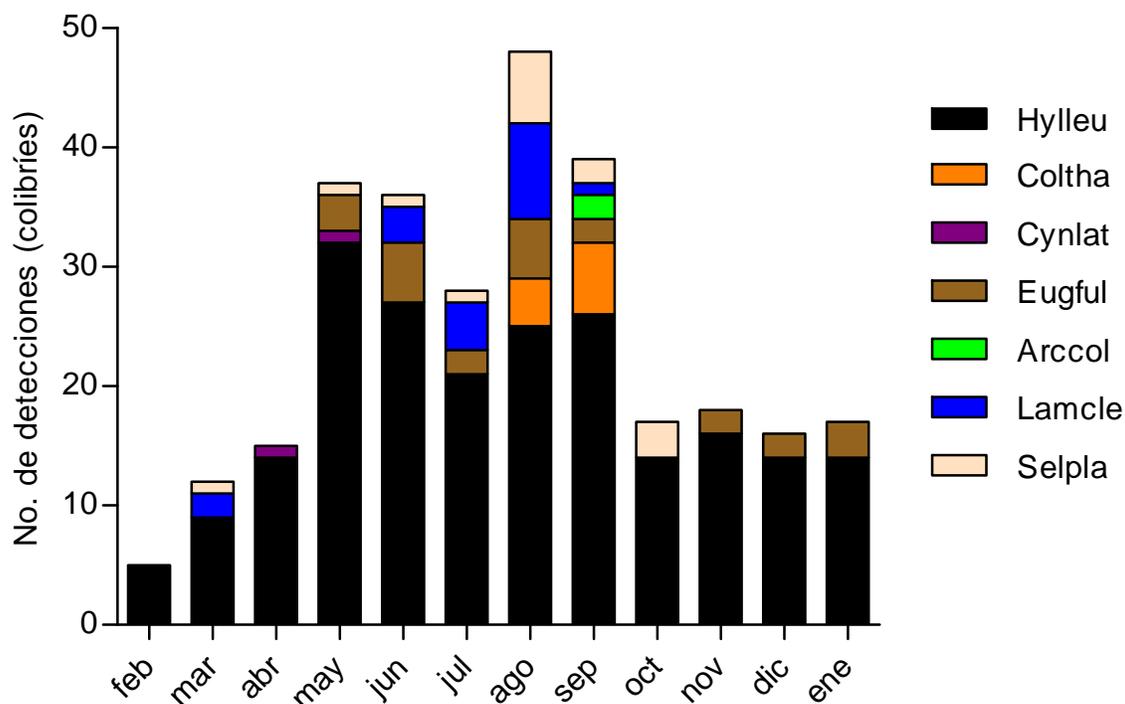


Figura 3. Número de detecciones totales en los 40 puntos de conteo (Hylleu: *Hylocharis leucotis*, Eugful: *Eugenes fulgens*, Lamcle: *Lampornis clemenciae*, Coltha: *Colibrí thalassinus*, Arccol: *Archilochus colubris*, Selpla: *Selasphorus platycercus*, Cynlat: *Cyanthus latirostris*)

La composición de especies de colibríes tuvo una variación temporal en la zona, la mayor parte de las especies a excepción de *Cyanthus latirostris* se registraron en la época lluviosa. El colibrí más abundante y con mayor número de detecciones durante todo el año fue *Hylocharis leucotis*, seguido por *Eugenes fulgens* y *Selasphorus platycercus* los cuales también fueron registrados en la mayor parte del año exceptuando el mes de febrero, los colibríes que realizan migraciones latitudinales y altitudinales (*Archilochus colubris* y *Colibrí thalassinus*), fueron registrados solamente en los meses de agosto y septiembre (Figura 3).

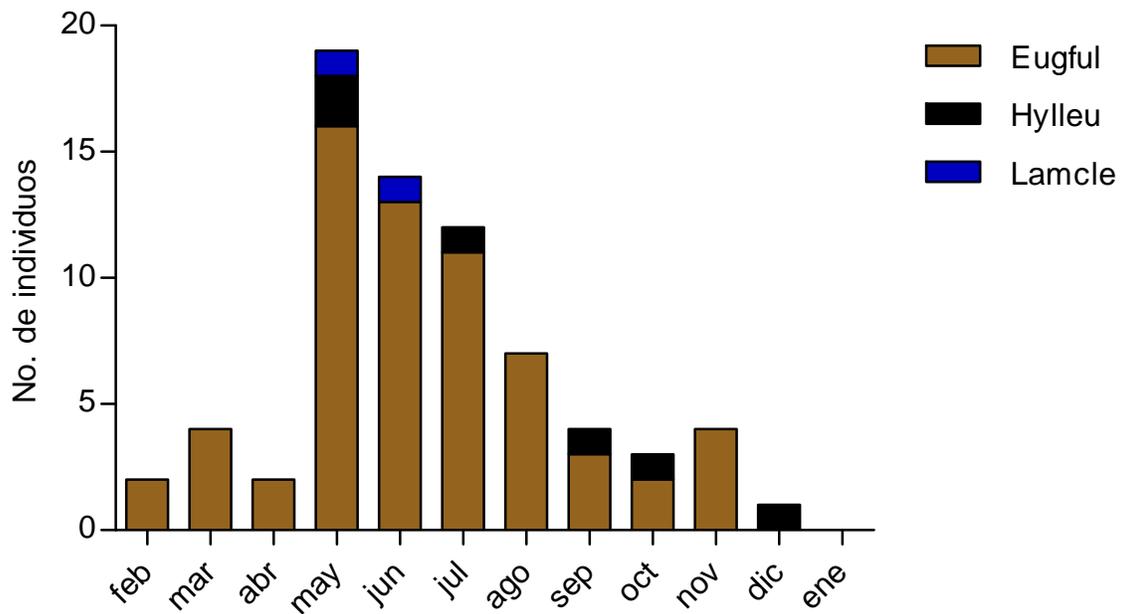


Figura 4. Individuos capturados en trampas con bebederos por mes (Hylleu: *Hylocharis leucotis*, Eugful: *Eugenes fulgens*, Lamcle: *Lampornis clemenciae*).

Al calcular la abundancia relativa de las aves que fueron registradas durante el estudio, se encontró que *Hylocharis leucotis* y *Eugenes fulgens* son las especies más abundantes y frecuentes, por otra parte las especies con menor abundancia fueron *Archilocus colubris* y *Cyananthus latirostris*, así mismo fueron especies poco frecuentes ya que fueron registradas sólo en un muestreo (Tabla 1).

Tabla 1. Abundancia relativa y frecuencia de especies de colibríes durante el periodo febrero 2013 a enero 2014 (Hylleu: *Hylocharis leucotis*, Eugful: *Eugenes fulgens*, Lamcle: *Lampornis clemenciae*, Coltha: *Colibrí thalassinus*, Arccol: *Archilochus colubris*, Selpla: *Selasphorus platycercus*, Cynlat: *Cyananthus latirostris*)

	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	Abundancia relativa	Frecuencia
Hylleu	5	9	14	32	27	21	25	26	14	16	14	14	0.753	12
Coltha							4	6					0.034	2
Cynlat			1	1									0.006	2
Eugful				3	5	2	5	2		2	2	3	0.083	8
Arccol								2					0.006	1
Lamcle		2			3	4	8	1					0.062	5
Selpla		1		1	1	1	6	2	3				0.052	7

Por otra parte hubo fluctuaciones en las densidades de colibríes, se observó que aumentó a medida que llega la estación de la primavera, oscilando entre 16 a 18 individuos por hectárea, y posteriormente y disminuye para los meses de invierno, dónde el número de colibríes se redujo hasta llegar a tres ó cuatro individuos por hectárea (Figura 5).

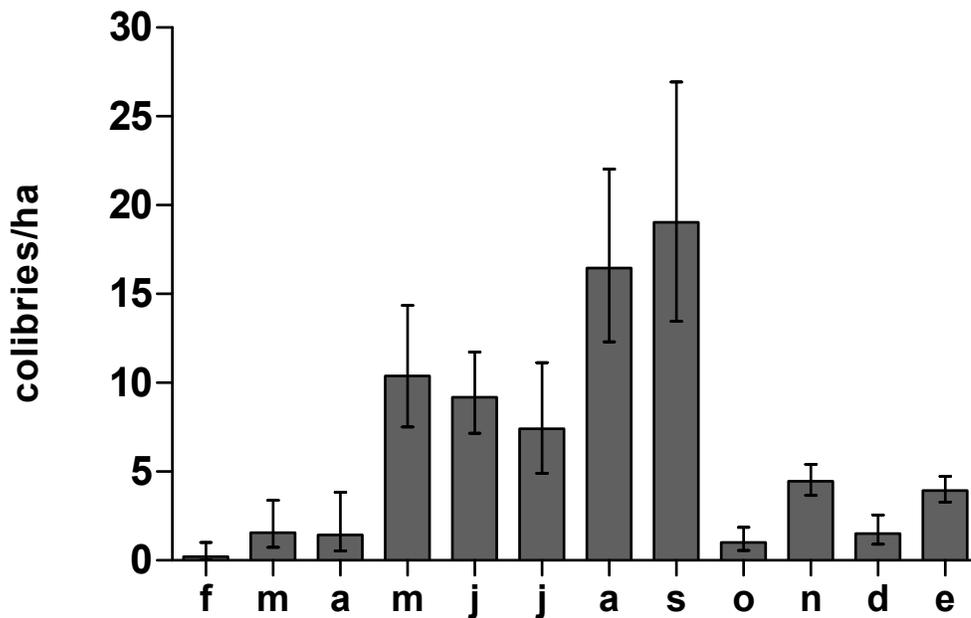


Figura 5. Densidad de colibríes.

## Composición y abundancia de los recursos florales

Se registró un total de 26 especies de plantas utilizadas como recurso por los colibríes, aunque la mayoría presenta síndrome ornitófilo existen otras plantas de la familia Rosaceae y Fabaceae sin dicho síndrome floral que también fueron utilizadas por estas aves (Tabla 2). El 38% de las especies de plantas encontradas presentan corolas de color rojo, el 23% con color amarillo y finalmente el 15% con corolas azules. La familia Lamiaceae es la mejor representada con un total de siete especies seguida por la familia Scrophulariaceae con cinco especies respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Lista de plantas utilizadas por colibríes durante el periodo febrero 2013 a enero 2014.

Especie	Familia	Tipo de crecimiento	Forma de flor	Color de flor	Síndrome floral	Mes de floración
<i>Salvia elegans</i>	Lamiaceae	Arbustiva	Tubular	Roja	Ornitófilo	Todo el año
<i>Salvia mexicana</i>	Lamiaceae	Arbustiva	Tubular	Azul	Ornitófilo	Ago-Oct
<i>Salvia patens</i>	Lamiaceae	Arbustiva	Tubular	Azul	Ornitófilo	Jun-Sep
<i>Salvia microphylla</i>	Lamiaceae	Arbustiva	Tubular	Roja	Ornitófilo	Jul-Ago
<i>Salvia reptans</i>	Lamiaceae	Hierba	Tubular	Azul	Ornitófilo	Jun-Sep
<i>Stachys coccinea</i>	Lamiaceae	Hierba	Tubular	Roja	Ornitófilo	Jul-Oct
<i>Ocimumsp.</i>	Lamiaceae	Hierba	Tubular	Azul	Psicófilo	Jun-Ago
<i>Lamouruxia multifida</i>	Scrophulariaceae	Hierba	Tubular	Roja	Ornitófilo	Agosto
<i>Lamourouxia rhinanthifolia</i>	Scrophulariaceae	Hierba	Tubular	Roja	Ornitófilo	Julio
<i>Penstemonroseus</i>	Plantaginaceae	Hierba	Tubular	Roja	Ornitófilo	Jul-Sep
<i>Castilleja tenuiflora</i>	Scrophulariaceae	Hierba	Tubular	Roja	Ornitófilo	Jun-Nov
<i>Castilleja arvensis</i>	Scrophulariaceae	Arvense	Tubular	Roja	Ornitófilo	Feb-Mar
<i>Arbutus sp.</i>	Ericaceae	Arbórea	Globosa	Blanca	Mielitófilo	Dic-Abr
<i>Cestrum trysoideum</i>	Solanaceae	Arbustiva	Tubular	Amarilla	Ornitófilo	Oct-Mar
<i>Cirsium sp.</i>	Asteraceae	Hierba	Compuesta	Rosa	Mielitófilo	Oct-Abr
<i>Opuntia sp.</i>	Cactacea	Arbustiva	Tubular	Amarilla	Ornitófilo	Feb-Jul
<i>Loeselia mexicana</i>	Polemoniaceae	Arbustiva	Tubular	Roja	Ornitófilo	Sep-Feb
<i>Tillandsia sp.</i>	Bromeliaceae	Epífita	Tubular	Roja	Ornitófilo	Mar-Abr
<i>Cratogeomys pubescens</i>	Rosaceae	Arbórea	Globosa	Blanca	Mielitófilo	Ene-Mar
<i>Macromeria longiflora</i>	Boraginaceae	Hierba	Tubular	Amarilla	Ornitófilo	Abr-Ago
<i>Bouvardia ternifolia</i>	Rubiaceae	Arbusto	Tubular	Roja	Ornitófilo	Abr-Sep
<i>Agave salmiana</i>	Asparagaceae	Arbusto	Tubular	Amarilla	Quiropterófilo	Abr-Jun
<i>Erythrina leptorrhiza</i>	Fabaceae	Hierba	Tubular	Naranja	Ornitófilo	May-Jun
<i>Phaseolus coccineus</i>	Fabaceae	Enredadera	Campana	Roja	Ornitófilo	May-Oct
<i>Cologania sp.</i>	Fabaceae	Enredadera	Tubular	Morada	Psicófilo	Jun
<i>Polianthes geminiflora</i>	Agavaceae	Hierba	Tubular	Naranja	Ornitófilo	Agosto

Durante todo el muestreo 26 especies en floración fueron visitadas por colibríes. La estimación de las flores producidas por especie por mes se muestra en la Tabla 4. La producción de flores tuvo variaciones a lo largo del estudio, hubo dos periodos de floración

intensos. El primero corresponde al comienzo de la primavera y verano con un total de 1,600-15,000 flores por mes y 17 especies de plantas en floración. El segundo pico de floración ocurrió durante el otoño y finales del invierno, con un total que osciló entre las 1400-8000 flores y nueve especies de plantas en floración. Las especies *Salvia mexicana*, *Penstemon roseus*, *Bouvardia ternifolia* y *Phaseolus coccineus* fueron las que produjeron una mayor cantidad de flores, siendo esta última la especie con mayor número de flores registradas durante todo el estudio (15,000 flores). En el periodo de floración de invierno, las especies con mayor abundancia de flores fueron *Loeselia mexicana*, *Arbutus sp.* y *Cirsium vulgare* (Figura 6).

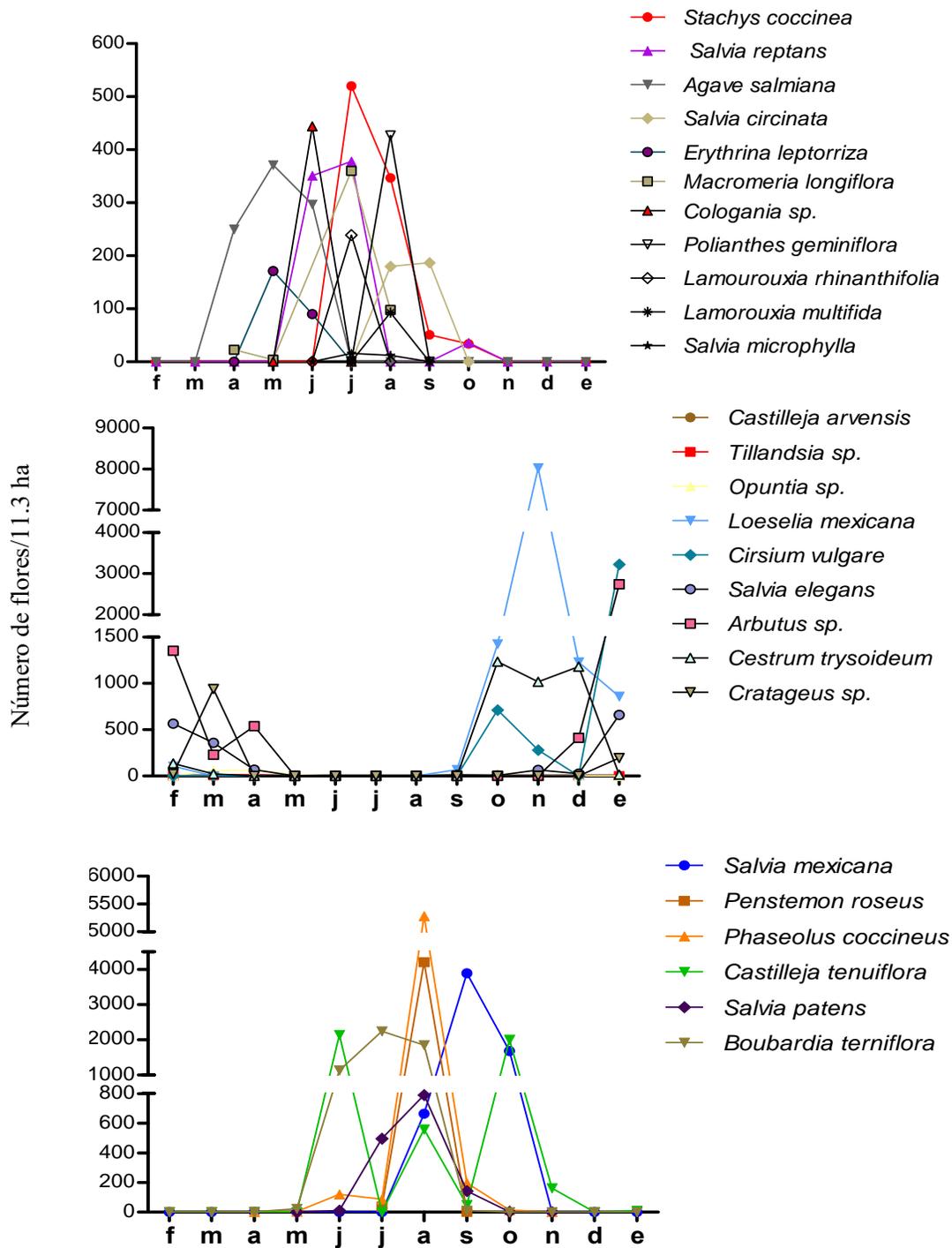


Figura 6. Abundancia de flores producidas por diferentes especies de plantas a lo largo un ciclo anual (febrero 2013- enero 2014).

Existe una gran variedad de interacciones entre la comunidad de colibríes y la comunidad de plantas que ellos visitan (Tabla 3). Por ejemplo, hubo especies de plantas que fueron visitadas por una sola especie de colibrí (e.g. *Salvia elegans*, *Cirsium vulgare*, *Macromeria longiflora*) y especies de plantas que fueron visitadas por al menos cuatro especies de colibríes que se encuentran en la zona (e.g. *Salvia mexicana*, *Penstemon roseus*, *Bouvardia ternifolia* y *Phaseolus coccineus*). Por otra parte existen colibríes que aprovechan una gran cantidad de especies de plantas sin importar las características fenotípicas de la flor, es decir si tiene o no síndrome ornitófilo. *Hylocharis leucotis* se encuentra caracterizado por ser una especie generalista en los bosques templados (Lara 2006; Arizmendi 2001) y esto se pudo corroborar en el estudio al alimentarse, de 13 especies de plantas, seguido por *Eugenes fulgens* y *Selasphorus platycercus* quienes también utilizan una gran cantidad de plantas. En contraste, hubo dos especies de colibríes que se alimentaron de una sola especie de planta *Cynanthus latirostris* de *Agave salmiana* y *Archilocus colubris* de *Salvia mexicana*.

Tabla 3. Número total de visitas registradas en los puntos durante febrero 2013 y enero 2014.

Especies de plantas	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Colibrí thalassinus</i>	<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Archilocus colubris</i>
<i>Salvia elegans</i>	7						
<i>Salvia mexicana</i>	5	2	2			3	2
<i>Salvia patens</i>		1			1		
<i>Agave salmiana</i>	4	2		1	3	2	
<i>Macromeria longiflora</i>	2						
<i>Bouvardia ternifolia</i>	3					1	
<i>Castilleja tenuiflora</i>	2						
<i>Stachys coccínea</i>	1				2	1	
<i>Loeselia mexicana</i>	13	2				1	
<i>Pasheolus coccineus</i>	9	2	2			1	
<i>Cestrum tirspsydeum</i>	1						
<i>Opuntia sp.</i>		1			2	1	
<i>Cirsium vulgare</i>		1					
<i>Penstemon roseus</i>	1		1		1	1	

<i>Arbutus sp.</i>	2
<i>Cratageus sp.</i>	1

La cantidad de flores disponibles fue variable a lo largo de todo el año (Tabla 4), y hubo especies de plantas con floraciones abundantes durante cada mes (*Phaseolus coccineus*, *Bouvardia ternifolia*, *Loeselia mexicana* y *Salvia mexicana*) y especies que tuvieron periodos de floración muy cortos (*Lamorouxia rhinanthifolia* y *Lamorouxia multifida*). Por otra parte el mes dónde se registró un mayor número de flores fue Agosto y el mes con pocas especies de plantas en floración fue mayo.

Tabla 4. Número de flores totales por especie registradas mensualmente de febrero 2013 a enero 2014.

	<i>Pollanthes geminiflora</i>	<i>Lamorouxia rhinanthifolia</i>	<i>Lamorouxia multifida</i>	<i>Salvia circinata</i>	<i>Salvia mexicana</i>	<i>Salvia microphylla</i>	<i>Stachys coccinea</i>	<i>Pentstemon roseus</i>	<i>Salvia reptans</i>	<i>Cologetia sp.</i>	<i>Castilleja tenuiflora</i>	<i>Ocimum sp.</i>	<i>Salvia patens</i>	<i>Phaseolus coccineus</i>	<i>Erythrina leptorriza</i>	<i>Agave sabiana</i>	<i>Bouvardia terniflora</i>	<i>Cratageus sp.</i>	<i>Macromeria longiflora</i>	<i>Castilleja arvensis</i>	<i>Tillandsia sp.</i>	<i>Opuntia sp.</i>	<i>Loeselia mexicana</i>	<i>Cirsium vulgare</i>	<i>Salvia elegans</i>	<i>Arbutus sp.</i>	<i>Cestrum trypoidaeum</i>	Total
FEBRERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	107	5	565	1353	135	2170	
MARZO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	940	0	1	7	58	2	6	358	230	22	1624	
ABRIL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	250	2	0	23	0	16	67	2	2	69	540	0	971	
MAYO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	171	371	24	0	4	0	0	18	0	0	0	0	592	
JUNIO	0	0	0	0	0	0	0	351	444	2140	24	12	120	90	297	1138	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4617	
JULIO	0	239	0	0	0	16	520	37	378	0	0	0	496	87	0	0	2242	0	360	0	0	2	0	0	0	0	4377	
AGOSTO	427	0	93	180	664	12	347	4204	0	0	558	0	790	15286	0	0	1849	0	98	0	0	0	0	0	0	0	<b>24508</b>	
SEPTIEMBRE	0	0	0	187	3888	0	51	3	0	0	50	0	142	196	0	0	12	0	0	0	0	0	69	0	12	0	4610	
OCTUBRE	0	0	0	0	1682	0	34	0	36	0	2003	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0	1425	715	7	0	1236	<b>7155</b>
NOVIEMBRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	162	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8028	280	65	0	1017	<b>9552</b>
DICIEMBRE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1231	0	25	413	1182	2851
ENERO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	195	0	0	0	0	860	3230	659	2745	15	<b>7714</b>
Total	427	239	93	367	<b>6234</b>	28	952	4244	765	444	4923	24	1442	<b>15708</b>	261	918	<b>5267</b>	1135	485	2	23	149	<b>11724</b>	4238	1761	5281	3607	

Esta abundancia de flores está relacionada con la abundancia de colibríes (Figura 8), debido a que el análisis de correlación de Spearman mostró una relación positiva y significativa entre la abundancia de colibríes y la de sus flores ( $r=0.45$ ,  $N=480$ ,  $P<0.0001$ ).

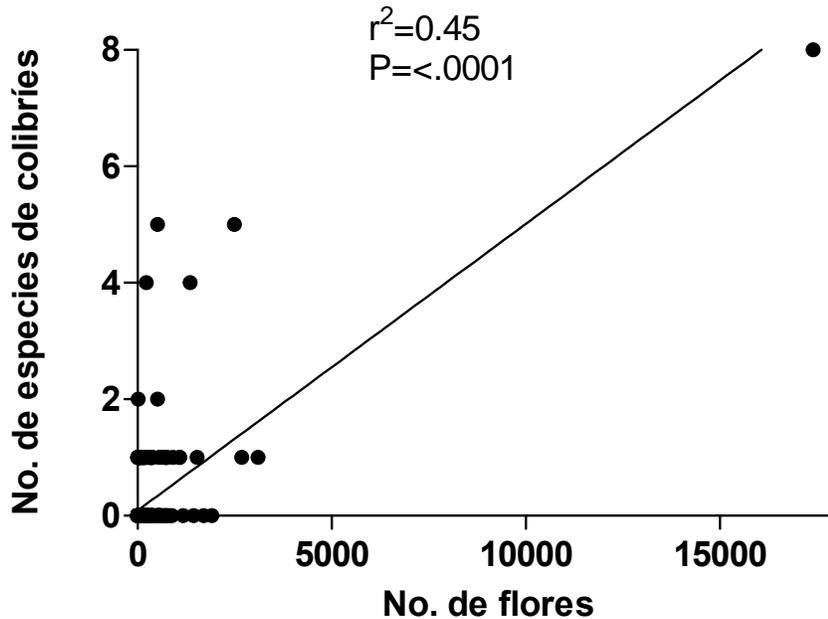


Figura 7. Relación entre el número total de especies colibríes y el total de flores registrados por punto de conteo ( $r^2=0.45$ ,  $P<0.0001$ ,  $gl=??$ ).

Por otra parte los recursos florales utilizados por colibríes en Chapa de Mota son heterogéneos durante todo el año. Sin embargo, el número de visitas de colibríes a las diferentes especies de plantas, algunas especies de plantas acumulan un mayor número de visitas que otras, la prueba de  $X^2$  indicó que las especies de colibríes tuvieron preferencia sobre dos especies de plantas más de lo previsto como es el caso de *Agave salmiana* y *Salvia mexicana* ( $X^2 = 200.01$ ;  $gl= 4$ ;  $P= 0.0001$ ).

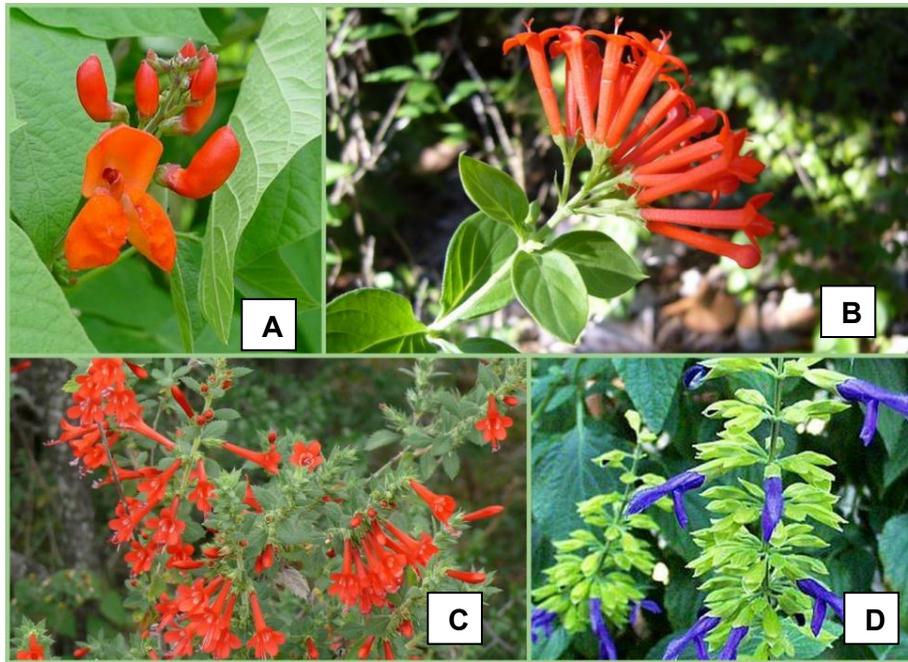


Figura 8. Especies con mayor abundancia de flores utilizadas por colibríes (A: *Phaseolus coccineus*, B: *Bouvardia ternifolia*, C: *Loeselia mexicana* y D: *Salvia mexicana*), fotos tomadas de CONABIO.

### Variables climáticas

Durante el muestreo se registraron dos estaciones marcadas, una seca que comienza en diciembre y termina en junio, seguida por la época lluviosa que comienza en julio y termina en septiembre (Figura 9). El mes de septiembre fue uno de los más lluviosos, con una precipitación de 335 mm, por otra parte los meses más secos fueron diciembre, enero, febrero y marzo en donde la precipitación fue nula.

La temperatura media registrada en el bosque de encino presentó una variación que va en aumento a medida que transcurrió la primavera y el verano (Figura 9), registrándose el mes

más caluroso en mayo con 15.2°C, posteriormente la temperatura fue en descenso hasta alcanzar los 8° C durante el mes de enero.

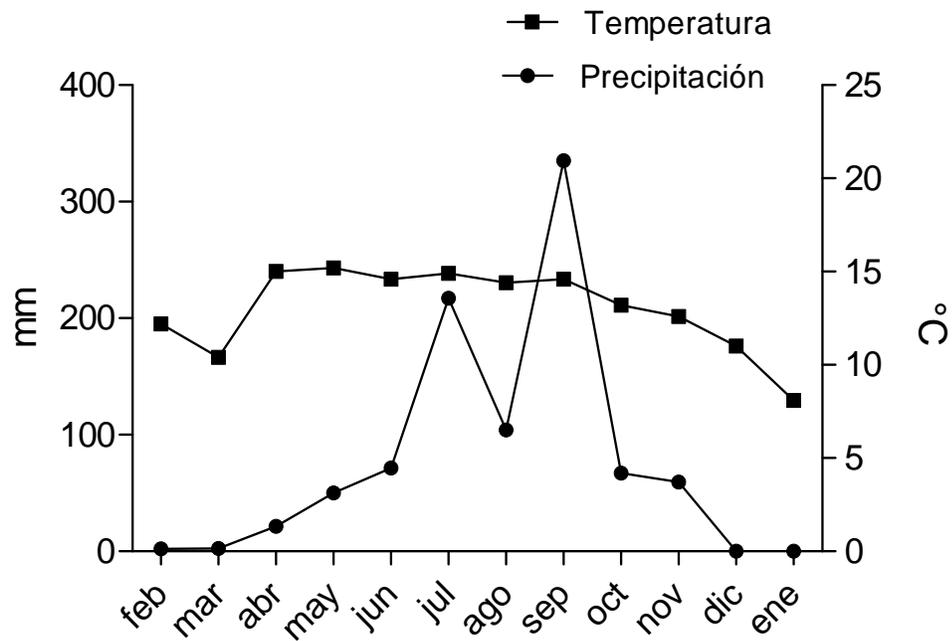


Figura 9. Variables climáticas registradas en la zona de estudio de febrero 2013 a enero 2014.

Los resultados del análisis de correlación de Spearman (Figura 10), mostraron que hubo una correlación positiva entre precipitación y la fenología de floración de distintas especies de plantas  $r_s= 0.75$ ,  $P=.0047$ , ocasionando que en los meses más lluviosos hubiese un incremento en el número de especies de plantas en floración. Por otra parte no hubo correlación entre la temperatura y la floración,  $r_s= 0.33$ ,  $P=0.2869$  (Figura 11).

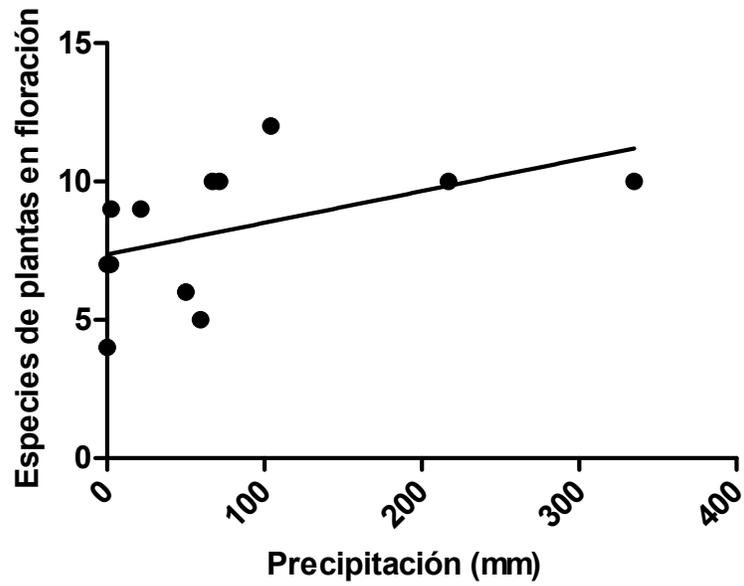


Figura. 10 Relación entre el total de especies de plantas en floración y la precipitación por mes ( $r_s= 0.75$   
 $P=.0047$ )

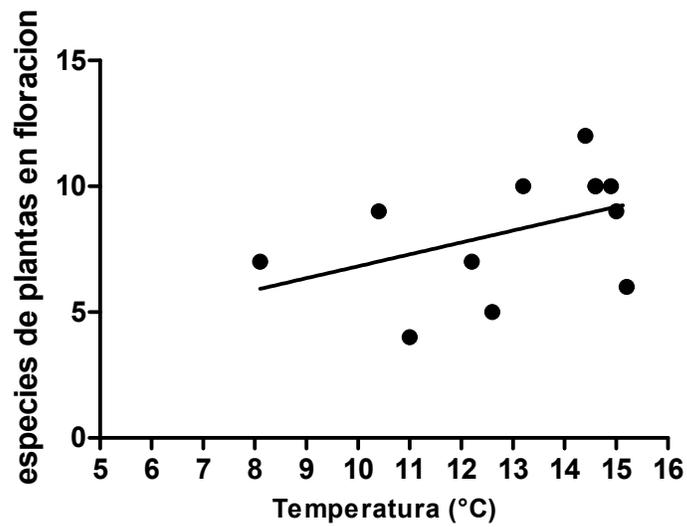


Figura. 11 Relación entre el total de especies de plantas en floración y la temperatura ( $r_s= 0.33$ ,  $P=0.2869$ )

## Análisis de interacción basado en registros de polen

La presencia de polen en el cuerpo de los colibríes es una medida indirecta para analizar el uso de los recursos florales que ellos utilizaron a lo largo del año, aunque algunos géneros de especies de plantas presentan similitudes en sus granos de polen, principalmente del género *Salvia*, sin embargo la tecnología microscópica permitió distinguir entre cada una de las especies, observando diferencias en tamaño y pequeñas estructuras morfológicas (Figura 12).

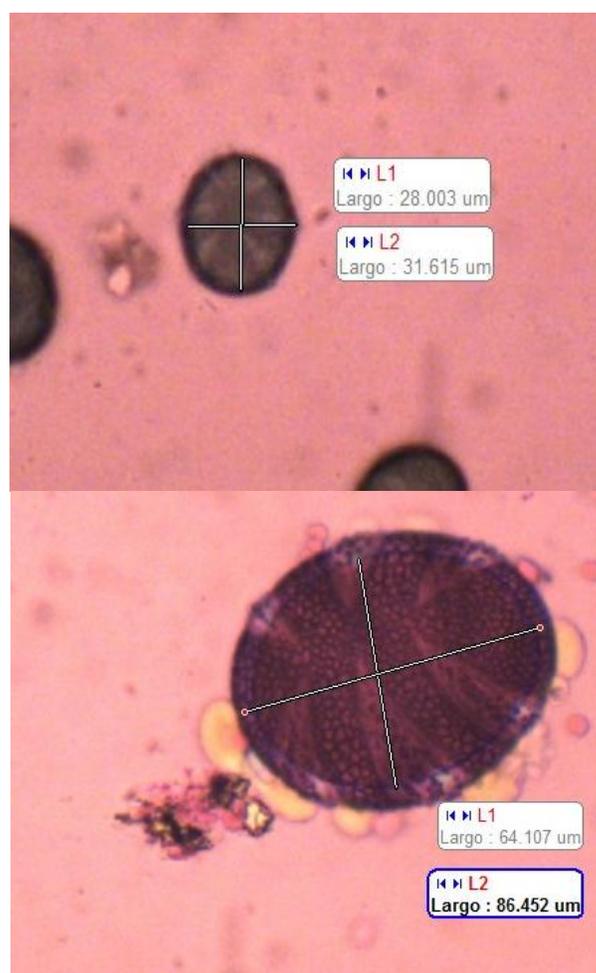


Figura 12. Comparación entre granos de polen *S. mexicana* y *S. patens*.

En total fueron procesadas 42 muestras obtenidas de siete especies de colibríes (ver Anexo), de las cuales se encontró el polen de nueve especies de plantas (Tabla 5). Esta medida representa de manera efectiva el uso de las plantas como recurso alimenticio y la frecuencia de polen dentro de una especie de colibrí. La matriz de interacción muestra que el polen de algunas especies de plantas son poco frecuentes en los cuerpos de los colibríes (*Cestrum trisoideunm*, *Loeselia mexicana*, y *Macromeria longiflora*), debido a que sólo estuvieron presentes en el colibrí *Eugenes fulgens*, que también fue la especie que tuvo polen de la mayoría de las plantas, por otra parte *Salvia mexicana* estuvo presente en todas las especies de colibríes y en muchos individuos de estas especies. Por último, las especies *Archilochus colubris*, *Lampornis clemenciae* y *Selasphorus platycercus* tuvieron polen de una sola especie de planta (*Salvia mexicana*).

Tabla 5. Matriz de interacción de colibríes y sus plantas, registros de polen.

	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Archilochus Colubris</i>	<i>Colibri thalassinus</i>	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Cyananthus latirostris</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>
<i>Total de individuos</i>	6	22	5	1	2	2	4
<i>Agave salmiana</i>	0.17	0.09					
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.33						
<i>Cestrum trisoideunm</i>		0.05					
<i>Loeselia mexicana</i>		0.05				0.5	
<i>Macromeria longiflora</i>		0.05					
<i>Penstemon roseus</i>		0.05					
<i>Phaseolus coccineus</i>	0.17	0.05		1			
<i>Salvia mexicana</i>	0.67	0.36	1.00	1	1	0.5	1
<i>Salvia patens</i>	0.17	0.05					

## Discusión

### Composición específica de colibríes

El número de especies de colibríes en la zona fue menor que en otros estudios en bosques templados de México (Arizmendi 2001; López 2012). Con excepción de *Selasphorus rufus* y *S. sasin*, las especies fueron muy similares a las encontradas en el Parque Nacional “La Malinche” (Lara 2006). Hubo un recambio de especies de colibríes durante el año de muestreo; sin embargo *Hylocharis leucotis* y *Eugenes fulgens* se registraron prácticamente todo el año, lo cual indica que son especies residentes en la zona, por otra parte, durante los meses de agosto y septiembre hubo un incremento del número de especies registradas en la zona (*Archilochus colubris*, *Selaphorus platycercus*, *Colibri thalassinus* y *Cyananthus latirostris*). Este incremento en la cantidad de especies de colibríes está correlacionado positivamente con las fluctuaciones en la abundancia de recursos florales. Por ello el presente estudio, muestra que al igual que en zonas tropicales (Arizmendi & Ornelas 1990), los colibríes en zonas templadas tienen movimientos estacionales en sus poblaciones y que dichos movimientos parecen estar más relacionados con la disponibilidad de recursos florales (Cotton 2007).

Por otra parte sólo se registró una especie migratoria latitudinal *Archilochus colubris*, la cual sólo estuvo presente durante el mes de septiembre y estos resultados difieren con los reportados por Lara (2006) donde la misma especie se mantuvo en la zona de junio a diciembre. Por lo tanto, podría ser que en la zona de estudio *A. colubris* al ser una especie pequeña pierda los encuentros con otras especies residentes y por lo tanto deba desplazarse

hacia zonas donde exista menos competencia por los recursos, tal y como se reporta para el bosque tropical seco (Arizmendi & Ornelas 1990).

Por otra parte, *Cynanthus latirostris* y *Colibrí thalassinus* a pesar de ser especies residentes (Howell 1995), al igual que *Archilochus colubris*, permanecieron muy poco tiempo en el área. Esto sugiere que estas especies realizan movimientos locales dentro de la cordillera montañosa que forma parte del Eje Neovolcánico Transversal, esto porque probablemente necesitan usar diferentes recursos de néctar debido a la limitada distribución espacial y temporal de cada uno (Bertin 1982).

Aunque no fue un objetivo de este trabajo observar el comportamiento y territorialidad, sino complementar el estudio con un método de muestreo diferente a los puntos de conteo mediante trampas con bebedero, se obtuvieron datos interesantes que permiten visualizar el comportamiento de tres especies de colibríes con respecto a los bebederos. Durante el monitoreo con bebederos sólo se capturaron tres especies *Hylocharys leucotis*, *Lampornis clemenciae* y *Eugenes fulgens* donde esta última especie constituyó la mayor parte de los individuos capturados y anillados, lo que permite documentar el comportamiento dominante de *E. fulgens* sobre los bebederos, ya que durante el monitoreo fue observado en la mayoría de las ocasiones, alejando a otras especies de colibríes de los bebederos. Martínez del Rio & Eguiarte (1987) proponen que esta agresión interespecífica es dirigida sólo hacia aquellas especies que utilizan el mismo recurso y son potenciales competidores en una zona donde puede existir una baja disponibilidad de flores y aumenta la utilización y encuentros agresivos por el bebedero (Inouye *et al.* 1991). Estos resultados difieren con los encontrados por Arizmendi *et al.* (2008) donde la presencia de bebederos parece estar relacionada con el aumento del número de especies de colibríes e individuos en una zona

boscosa de la Ciudad de México. Por otra parte en Norteamérica el monitoreo con bebederos es una herramienta efectiva para observar el comportamiento de las poblaciones de colibríes (Wethington *et al.* 2005b). Sin embargo, en el presente estudio no fue observado el aumento de especies de colibríes en relación a los bebederos, debido a que dos especies territoriales, dominantes y de las más abundantes como lo son *Hylocharis leucotis* y *Eugenes fulgens* alejaron a otras especies de los comederos. Por lo tanto, el monitoreo con alimentadores artificiales sugiere tomar en cuenta estos sesgos para corregir posteriormente el estudio de las poblaciones de dichas aves con esta técnica.

#### Abundancia de colibríes

La variación espacio-temporal en la abundancia y densidad de los colibríes en la zona de estudio puede ser explicada por al menos dos factores: antes y después del verano la densidad y abundancia de colibríes era baja, esta variación se correlacionó positivamente con el incremento en la abundancia de los recursos florales, lo cual concuerda con otros estudios (Stiles 1977; Partida-Lara *et al.* 2012). El segundo factor, puede estar asociado no solamente con la fenología de floración sino también con un aumento en la disponibilidad de artrópodos (Cotton 2007) los cuales son utilizados principalmente en la época reproductiva (Montgomerie & Redsell 1980; Stiles 1995).

## Composición y abundancia de recursos florales

De las 26 especies de plantas utilizadas por colibríes, la mayoría de las especies pertenecieron a las familias Lamiaceae y Scropulariceae, coincidiendo con lo reportado por Lara (2006). Estas familias de plantas se caracterizan por tener una gran cantidad de especies con síndrome ornitófilo: corolas rojas y tubulares, ausencia de olor y ausencia de una plataforma (Faegri & Van Der Pijil 1979). No obstante, el estudio demuestra que en la zona los colibríes utilizan flores con y sin síndrome ornitófilo, y a menudo esto es explicado por la baja disponibilidad de flores en la zona (Arizmendi & Ornelas 1990). Por ejemplo, *Arbutus xalapensis* y *Cratageus sp.* (Madroño y Tejocote) son especies sin síndrome floral ornitófilo, sin embargo fueron utilizadas por los colibríes en una época del año donde el recurso floral era escaso.

Los resultados del análisis de las cargas de polen, así como las observaciones en los puntos de conteo confirman que a pesar de la disponibilidad de una gran variedad de plantas, se observó que la comunidad de colibríes tiene preferencias sobre dos especies de plantas en particular: *Salvia mexicana* y *Agave salmiana*. Se sabe que el género *Salvia* comprende alrededor 1000 especies de las cuales dos tercios habitan en América, aunque las aves y abejas se describen como principales polinizadores, existen muy pocos estudios detallados que acerca de los grupos de polinizadores involucrados (Wester & Claßen-Bockhoff 2011). En la especie *Salvia mexicana* algunos estudios indican que la polinización de esta planta está asociada con una especie de abeja (Dieringer *et al.* 1991) y al menos seis especies de colibríes (Arizmendi *et al.* 1996; Lara & Ornelas 2001). Sin embargo, los resultados en este estudio sugieren que pueden ser más especies de colibríes los que la polinizan debido a que fueron registradas las visitas de siete especies de colibríes

a esta planta, entre ellos una especie migratoria *Archilocus colubris*, la cual no había sido reportada en previos estudios alimentándose de *S. mexicana*.

Arizmendi *et al.* (2008) reportan para *S. mexicana* tres aspectos importantes: el primero es una tasa alta de producción néctar ( 10  $\mu$ L en promedio por flor) , el segundo es que es uno de los recursos alimenticios con una buena concentración de de azúcar (SD= 22 Brix  $\pm$  2) , y por último es una planta con abundantes parches florales en los bosques. Lo anterior pudiera probablemente explicar la preferencia que tiene la comunidad de colibríes por esta especie, así mismo también representa un recurso valioso para diversas especies de colibríes de los bosques templados de México.

La preferencia de *Agave salmiana* en cambio puede ser explicada debido a la gran cantidad de néctar producido por esta especie (40 flores de dos individuos producen 101 $\mu$ L de néctar cada dos horas), y aunque la concentración de azúcar es baja (SD = 12.1 Brix  $\pm$  1.3) en comparación con otras plantas, la tasa producción se mantiene constante a lo largo de todo el día (Martínez del Río & Eguiarte 1987).

Por otra parte las especies de plantas *Penstemon roseus* y *Bouvardia terniflora* presentan síndrome ornitófilo y tuvieron una de las mayores floraciones en el área, lo cual fue aprovechado por al menos cuatro especies de colibríes residentes. Sin embargo, estas floraciones masivas variaron espacio temporalmente con respecto a otras especies de plantas en la zona. La floración alternada de distintas especies resulta ser importante porque permite que la comunidad de colibríes residentes encuentren sus recursos de néctar y así mismo exista una sincronía en la utilización de las flores durante todo el año (Lara 2006).

## Conclusiones

- Siete especies colibríes fueron registradas en el área de estudio, las cuales se alimentan a lo largo de año de 21 especies de plantas.
- Se encontraron fluctuaciones en la abundancia y densidad de colibríes, durante el verano se incrementaron el número de estas aves. Esto se correlacionó positivamente con la fenología de floración de diversas especies de plantas.
- La mayor parte de las plantas utilizadas por los colibríes en la zona de estudio pertenecen a las familias Lamiaceae y Scrophulariaceae, sin embargo estas aves utilizan plantas con y sin síndrome ornitófilo.
- Los colibríes en la zona mostraron una preferencia de alimentación por dos especies de plantas *Salvia mexicana* y *Agave Salmiana*, y esto puede estar probablemente relacionado con la calidad y cantidad del néctar.
- El monitoreo con bebederos sugiere que las especies más dominantes y probablemente las más abundantes en la comunidad de colibríes en Chapa de Mota son *Hylocharis leucotis* y *Eugenes fulgens*.
- El uso de bebederos no parece incrementar la cantidad de especies de colibríes detectadas, debido a que sólo dos especies monopolizaron los bebederos. El uso de este tipo de monitoreo, al menos en zonas templadas, no puede sustituir otros dado que no representa la diversidad y abundancia de los colibríes.

•La floración alternada de distintas especies de plantas como *Salvia mexicana*, *Penstemon roseus* y *Bouvardia ternifolia* podrían jugar un papel fundamental en el mantenimiento de la comunidad de colibríes de los bosques del centro de México.

## Referencias

- Araújo F.P., Sazima M. & Oliveira P.E. (2013). The assembly of plants used as nectar sources by hummingbirds in a Cerrado area of Central Brazil. *Plant Systematics and Evolution*, 299, 1119-1133.
- Arizmendi M.C., Dominguez C. & Dirzo R. (1996). The role of an avian nectar robber and of hummingbird pollinators in the reproduction of two plant species. *Functional Ecology*, 119-127.
- Arizmendi M.C. & Ornelas J.F. (1990). Hummingbirds and their floral resources in a tropical dry forest in Mexico. *Biotropica*, 22, 172-180.
- Arizmendi M.C. (2001). Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Canadian Journal of Zoology*, 79, 997-1006.
- Arizmendi M.C. & Berlanga H. (2014). Colibríes de México y Norteamérica. CONABIO, México, 27-28 pp.
- Arizmendi M.C., López-Saut E., Monterrubio-Solís C., Juárez L., Flores-Moreno I. & Rodríguez-Flores C. (2008). Efecto de la presencia de bebederos artificiales sobre la diversidad y abundancia de los colibríes y el éxito reproductivo de dos especies de plantas en un parque suburbano de la ciudad de México. *Ornitología Neotropical*, 19, 491-500.
- Beattie A.J. (1971). A technique for the study of insect-borne pollen. *Pan-Pacific Entomologist* 47, 82.

- Bertin R.I. (1982). The ruby-throated hummingbird and its major food plants: ranges, flowering phenology, and migration. *Canadian Journal of Zoology*, 60, 210-219.
- Brown J.H. & Bowers M.A. (1985). Community organization in hummingbirds: relationships between morphology and ecology. *The Auk*, 251-269.
- CONABIO (2016). Herbario virtual. Disponible en:  
<http://www.conabio.gob.mx/otros/cgi-bin/herbario.cgi>
- Cotton P.A. (2007). Seasonal resource tracking by Amazonian hummingbirds. *Ibis*, 149, 135-142.
- Dieringer G., Ramamoorthy T. & Lezama P.T. (1991). Floral visitors and their behavior to sympatric *Salvia* species (Lamiaceae) in Mexico. *Acta Botanica Mexicana*, 75-83.
- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (2018). Antecedentes del Centro de Enseñanza, Investigación y Extensión en Producción Agrosilvopastoril, UNAM, Chapa de Mota.  
  
Disponible en: <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/ceiepasp/acerca.html>
- Faegri, K., & Van der Pijl, L. (1979). *Principles of pollination ecology*. Elsevier.
- Feinsinger P. & Colwell R.K. (1978). Community organization among neotropical nectar-feeding birds. *American Zoologist*, 18, 779-795.
- Frank, M.S. & Perkins K.D. (2004). Preparation of plant specimens for deposit as herbarium vouchers. University of Florida Herbarium. Florida Museum of Natural History, Florida. Disponible en: <http://www.flmnh.ufl.edu/herbarium/voucher.htm>

- Gutiérrez H.C. (2011). Avifauna del cerro Las Pilas, municipio de Chapa de Mota, Estado de México, Tesis de licenciatura, UNAM.
- Gegeer R.J. & Burns J.G. (2007). The Birds, the Bees, and the Virtual Flowers: Can Pollinator Behavior Drive Ecological Speciation in Flowering Plants?. *The American Naturalist*, 170, 551-566.
- Howell S.N. (1995). A guide to the birds of Mexico and northern Central America. Oxford University Press. 252-256 pp.
- Hutto, R. L. (1985). Seasonal changes in the habitat distribution of transient insectivorous birds in southeastern Arizona: competition mediated?. *The Auk*, 120-132.
- Inouye D.W., Calder W.A. & Waser N.M. (1991). The effect of floral abundance on feeder censuses of hummingbird populations. *Condor*, 279-285.
- Lara C. (2006). Temporal dynamics of flower use by hummingbirds in a highland temperate forest in Mexico. *Ecoscience*, 13, 23-29.
- Lara C., Lumbreras K. & González M. (2009). Niche partitioning among hummingbirds foraging on *Penstemon roseus* (Plantaginaceae) in central Mexico. *Ornitologia Neotropical*, 20, 73-83.
- Lara C. & Ornelas J. (2001). Preferential nectar robbing of flowers with long corollas: experimental studies of two hummingbird species visiting three plant species. *Oecologia*, 128, 263-273.
- Lopez S.G. (2012). Comportamiento territorial y preferencias de forrajeo del colibrí migratorio *Selasphorus rufus* dentro de un sitio invernadero. Tesis de maestría, UNAM.

- Martínez del Río, C., & L. Eguiarte (1987). Bird visitation to *Agave salmiana*: comparisons among hummingbirds and perching birds. *Condor*, 357-363.
- Montgomerie R.D. & Redsell C.A. (1980). A nesting hummingbird feeding solely on arthropods. *Wilson Bull*, 91, 455-457.
- Partida-Lara R., Enríquez P.L., Rangel-Salazar J.L., Lara C. & Martínez Ico M. (2012). Abundancia de colibríes y uso de flores en un bosque templado del sureste de México. *Revista de Biología Tropical*, 60, 1621-1630.
- Ralph C.J., Droege S. & Sauer J.R. (1995). *Managing and Monitoring Birds Using Point Counts: Standards and Applications*, 3.
- Rappole J.H., Winker K. & Powell G.V. (1998). Migratory Bird Habitat Use in Southern Mexico: Mist Nets versus Point Counts. *Journal of Field Ornithology*, 635-643.
- Rodriguez-Flores C.I. (2009) Dinamica de las estrategias de forrajeo por néctar en colibríes (aves Trochilidae) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Jalisco México). Tesis de maestría, UNAM.
- Russell R.W., Carpenter F.L., Hixon M.A. & Paton D.C. (1994). The Impact of Variation in Stopover Habitat Quality on Migrant Rufous Hummingbirds. *Conservation Biology*, 8, 483-490.
- Russell, S. M., and R. O. Russell. 2001. *The North American bander's manual for hummingbirds*. Point Reyes Station, CA: North American Banding Council. Disponible en: <http://nabanding.net/nabanding/pubs.html>.

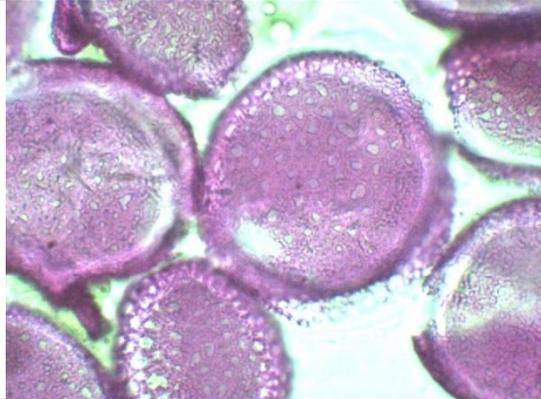
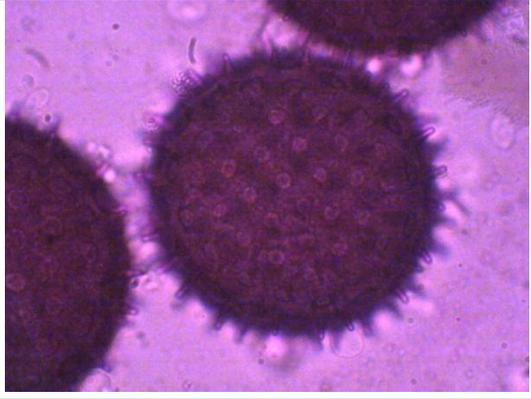
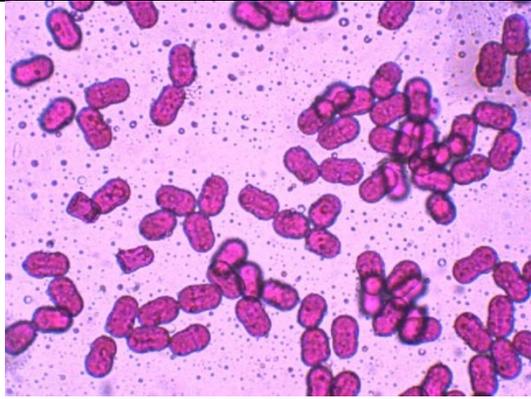
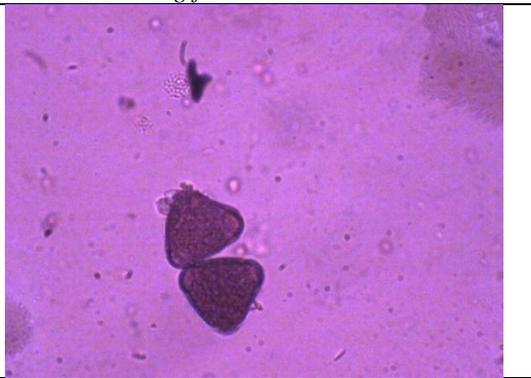
- Schuchmann, K-L. 1999. Family Trochilidae (hummingbirds). En: del Hoyo J, A. Elliott & J. Sargatal (Eds.). Handbook of the birds of the world, Vol 5: barn-owls to hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona, España. 468-680 pp.
- Stiles F.G. (1977). Coadapted competitors: the flowering seasons of hummingbird-pollinated plants in a tropical forest. *Science*, 198, 1177-1178.
- Stiles F.G. (1981). Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Annual of the Missouri Botanical Garden*, 323-351.
- Stiles F.G. (1995). Behavioral, ecological and morphological correlates of foraging for arthropods by the hummingbirds of a tropical wet forest. *Condor*, 853-878.
- Temeles E.J. & Kress W.J. (2003). Adaptation in a plant-hummingbird association. *Science*, 300, 630-633.
- Thomas L., Buckland S.T., Rexstad E.A., Laake J.L., Strindberg S., Hedley S.L., Bishop J.R., Marques T.A. & Burnham K.P. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47, 5-14.
- Tovar J.C.C. & Ceballos G.J.G. (1998). Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado De México. *Revista mexicana de mastozoología (Nueva Época)*, 3, 113-134.
- Wester P. & Claßen-Bockhoff R. (2011). Pollination syndromes of New World *Salvia* species with special reference to bird pollination. *Annual of the Missouri Botanical Garden*, 98, 101-155.
- Wethington S.M., Russell S.M., West G.C., Ralph C. & Rich T. (2005a). Timing of hummingbird migration in southeastern Arizona: implications for conservation.

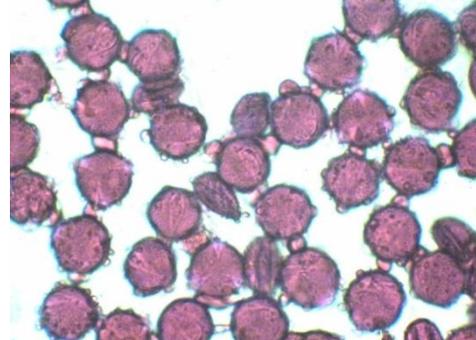
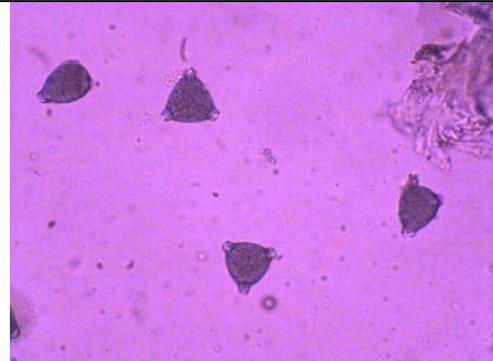
Bird conservation implementation and integration in the Americas: USDA Forest Service General Technical Report, 646-651.

- Wethington S.M., West G.C. & Carlson B.A. (2005b). Hummingbird conservation: discovering diversity patterns in southwest USA. USDA Forest Service Proceedings RMRS-P-36.
- Wolf L.L., Stiles F.G. & Hainsworth F.R. (1976). Ecological organization of a tropical, highland hummingbird community. *The Journal of animal ecology*, 349-379.

**ANEXO**

Catálogo de micrografías del polen de plantas asociadas a colibríes.

	
<i>Agave salmiana</i>	<i>Ipomoea sp.</i>
	
<i>Loeselia mexicana</i>	<i>Macromeria longiflora</i>
	
<i>Salvia mexicana</i>	<i>Erithrina leptoriza</i>

	
<p><i>Penstemon roseus</i></p>	<p><i>Salvia patens</i></p>
	
<p><i>Tillandsia sp.</i></p>	<p><i>Lupinus sp.</i></p>
	
<p><i>Phaseolus coccineus</i></p>	<p><i>Bouvardia tenuiflora</i></p>
	
<p><i>Cestrum thyrsoides</i></p>	<p><i>Cuphea aequipetala</i></p>

