



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO**  
**INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**ÁREA ACADÉMICA DE BIOLOGÍA**

**LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**“INTERACCIONES COLIBRÍ-PLANTA EN TRES TIPOS DE VEGETACIÓN  
DE LA RESERVA DE LA BIOSFERA BARRANCA DE METZTITLÁN,  
HIDALGO, MÉXICO.”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
LICENCIADO EN BIOLOGÍA PRESENTA:**

**VANESSA MARTÍNEZ-GARCÍA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**Dr. RAÚL ORTIZ-PULIDO**

**PACHUCA DE SOTO, HIDALGO**

**2006**

## ÍNDICE

1. Índice de figuras	2
2. Índice de cuadros	3
3. Abreviaturas	4
4. Resumen	5
5. Introducción	6
6. Método	8
6.1 Área de estudio	8
6.1.1 Matorral submontano (MSM)	9
6.1.2 Bosque de coníferas	9
6.1.2.1 Bosque de encino (BE)	10
6.1.2.2 Bosque de pino-encino (BPE)	10
6.2 Avifauna	11
6.3 Trabajo de campo	13
6.4 Colibríes	13
6.5 Plantas	14
6.6 Interacciones	14
6.7 Análisis de resultados	15
7. Resultados	18
7.1 Colibríes	18
7.2 Plantas	19
7.3 Interacciones	20
8. Discusión	33
8.1 Colibríes y plantas en el paisaje y por tipo de vegetación	33
8.2 Similitud de la RBBM con otros sitios	34
8.3 Interacciones	36
8.4 Nuevos registros	39
8.5 Posibilidad de migración altitudinal de colibríes en la RBBM	39
9. Conclusión	41
10. Bibliografía	42
Anexo 1 Información de los colibríes registrados durante este estudio en la RBBM y un análisis por especies sobre los tipos de vegetación que usan en el centro este de México.	47
Anexo 2 Matriz de interacciones colibrí-planta registradas en el centro este de México	53

## 1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en la RBBM	17
Figura 2. Relación entre la riqueza de especies de colibríes y plantas visitadas por estos a lo largo del año 2004.	21
Figura 3. Curva de acumulación de especies de colibríes a nivel paisaje	22
Figura 4. Curva de acumulación de especies de colibríes en el matorral submontano	23
Figura 5. Curva de acumulación de especies de colibríes en el bosque de encino	24
Figura 6. Curva de acumulación de especies de colibríes en el bosque de pino-encino	25

## 1. ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localización del área de estudio en la RBBM	17
Figura 2. Relación entre la riqueza de especies de colibríes y plantas visitadas por estos a lo largo del año 2004.	21
Figura 3. Curva de acumulación de especies de colibríes a nivel paisaje	22
Figura 4. Curva de acumulación de especies de colibríes en el matorral submontano	23
Figura 5. Curva de acumulación de especies de colibríes en el bosque de encino	24
Figura 6. Curva de acumulación de especies de colibríes en el bosque de pino-encino	25

## 2. ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Abundancia de especies de colibríes registradas en la RBBM durante el 2004	26
Cuadro 2. Abundancia de especies de colibríes registradas en el matorral submontado de la RBBM durante el 2004	27
Cuadro 3. Abundancia de especies de colibríes registradas en el bosque de encino de la RBBM durante el 2004	28
Cuadro 4. Abundancia de especies de colibríes registradas en el bosque de pino-encino de la RBBM durante el 2004	29
Cuadro 5. Índices de similitud entre comunidades de colibríes registradas en tres tipos de vegetación en la RBBM	30
Cuadro 6. Especies de plantas visitadas por los colibríes	31
Cuadro 7. Matriz de Interacciones colibrí-planta en tres tipos de vegetación de la RBBM registradas durante el 2004	32

### 3. ABREVIATURAS (utilizadas en el texto)

<b>AOU</b>	American Ornithologists' Union
<b>BE</b>	Bosque de Encino
<b>BPE</b>	Bosque de Pino – Encino
<b>CONANP</b>	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas
<b>EME</b>	Esfuerzo de Muestreo Estandarizado
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
<b>MS</b>	Matorral Submontano
<b>MXP</b>	Matorral Xerófilo de Pachuca
<b>PNEC</b>	Parque Nacional El Chico
<b>PNLM</b>	Parque Nacional La Malintzi
<b>RBBM</b>	Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán
<b>RBTC</b>	Reserva de la Biosfera Tehuacán – Cuicatlán

#### 4. RESUMEN

En México existen pocos estudios sobre colibríes enfocados a determinar su distribución, comportamiento, biología e interacciones con las plantas, y prácticamente ninguno se ha publicado para las zonas áridas del país. Para la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, localizada al centro este de Hidalgo, México, no hay estudios de este tipo. En este trabajo determiné las especies de colibríes y plantas interactuantes (i.e., aquellas que establecieron contacto de forrajeo), elaboré una matriz de interacciones y establecí la estacionalidad de las especies de colibríes. Para ello, durante un año, estudié los sistemas colibrí-planta en tres tipos de vegetación: matorral submontano (MSM), bosque de encino (BE) y bosque de pino-encino (BPE). Registré ocho especies de colibríes (detectando una especie fuera del trayecto), de las 7.37 esperadas, y colecté 27 especies de plantas visitadas por colibríes. En el MSM registré seis especies de colibríes (*Cyananthus latirostris*, *Hylocharis leucotis*, *Amazilia violiceps*, *Calothorax lucifer*, *Archilochus colubris* y *Archilochus alexandri*), 11 especies de plantas y 17 interacciones distintas. El BE presentó tres especies de colibríes (*H. leucotis*, *Lampornis clemenciae* y *E. fulgens*), ocho especies de plantas y 12 interacciones. El BPE presentó dos especies de colibríes (*H. leucotis* y *E. fulgens*), ocho especies de plantas y nueve interacciones. Registré 38 interacciones distintas entre colibríes y plantas; *H. leucotis* fue la especie de colibrí con más interacciones con plantas (estableció interacciones con 13 especies de plantas). Por otro lado, *Stenocereus marginatus* y *Salvia mexicana* fueron las especies de plantas con visitas de más especies de colibríes (tres especies de colibríes cada una). En los tres tipos de vegetación estudiados cuatro especies de colibríes

## INTERACCION COLIBRI – PLANTA

pueden catalogarse como residentes (*C. lucifer*, *C. latirostris*, *E. fulgens* y *H. leucotis*), tres como migratorias (*A. alexandri*, *A. colubris* y *L. clemenciae*) y una como ocasional (*A. violiceps*).



## 5. INTRODUCCIÓN

Los colibríes tienen, como grupo, ciertas características que los hacen únicos. Presentan rasgos superficiales muy definidos, como colores iridiscentes en su plumaje con manchones ocasionales en la coronilla, garganta y pecho; su dimorfismo sexual es muy marcado, los machos presentan colores más vistosos que las hembras; su forma de vuelo es distintiva, porque pueden moverse en forma horizontal, vertical, hacia atrás y hacia adelante; y se alimentan básicamente de néctar, aunque también de insectos que encuentran en las flores que visitan (Johnsgard 1997, Schuchmann 1999). El 52% de las aves nectarívoras en el mundo son colibríes (Del Hoyo et al. 1999).

Los colibríes se distribuyen sólo en el continente Americano, en el que se encuentran representados por aproximadamente 328 especies (Schuchmann 1999). En México se cree que existen entre 50 y 71 especies (Peterson y Chalif 1989, Howell y Webb 1995, Johnsgard 1997, Schuchmann 1999, Howell 2002, Navarro-Sigüenza y Peterson 2004) y para el Estado de Hidalgo se han registrado 24 especies (Martínez-Morales et al. en prep.). A pesar de su riqueza se cree que en los próximos 100 años muchas de estas especies podrían desaparecer (Sekercioglu *et al.* 2004).

En un estudio reciente (Sekercioglu *et al.* 2004) se ha estimado que cerca del 15% de las especies de colibríes se habrán extinguido en el próximo siglo. Este porcentaje puede variar dependiendo de las condiciones de dieta, hábitat y región en que se encuentre cada comunidad de colibríes. Por ejemplo, se cree que los colibríes de bosques tienen mayor probabilidad de extinguirse que los de desiertos (Sekercioglu *et al.* 2004). Este decline en las especies de colibríes tendría

consecuencias importantes en la polinización de las plantas, afectando sus poblaciones y la dinámica de las comunidades vegetales. Esta tendencia se puede ver incrementada si no se realizan estudios que nos ayuden a entender y proteger a los colibríes, ya que su posible extinción ha sido, y puede verse, afectada por factores ocasionados por humanos, como la pérdida de hábitat, la fragmentación, el incremento en patógenos, la explotación y la introducción de especies aloctonas (Sekercioglu *et al.* 2004).

En este sentido, conocer el área de distribución de una especie de colibrí, los movimientos que realiza (e.g., latitudinales, altitudinales, locales) y las interacciones que establece con las plantas que le sirven de alimento aporta datos valiosos sobre su historia natural y permite determinar las condiciones ambientales en las que se pueden establecer.

En México existen pocos estudios sobre colibríes enfocados a determinar la distribución, comportamiento, biología e interacción con las plantas en zonas áridas. La mayoría de los trabajos sobre el tema se han llevado a cabo recientemente (e.g., Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996, Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003, Mauricio-López 2005, Lara 2006, Garnica datos no publicados, García datos no publicados). Estos trabajos presentan datos de 17 especies de colibríes que se alimentan de aproximadamente 54 especies de plantas en el centro este de México.

Para la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán (RBBM), localizada al centro este de México, en el Estado de Hidalgo, no hay estudios publicados sobre colibríes que proporcionen información sobre su distribución espacial y las interacciones que presentan con las plantas. A la fecha, para la RBBM sólo se

tienen trabajos generales publicados no enfocados a los colibríes (Sánchez 1978, Mancilla 1988) y trabajos no publicados (Jessica Bravo com. pers., Garnica datos no publicados) en los que se reportan nueve especies de colibríes.

El objetivo de mi trabajo es presentar, para tres tipos de vegetación de la RBBM, información sobre la abundancia relativa y estacionalidad de las especies de colibríes presentes, reportar un listado de las especies de plantas visitadas por los colibríes y describir la identidad de las especies interactuantes (i.e., especies de colibríes visitando una especie de planta).

## 6. MÉTODO

### 6.1 Área de estudio

El estudio lo llevé a cabo en la RBBM, situada en el centro este del Estado de Hidalgo (20°14'15"–20°45'26"N y 98°23'00"–98°57'08"O; 1,000-2,500 msnm; Fig. 1; CONANP 2003) que tiene una superficie de 96,042.94 ha. La RBBM presenta una topografía accidentada con pendientes pronunciadas y escarpadas. El clima es seco y semiseco cálido en las partes bajas, y templado frío en las partes elevadas. La temperatura media anual varía entre los 18°-22°C y la precipitación media anual va de 500 a 700 mm, con mayor precipitación en áreas a mayor altitud (CONANP 2003).

El área de la RBBM está incluida en dos provincias florísticas, la Sierra Madre Oriental y la Altiplanicie (INEGI 1999, CONANP 2003). La flora vascular se encuentra constituida por 465 especies, pertenecientes a 270 géneros y 83 familias. La diversidad de ecosistemas se encuentra representada por bosque tropical caducifolio, matorral xerófilo (con tres tipos: matorral crasicaule de *Cephalocereus senilis* [Cactaceae], matorral crasicaule de *Stenocereus dumortieri* [Cactaceae] y matorral crasicaule de *Opuntia imbricata* [Cactaceae]), matorral submontano, bosque de coníferas (con tres tipos: bosque de *Juniperus*, bosque de encino y bosque de pino–encino), pastizal y vegetación ribereña (CONANP 2003). En cuanto a colibríes y su recurso alimenticio, en la RBBM ya han sido estudiados tres tipos de vegetación (matorral xerófilo [matorral crasicaule de *M. geometrizzans* y matorral crasicaule de *S. dumortieri*] y bosque tropical caducifolio de *Bursera morelensis*; Garnica datos no publicados), motivo por el cual realicé este estudio en tres tipos de vegetación distintos matorral submontano y bosque de coníferas

(bosque de encino y bosque de pino–encino). A continuación describo con detalle cada uno de estos tipos de vegetación.

### 6.1.1 Matorral submontano (MSM)

Se encuentra entre los 1600-1800 msnm. La cubierta vegetal la constituye un estrato dominante de arbustos densos con una altura promedio de 1.5 m. Entre los elementos florísticos que se observan existe un estrato emergente con plantas dispersas de *S. dumortieri* (Cactaceae), *Opuntia* sp. (Cactaceae), *Acacia farnesiana* (Fabaceae), *Prosopis laevigata* (Fabaceae) y *Yucca filifera* (Liliaceae). El estrato arbustivo esta representado por las especies *Karwinskia humboldtiana* (Rhamnaceae), *Parthenium incanum* (Asteraceae), *Mimosa lacerata* (Fabaceae), *Eupatorium glabratum* (Asteraceae), *Condalia mexicana* (Rhamnaceae), *Verbesina* aff. *oncophora* (Asteraceae), *Zanthoxylum fagara* (Rutaceae), *Salvia keerli* (Lamiaceae), *Stachytarpheta acuminata* (Verbenaceae), *Neopringlea integrifolia* (Flacourtiaceae) y *Perymenium mendezii* var. *verbesinoides* (Asteraceae; CONANP 2003).

El área de matorral submontano en el que realicé este estudio se encuentra en el camino de terracería que va de la población de Metztlán hacia el poblado de Ixtayatla (20°36'09.6"–20°36'44.8" N y 98°45'21.0"– 98°44' 54.5" O; 1,524 –1,732 msnm; Fig. 1).

### 6.1.2 Bosque de Coníferas (BC)

Este tipo de vegetación está constituido por un conjunto de comunidades vegetales perennifolias que se desarrollan preferentemente en zonas de climas

frescos y semihúmedos, pero extendiéndose también a los húmedos y a los semiáridos. En la Barranca de Metztitlán es posible encontrarlo en el extremo noroeste, en la proximidad a las poblaciones de San Antonio Tlaxco, Mesa Grande, Los Arcos y Zoquizoquipan, en altitudes que van de los 1,800 a los 2,500 msnm (CONANP 2003).

Dentro de este tipo de vegetación se encuentran los dos subtipos de vegetación en los que realicé este trabajo:

#### **6.1.2.1 Bosque de encino (BE)**

Los encinares en la RBBM son bosques más o menos densos formados por tres estratos: el primero está formado por hierbas de hasta un metro de altura, tales como *Salvia microphylla*, *S. amarissima*, *S. gesneriflora* (todas Lamiaceae), *Loeselia mexicana* (Polemoniaceae), *Penstemon barbatus* (Scrophulariaceae), *Silene laciniata* (Caryophyllaceae) y *Bouvardia ternifolia* (Rubiaceae). El segundo estrato está formado por especies arbustivas de hasta tres metros de altura, entre las que se encuentran *Arbutus xalapensis* (Ericaceae), *Prunus serotina* (Rosaceae), *Litsea glaucescens* (Lauraceae), *Rhus aromatica* var. *schmidelioides* (Anacardiaceae) y *Arctostaphylos pungens* (Ericaceae). El tercer estrato es el arbóreo, donde predominan especies del género *Quercus* (Fagaceae), pero también se observan algunos ejemplares de *Juniperus flaccida* (Cupressaceae). Además es frecuente la presencia de epífitas como bromelias, orquídeas y algunas cactáceas (CONANP 2003).

Los trayectos que recorrí para muestrear este tipo de vegetación los ubiqué entre los poblados de San Antonio Tlaxco, Mesa Grande y Los Arcos

(20°40'24.7"–20°40'39.3" N y 98°45'30"–98°45'19.9" O; 2,162–2,293 msnm; CONANP 2003; Fig. 1).

### 6.1.2.2 Bosque de pino–encino (BPE)

Esta asociación vegetal se encuentra en una pequeña porción de la RBBM. Tiene un estrato arbóreo dominante con un rango de 12 a 18 m de alto, más o menos espaciado, pero sin grandes aberturas en el dosel. Entre los componentes florísticos se pueden observar *Pinus teocote*, *P. leiophylla*, *P. pseudostrobus* (Pinaceae), *Quercus crassifolia* (Fagaceae), *Arbutus glandulosa* (Ericaceae) y *Buddleia cordata* (Loganiaceae). En el estrato arbustivo se presentan *Eupatorium ligustrinum* (Asteraceae), *L. glaucescens* (Lauraceae), *Myrica cerifera* (Myricaceae) y *Seymeria decurva* (Scrophulariaceae). El estrato arbustivo se presenta denso en algunas partes, en tanto que el estrato herbáceo tiene una gran diversidad de especies, donde sobresalen: *Stevia hirsuta* (Asteraceae), *Lepechinia schiedeana* (Lamiaceae), *Gnaphalium chartaceum* (Asteraceae), *Viguiera tomentosa* (Asteraceae), *Penstemon campanulatus* (Scrophulariaceae), *Bidens triplinervia* (Asteraceae), *Verbena bipinnatifida* (Verbenaceae), *Zaluzania augusta* (Asteraceae), *Muhlenbergia montana* (Poaceae), *Salvia* aff. *lavanduloides* (Lamiaceae), *Alchemilla aphanoides* (Rosaceae), *Cuphea aequipetala* (Lythraceae), *Taraxacum officinale* (Asteraceae) y *Stevia* aff. *ovata* (Asteraceae; CONANP 2003).

Los trayectos para este tipo de vegetación los marqué en las proximidades de las poblaciones de San Antonio Tlaxco, Mesa Grande y Los Arcos (20°41'33"–20°41'48" N y 98°45'55.7"–98°46'8.4" O; 2,281–2,437 msnm; Fig.1).

## 6.2 Avifauna

Las aves son el grupo de vertebrados más rico en especies dentro de la RBBM. Sin embargo, no existe un listado general verificado de las especies de aves presentes, ni se conoce la estacionalidad, los tipos de vegetación que usa cada una, ni las interacciones que mantienen. Uno de los primeros trabajos desarrollados con aves fue el de Villada (1865), en el que reporta 31 especies de aves para “Barranca Grande” (conocida actualmente como Barranca de Metztitlán), donde ninguna de las especies reportadas pertenece a la familia Trochilidae. En otro estudio, sobre Cactáceas y Suculentas de la Barranca de Metztitlán, realizado por Sánchez (1978), se reportan 93 especies de aves presentes en la Vega de Metztitlán, de las cuales dos pertenecen a la familia Trochilidae (*Cyananthus latirostris* y *Selasphorus platycercus*). Este autor menciona que en la Vega de Metztitlán están presentes varias especies de colibríes, pero que las más abundantes son las dos especies indicadas. En otro estudio, realizado por Mancilla (1988), donde se reporta la avifauna presente en el trayecto Zacualtipan-Zoquizoquipan-San Juan Metztitlán, se indica la presencia de 60 especies de aves para San Juan Metztitlán, dos de las cuales pertenecen a la familia Trochilidae (*Eugenes fulgens* e *Hylocharis leucotis*). Sólo dos de estos trabajos (Sánchez 1978, Mancilla 1988) reportan especies de colibríes, dos diferentes en cada uno, y sólo Mancilla (1988), menciona los rangos de altitud en los que observó a estas especies, tipo de vegetación, estacionalidad, abundancia relativa, estratificación, sociabilidad y número de individuos observados. La Dirección de la RBBM (CONANP 2003) elaboró un listado de aves, extrapolando las distribuciones de las aves a partir de publicaciones con enfoque nacional. En esta lista reportan 184



especies de aves de las cuales seis son colibríes, cuatro reportadas en los trabajos anteriormente indicados, y hacen mención de la presencia de otras dos especies (*Heliomaster longirostris* y *Selaphorus rufus*). En un estudio reciente, realizado por Garnica (datos no publicados), que trata sobre la riqueza y abundancia de colibríes y de las plantas que les sirven de alimento en la RBBM en tres tipos de vegetación distintos a los estudiados en mi trabajo, se reportan las cuatro especies previas (Sánchez 1978, Mancilla 1988) y cuatro nuevos registros para la zona (*Amazilia violiceps*, *Calothorax lucifer*, *Lampornis clemenciae* y *Stellula calliope*). El trabajo de Garnica (datos no publicados), con un método similar al que use en mi estudio, indica, para cada especie, el rango de altitud, tipo de vegetación, estacionalidad, abundancia relativa, número de individuos observados y las interacciones colibrí-planta registradas. Raúl Ortiz-Pulido y Jessica Bravo-Cadena (com. pers.), mencionaron que han visto a *Selasphorus sasin* en matorral crasicaule con dominancia en *S. dumortieri* en el mes de noviembre del 2003 y a *S. calliope* en una zona perturbada de la RBBM en septiembre del 2001.

Sin tomar en cuenta el listado no verificado de la Dirección de la RBBM (CONANP 2003), se han reportado nueve especies de colibríes para la zona. Las especies están presentes en la Vega de Metztlán, en el matorral xerófilo (matorral crasicaule de *M. geometrizzans* y matorral crasicaule de *S. dumortieri*) y en el bosque tropical caducifolio de *B. morelensis* (Burseraceae).

### **6.3 Trabajo de Campo**

El estudio fue de un año, de enero a diciembre del 2004, en el que realicé muestreos mensuales (un día al mes para cada tipo de vegetación). Para

determinar las especies de colibríes establecí dos trayectos de 1 km de largo por 40 m de ancho (20 m a la izquierda y 20 m a la derecha de la línea del trayecto) para cada tipo de vegetación. Recorrí los dos trayectos de cada tipo de vegetación en un día, desde media hora después de la salida del sol (aprox. 6:00-7:00 a.m.) hasta cerca de medio día (aprox. 11:30 a.m.) y cada trayecto lo recorrí en un promedio de 1:00-1:30 hrs aprox.

### 6.4 Colibríes

Para determinar la riqueza de colibríes y el número de avistamientos mensuales por sitio seguí la técnica descrita por Emlen (1971), modificada por Ortiz-Pulido y Díaz (2001), que consiste en buscar a estas aves a lo largo de trayectos, recorriéndolos a una velocidad de 1 km por hora, observando con mayor atención las agrupaciones de plantas con flores que presentan características de ser polinizadas por estas aves. Este tipo de flores comúnmente son, pero no están restringidas a ser, diurnas, tubulares, horizontales o colgantes, con simetría radial o bilateral, de colores vivos como rojo, naranja o amarillo, sin olor, con abundante néctar y con una posición recurvada de los pétalos (Pellmyr 2002). Mensualmente registré las especies de colibríes y el número de avistamientos en cada tipo de vegetación. La identificación de colibríes la realicé en campo con ayuda de binoculares (8 x 40 mm) y guías de identificación de aves (Peterson y Chalif 1989, Howell y Webb 1995, Johnsgard 1997, Williamson 2001, Howell 2002, National Geographic Society 2002). Para cada observación anoté la especie de colibrí, la especie de planta visitada y la interacción entre ambos grupos, fecha, tipo de vegetación, número y ubicación del trayecto y la hora de inicio y fin de las

observaciones. Los nombres científicos de las especies de colibríes se ajustan a la nomenclatura sugerida por (AOU 1998, 2000, Banks *et al.* 2002, 2003, 2004).

Clasifiqué a cada especie de colibrí según su abundancia relativa, aplicando un esfuerzo de muestreo estandarizado (EME; considerando 100 hrs de esfuerzo de muestreo; sensu Ortiz-Pulido *et al.* enviado), en tres categorías: abundante, registrada más de 22 veces; común, registrada entre 4 y 21 veces, y rara, registrada menos de 3 veces. La estacionalidad de cada especie en la zona la determiné de los datos de presencia mensual de cada especie y, cuando no se recabo información suficiente, de la literatura disponible (Howell y Webb 1995, Johnsgard 1997). Las especies se clasificaron en: residente (especie que se reproduce en el área y puede ser observada durante algunos meses o todo el año), ocasional (especie que puede ser observada de vez en cuando en la zona, en meses no siempre consecutivos) y migratoria (especie que no se reproduce en la zona pero que puede ser observada durante varios meses, especialmente durante el invierno; Howell y Webb 1995, Johnsgard 1997).

### **6.5 Plantas**

Colecté ejemplares de las especies de plantas en las que observé colibríes visitando sus flores. La mayoría de estos ejemplares los determiné hasta especie en el Herbario de la UAEH con ayuda de material biológico de referencia y guías de identificación (Rzedowski y Rzedowski 2001, Rzedowski y Rzedowski 2003). En los resultados indico los tipos de vegetación en los que observé a cada especie de planta, aun cuando estas estuvieran fuera de los trayectos.

## 6.6 Interacciones

Registre las interacciones llevadas a cabo entre especies de colibríes y plantas en cada tipo de vegetación. Considere que una especie de colibrí estableció una interacción con una especie de planta cuando registré que el colibrí tocó la flor de la planta.

## 6.7 Análisis de resultados

Para calcular el número de especies de colibríes potencialmente presentes en el área muestreada utilicé dos modelos no paramétricos Chao 1 y Chao 2 (Moreno 2001). Ocupe estos modelos por que son los más usados actualmente (Obs. pers.).

El modelo Chao 1 es un estimador del número de especies en una comunidad basado en el número de especies raras en la muestra (Moreno 2001). Donde, S es el número de especies en una muestra, a es el número de especies que están representadas solamente por un sólo individuo en esa muestra y b es el número de especies representadas por exactamente dos individuos en la muestra.

$$\text{Chao 1} = S + \frac{a^2}{2b}$$

El modelo Chao 2 es un estimador del número de especies en una comunidad basado en la presencia - ausencia (Moreno 2001). Donde, S es el número de especies en una muestra, L es el número de especies que ocurren solamente en una muestra y M es el número de especies que ocurren en solamente dos muestras.

$$L^2$$

$$\text{Chao 2} = S + \frac{\dots}{2M}$$

En los dos casos, el esfuerzo de muestreo se consideró como el número de horas de observación. Los estimadores de ambos índices los obtuve usando el programa estadístico EstimateS (Moreno 2001, Colwell 2004).

Para determinar la similitud entre sitios en cuanto a riqueza y abundancia utilicé dos índices de similitud que expresan el grado en el que dos muestras son semejantes en cuanto a las especies presentes en ellas (Moreno 2001). Estos índices han sido usados en otros trabajos realizados con colibríes cerca de mi área de estudio (Fisher 2002, Valle 2002).

El primer índice, Morisita-Horn, cuantifica las similitudes y diferencias entre dos comunidades usando datos de abundancia de las especies. Donde,  $a_i$  es el número de individuos de la  $i$ -ésima especie en el sitio A,  $b_j$  es el número de individuos de la  $j$ -ésima especie en el sitio B, “ $d_a$ ” es la  $\sum a_i^2 / aN^2$ , “ $d_b$ ” es la  $\sum b_j^2 / bN^2$ ,  $aN$  es el número total de individuos en el sitio A y  $bN$  es el número de individuos en el sitio B.

$$I_{M-H} = \frac{2 \sum (a_i \times b_j)}{(d_a + d_b) aN \times bN}$$

El segundo, Jaccard, calcula la similitud usando la presencia - ausencia de especies en dos sitios. Donde,  $a$  es el número de especies presentes en el sitio A,  $b$  es el número de especies presentes en el sitio B y  $c$  es el número de especies presentes en ambos sitios A y B.



## 7. RESULTADOS

### 7.1 Colibríes

En 82 hrs 30 min de esfuerzo de muestreo obtuve 265 registros de colibríes, de los cuales determiné hasta especie a 237. Estos registros correspondieron a ocho especies: *Cyananthus latirostris*, *Hylocharis leucotis*, *Amazilia violiceps*, *Lampornis clemenciae*, *Eugenes fulgens*, *Calothorax lucifer*, *Archilochus colubris* y *Archilochus alexandri*. Una especie, *A. violiceps*, la registré fuera de los trayectos.

La riqueza mensual de los colibríes varió a lo largo del año. De noviembre a marzo la riqueza fue menor (1-3 especies), y de abril a octubre la riqueza fue mayor (4-7 especies; Fig. 2).

El número de especies esperadas, a nivel paisaje, conjuntando los tipos de vegetación muestreados, según los modelos Chao 1 y Chao 2, es de 7 especies respectivamente (Fig. 3).

Las especies de colibríes presentes por tipo de vegetación varían. En matorral submontano observé seis especies (*C. latirostris*, *H. leucotis*, *A. violiceps*, *C. lucifer*, *A. colubris* y *A. alexandri*); en bosque de encino observé tres (*H. leucotis*, *L. clemenciae* y *E. fulgens*) y en bosque de pino-encino observé dos (*H. leucotis* y *E. fulgens*). El número de especies esperadas para el matorral submontano variaron entre 5 y 5.25 especies (índices Chao 1 y Chao 2, respectivamente; Fig. 4); para el bosque de encino y para el bosque de pino-encino, los índices estiman tres y dos especies respectivamente, un valor similar al observado (Fig. 5 y 6).

Las especies que fueron detectadas más tiempo (considerando número de meses) en la RBBM fueron *H. leucotis* (12 meses), *C. latirostris* (10), *C. lucifer* (8) y

*E. fulgens* (7). La presencia de cada especie por mes o por tipo de vegetación puede ser consultada en los Cuadros 1, 2, 3 y 4.

Cuatro especies de colibríes fueron abundantes (*C. latirostris*, *H. leucotis*, *E. fulgens* y *C. lucifer*), dos fueron comunes (*L. clemenciae* y *A. colubris*) y dos fueron raras (*A. violiceps* y *A. alexandri*). En cuanto a la estacionalidad, cuatro especies fueron residentes (*C. latirostris*, *H. leucotis*, *E. fulgens* y *C. lucifer*), tres migratorias (*L. clemenciae*, *A. colubris* y *A. alexandri*) y una ocasional (*A. violiceps*).

Los sitios más similares, considerando la abundancia (índice de Morisita-Horn) y la presencia-ausencia (índice de Jaccard), fueron el bosque de encino y el bosque de pino-encino y los sitios menos parecidos fueron el matorral submontano con el bosque de encino y con el bosque de pino-encino (Cuadro 5).

Otros detalles en extenso sobre los colibríes (e.g., tipos de vegetación usados en la RBBM y en el centro este de México, altitud de los registros en msnm y plantas de las que se alimentó cada especie) se presentan en el anexo 1.

## 7.2 Plantas

Registré 27 especies de plantas que fueron visitadas por colibríes (Cuadro 6). Las familias con más especies fueron: Cactaceae (6 especies), Labiatae (4), Asteraceae (3) y Scrophulariaceae (2). Veinticinco especies las localicé dentro de los trayectos y dos fuera de ellos, *Agave* sp. (Agavaceae) y una especie de la familia Apocynaceae (morfoespecie flor blanca).

La riqueza mensual de las especies de plantas visitadas por los colibríes varió a lo largo del año. De diciembre a febrero la riqueza fue menor (0-2 especies), y de marzo a noviembre la riqueza fue mayor (3-7 especies; Fig. 2).



En el MSM colecté 11 especies de plantas que fueron visitadas por colibríes y en el BE y BPE ocho especies en cada uno. En el caso de *Salvia amarissima* y *S. mexicana* las registré fuera de los trayectos en BPE y a *Penstemon barbatus* fuera de los trayectos de BE.

En el MSM y el BPE contabilicé 10 meses con plantas con flores visitadas por colibríes, mientras que en el BE siete meses.

Las plantas que tuvieron flores visitadas por colibríes por más meses, variaron por tipo de vegetación. *Stenocereus marginatus* (Cactaceae) presentó flores en el MSM en dos épocas, de febrero a abril y de septiembre a noviembre, siendo en la primer época cuando la cantidad de flores por individuo fue mayor. Para el BE *Salvia mycophylla* var. *neurepia* presentó flores en mayo, julio, agosto y octubre, y para el BPE, *S. elegans* las presentó en distintos meses (febrero, mayo, junio, julio, octubre y noviembre), mientras que *Cirsium ehrenbergii* las presentó en marzo, abril, mayo y julio (Cuadro 6). La similitud entre sitios fue de cero, debido a que los colibríes visitaron distintas especies de plantas en cada tipo de vegetación, sin embargo, en BE y BPE observé a tres especies de plantas compartidas, pero las especies no estuvieron en alguno de los trayectos de los dos tipos de vegetación, si no por fuera de ellos (ver Cuadro 6).

### 7.3 Interacciones

Registré 38 interacciones distintas entre colibríes y plantas (i.e., entre especies diferentes; Cuadro 7). En matorral submontano registré 17 interacciones, en BE 12 y en BPE nueve. Las especies de colibríes que visitaron más especies de plantas fueron: *H. leucotis* (visitó 13 especies de plantas), *C. latirostris* (nueve

especies) y *C. lucifer* y *E. fulgens* (cinco especies cada una). *Salvia mexicana* y *Stenocereus marginatus* fueron las especies de plantas que fueron visitadas por más especies de colibríes (tres especies cada una; Cuadro 7).

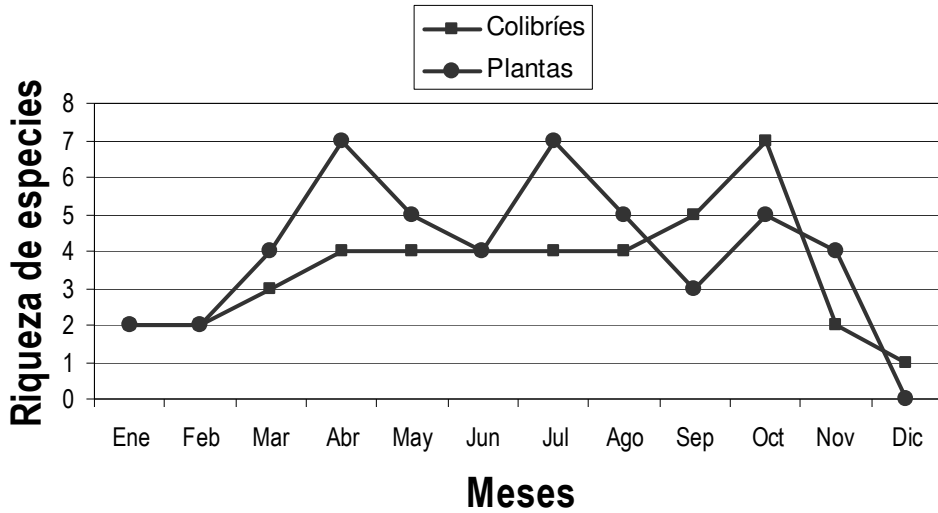


Figura 2.- Relación entre la riqueza de especies de colibríes y plantas visitadas por estos a nivel paisaje durante el año de estudio.

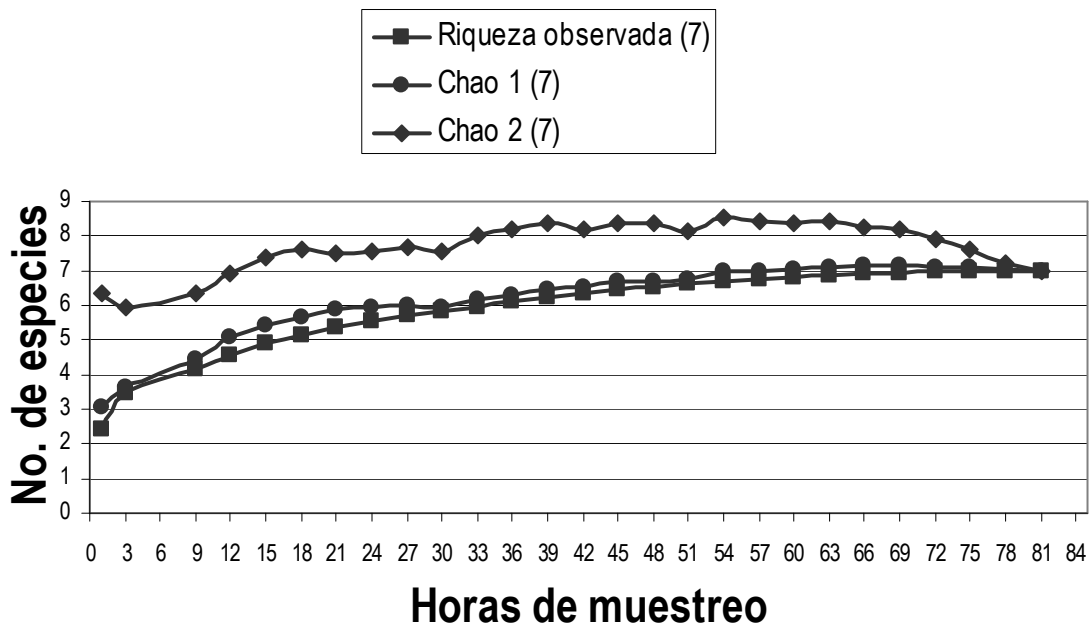


Figura 3. Curvas de acumulación de especies de colibríes para los datos correspondientes a tres tipos de vegetación de la RBBM (matorral submontano, bosque de encino y bosque de pino-encino). Se proyectan dos modelos de acumulación de especies (Chao 1 y Chao 2) ajustadas a la riqueza observada a nivel paisaje, el número dentro del paréntesis indica la riqueza observada y la riqueza esperada.

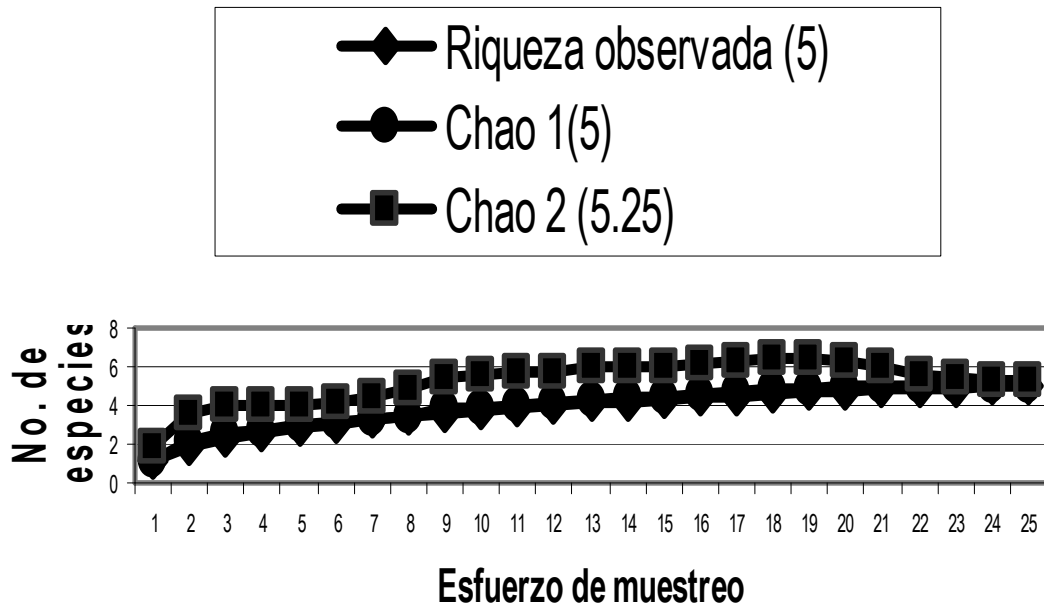


Figura 4. Curvas de acumulación de especies de colibríes para los datos correspondientes al matorral submontano de la RBBM. Se proyectan dos modelos de acumulación de especies (Chao 1 y Chao 2) ajustadas a la riqueza observada, el número dentro del paréntesis indica la riqueza observada y la riqueza esperada.

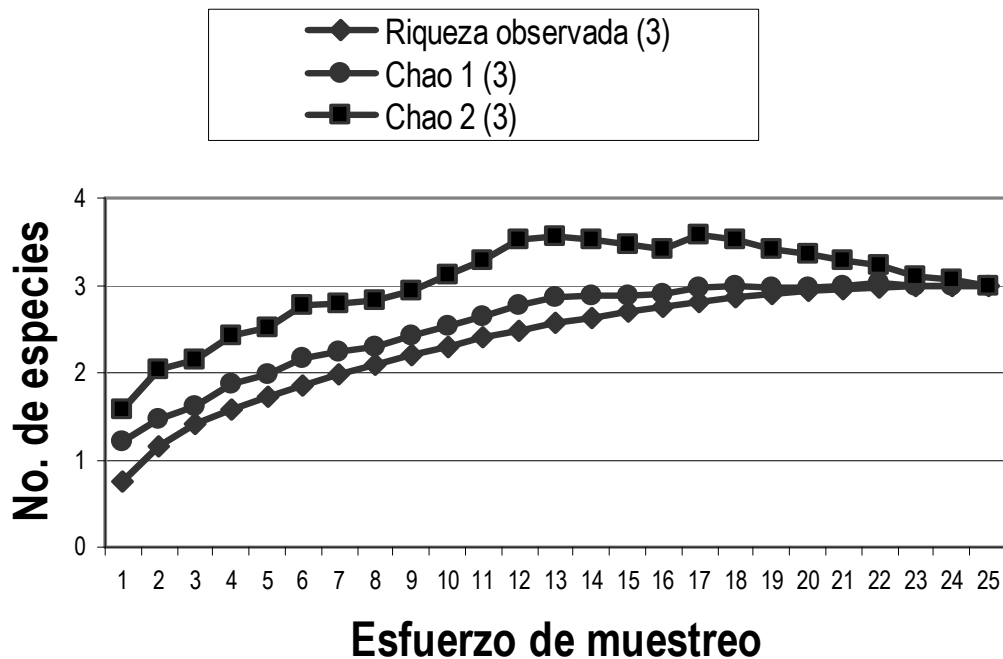


Figura 5. Curvas de acumulación de especies de colibríes para los datos correspondientes al bosque de encino de la RBBM. Se proyectan dos modelos de acumulación de especies (Chao 1 y Chao 2) ajustadas a la riqueza observada, el número dentro del paréntesis indica la riqueza observada y la riqueza esperada.

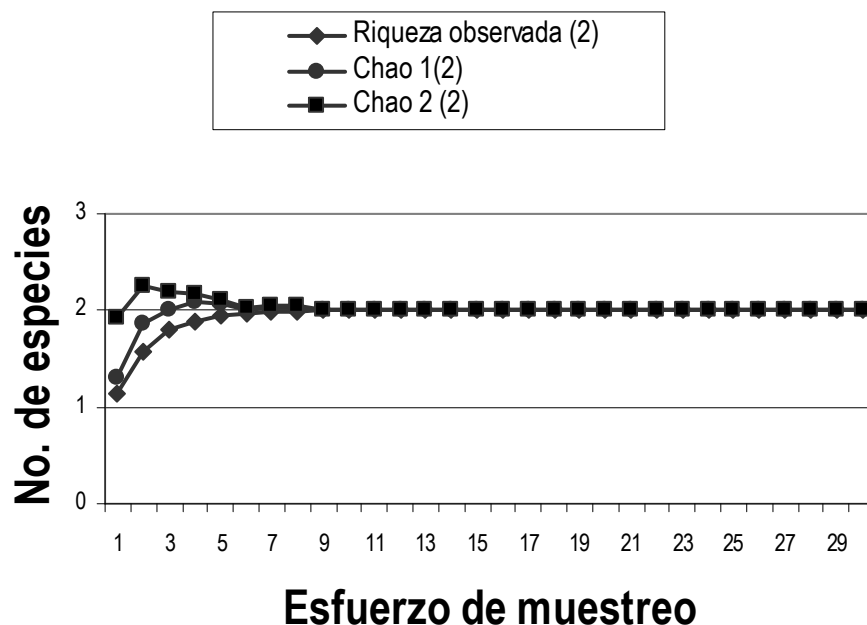


Figura 6. Curvas de acumulación de especies de colibríes para los datos correspondientes al bosque de pino-encino de la RBBM. Se proyectan dos modelos de acumulación de especies (Chao 1 y Chao 2) ajustadas a la riqueza observada, el número dentro del paréntesis indica la riqueza observada y la riqueza esperada.

Cuadro 1. Abundancia de especies de colibríes registradas en la RBBM durante 2004. Los valores indican número de avistamientos hechos para cada especie.

Especie de Colibrí	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<i>Cyananthus latirostris</i>		3	6	16	3	1	2	1	3	2	2	
<i>Hylocharis leucotis</i>	3	3	3	3	18	15	19	15	4	14	10	7
<i>Amazilia violiceps</i> *	1											
<i>Lampornis clemenciae</i>									10	2		
<i>Eugenes fulgens</i>				6	2	6	5	2	5	1		
<i>Calotorax lucifer</i>			6	7	6	4	1	2	1	5		
<i>Archilochus colubris</i>										9		
<i>Archilochus alexandri</i>										2		
Total de especies por mes	2	2	3	4	4	4	4	4	5	7	2	1

\* Especie no registrada en trayectos.

Cuadro 2. Abundancia de especies de colibríes registradas en el Matorral submontano de la RBBM durante 2004.

<b>Especie de Colibrí</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<i>Cyananthus latirostris</i>		3	6	16	3	1	2	1	3	2	2	
<i>Hylocharis leucotis</i>										3		
<i>Amazilia violiceps*</i>	1											
<i>Calotorax lucifer</i>			6	7	6	4	1	2	1	5		
<i>Archilochus colubris</i>										9		
<i>Archilochus alexandri</i>										2		
Total de especies por mes	1	1	2	2	2	2	2	2	2	5	1	0

\* Especie no registrada en trayectos.

Cuadro 3. Abundancia de especies de colibríes registradas en el Bosque de encino (BE) de la RBBM durante 2004.

<b>Especie de Colibrí</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<i>Hylocharis leucotis</i>	1				5	1	2	7	3	8	2	2
<i>Lampornis clemenciae</i>									10	2		
<i>Eugenes fulgens</i>							1		3			
Total de especies por mes	1	0	0	0	1	1	2	1	3	2	1	1

Cuadro 4. Abundancia de especies de colibríes registradas en el Bosque de pino-encino (BPE) de la RBBM durante 2004.

<b>Especie de Colibrí</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<i>Hylocharis leucotis</i>	2	3	3	3	13	14	17	8	1	3	8	5
<i>Eugenes fulgens</i>				6	2	6	4	2	2	1		
Total de especies por mes	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	1

Cuadro 5. Índices de similitud entre las comunidades de colibríes registradas en tres tipos de vegetación muestreados en la RBBM. Por encima de la diagonal se presenta el índice de Morisita-Horn y por debajo esta el índice de Jaccard.

	<b>MSM*</b>	<b>BE</b>	<b>BPE</b>
<b>MSM</b>	XXXXX	0.053	0.053
<b>BE</b>	0.142	XXXXX	0.915
<b>BPE</b>	0.166	0.666	XXXXX

\*Matorral submontano (MSM), Bosque de encino (BE) y Bosque de pino-encino (BPE)

INTERACCION COLIBRI – PLANTA

Cuadro 6.- Especies de plantas visitadas por los colibríes en tres tipos de vegetación de la RBBM. Se indica para cada especie la familia, el tipo de vegetación en el que estuvieron presentes y los meses en los que los colibríes las visitaron.

FAMILIA	ESPECIE	VEGETACIÓN	MESES
RUBIACEAE	<i>Bouvardia ternifolia</i>	BE	Ago
CARYOPHYLLIACEAE	<i>Silene laciniata</i>	BE	Ago
CACTACEAE	<i>Opuntia</i> sp. # 37	MSM	Abr
	<i>Opuntia</i> sp. # 38	MSM	Abr
	<i>Cylindropuntia imbricata</i>	MSM	Abr y Ago
	<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	MSM	Mar
	<i>Stenocereus dumortieri</i>	MSM	Abr y Nov
	<i>Stenocereus marginatus</i>	MSM	Feb - Mar - Abr - Sep - Oct y Nov
LYTHRACEAE	<i>Cuphea bustamanta</i>	BPE	Jun - Jul
ONAGRACEAE	<i>Fuchsia</i> sp.	BPE	Jun
FOUQUIERIACEAE	<i>Fouquieria splendens</i>	MSM	Mar
APOCYNACEAE	Apocynaceae 1	MSM	May
POLEMONIACEAE	<i>Loeselia mexicana</i>	BE	Nov
LABIATAE	<i>Salvia amarissima</i>	BE – BPE*	Jul Feb - May - Jun - Jul - Oct y
	<i>Salvia elegans</i>	BPE	Nov
	<i>Salvia mexicana</i>	BE – BPE*	Sep - Oct
	<i>Salvia mycrophylla</i> var. <i>neurepia</i>	BE	May - Jul - Ago y Oct
SOLANACEAE	<i>Nicotiana glauca</i>	MSM	Ene
SCROPHULARIACEAE	<i>Penstemon barbatus</i>	BE* - BPE	Jul
	<i>Penstemon gentianoides</i>	BPE	Jun y Sep
ACANTHACEAE	<i>Justicia</i> sp.	MSM	Oct
ASTERACEAE	<i>Cirsium raphilepis</i>	BPE	Abr
	<i>Cirsium ehrenbergii</i>	BPE	Mar - Abr - May y Jul
	<i>Senecio angulifolius</i>	BPE	Ene
AGAVACEAE	<i>Agave</i> . sp.	BE	May
	Especie 1	MSM	Jul
	Especie 2	BE	Ago

\* Indica que en este tipo de vegetación se observó a la especie de planta fuera de los trayectos.

INTERACCION COLIBRI – PLANTA

Cuadro 7. Matriz de interacciones colibrí – planta. Los números indican el número de veces que observé una interacción particular entre la especie de colibrí y planta correspondientes. El “\*” indica que las plantas, los colibríes o las interacciones fueron observadas fuera de los trayectos.

Plantas	Colibríes							
	<i>C. latirostris</i>	<i>H. leucotis</i>	<i>A. violiceps*</i>	<i>L. clemenciae</i>	<i>E. fulgens</i>	<i>C. lucifer</i>	<i>A. colubris</i>	<i>A. alexandri</i>
<i>Agave. sp. *</i>					1*			
<i>Bouvardia ternifolia</i>		1						
<i>Cirsium raphiolepis</i>		1						
<i>Cirsium ehrenbergii</i>		3			5			
<i>Cuphea bustamanta</i>		2						
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	4							
<i>Fouquieria splendens</i>						1*		
<i>Justicia sp.</i>							2	1
<i>Loeselia mexicana</i>		1						
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1							
<i>Nicotiana glauca</i>	1*		1*					
<i>Opuntia sp. 1</i>	8							
<i>Opuntia sp. 2</i>	1					1		
<i>Penstemon barbatus</i>					1			
<i>Penstemon gentianoides</i>					3			
<i>Fuchsia sp.</i>		1						
Especie 1	1					1		
Especie 2		1						
Apocynaceae 1*	1*							
<i>Salvia amarissima</i>		1						
<i>Salvia elegans</i>		8						
<i>Salvia mexicana</i>		4		6	2			
<i>Salvia mycrophylla var. neurepia</i>		9		2				
<i>Senecio angulifolius</i>		2						
<i>Silene laciniata</i>		1						
<i>Stenocereus dumortieri</i>	2					1		
<i>Stenocereus marginatus</i>	14					9	2	



## 8. DISCUSIÓN

En este trabajo doy a conocer información sobre las especies de colibríes presentes en tres tipos de vegetación de la RBBM, presento un listado de las especies de plantas de las cuáles se alimentaron, reportó las interacciones llevadas a cabo entre ambos grupos, y menciono dos nuevos registros de especies de colibríes en la zona. Mis resultados me permiten plantear nuevas hipótesis de trabajo, como la posibilidad de la migración altitudinal en colibríes presentes en la RBBM. Todo esto lo detallo a continuación.

### 8.1 Colibríes y plantas en el paisaje y por tipo de vegetación

A nivel paisaje, durante mi periodo de estudio en la RBBM, registré ocho especies de colibríes. El análisis de la curva de acumulación de especies predice siete, observando exactamente esas, por lo que se puede concluir (sensu Moreno 2001) que el esfuerzo de muestreo fue adecuado, ya que incluso el número de especies observadas superó el número de especies esperadas. Las especies que registré, además de otras tres reportadas previamente (*S. calliope*, *S. platycercus* y *S. sasin*; Sánchez 1978, Mancilla 1988, Garnica datos no publicados, Jessica Bravo-Cadena y Raúl Ortiz-Pulido com. pers), indican que en seis tipos de vegetación de la reserva (bosque tropical caducifolio de *Bursera morelensis*, matorral crasicaule de *Stenocereus dumortieri*, matorral crasicaule de *Myrtillocactus geometrizans*, matorral submontano, bosque de encino y bosque de pino-encino) y la vega de Metztitlán están presentes al menos 11 especies de colibríes (*C. latirostris*, *H. leucotis*, *A. violiceps*, *L. clemenciae*, *E. fulgens*, *C. lucifer*, *A. colubris*, *A. alexandri*, *S. calliope*, *S. platycercus* y *S. sasin*).

A nivel de tipo de vegetación, el esfuerzo de muestreo aparentemente también fue adecuado para detectar el número de especies esperadas. En el BE y el BPE el análisis de la curva de acumulación de especies predijo tres y dos especies, respectivamente, mismas que fueron registradas. Para el MSM el índice Chao 2 estimo 5.25 especies, pero en los trayectos registré cinco. La especie faltante puede ser *A. violiceps*, que observé fuera de los trayectos, por lo que no la tomé en cuenta para realizar los análisis.

## 8.2 Similitud de la RBBM con otros sitios

El área de estudio fue similar, en cuanto a la comunidad de colibríes, con cinco lugares (Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán [RBTC], matorral Xerófilo de Pachuca [MXP], Parque Nacional El Chico [PNEC], Parque Nacional La Malintzi [PNLM] y el centro de Veracruz) de clima y vegetación semejantes o cercanos a la RBBM, pero no fue semejante en cuanto a la comunidad de plantas.

En el caso de los colibríes, para toda la RBTC, una zona similar en vegetación y clima, se han registrado 13 especies, de las cuales nueve se comparten con la RBBM (las cuatro especies que no fueron registradas en la RBBM son *Amazilia tzacatl*, *A. viridifrons*, *Cyananthus sordidus* y *Calothorax pulcher*; Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996, Ornelas *et al.* 2002, Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003). En otro sitio similar en vegetación, el MXP, en Hidalgo, México, aproximadamente a 50 km de la RBBM, se han registrado siete especies, de las cuales cinco se comparten con la RBBM (las especies que no fueron registradas en la RBBM son *Colibrí thalassinus* y *Selasphorus rufus*; Mauricio-López 2005). Otros sitios cercanos a la RBBM, pero con vegetación y

clima más templado, también tienen semejanza con la composición de especies. Este es el caso de dos parques, el PNEC, en Hidalgo, México, en el que se han registrado seis especies, de las cuales cinco se comparten con la RBBM (la especie que no fue registrada en la RBBM es *C. thalassinus*; García datos no publicados), y el PNLM, en Tlaxcala, México, en el que se han registrado ocho especies, de las cuales seis se comparten con la RBBM (las especies que no fueron registradas en la RBBM fueron *C. thalassinus* y *S. rufus*; Lara 2006). En un sitio muy lejano, y con otro tipo de vegetación, localizado en el centro de Veracruz, se han registrado 20 especies, de las cuales seis están presentes en la RBBM (*C. latirostris*, *H. leucotis*, *L. clemenciae*, *E. fulgens*, *A. colubris* y *S. platycercus*; Ortiz-Pulido y Díaz 2001).

Para la comunidad de plantas la similitud con otros sitios fue muy baja, compartiéndose pocas especies, siendo *B. ternifolia* una de las más comúnmente compartida. Por ejemplo, en la RBTC los colibríes visitaron 31 especies de plantas, de éstas, sólo dos fueron utilizadas por colibríes en la RBBM (*M. geometrizzans* y *N. glauca*; Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996, Ornelas *et al.* 2002, Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003); en el MXP los colibríes visitaron seis especies de plantas, de las cuales, dos fueron visitadas en la RBBM (*B. ternifolia* y *L. mexicana*; Mauricio-López 2005); en el PNEC los colibríes visitaron sólo cuatro especies de plantas y dos de éstas fueron visitadas por los colibríes de la RBBM (*B. ternifolia* y *S. mycrophylla* var. *neurepia*; García datos no publicados); en el PNLM ocho especies de plantas han sido visitadas por los colibríes, de éstas, tres fueron visitadas en la RBBM (*B. ternifolia*, *P. gentianoides* y *S. elegans*; Lara 2006), y; en el centro de Veracruz los colibríes visitaron 16 especies de plantas, de

las cuales sólo *B. ternifolia* ha sido visitadas por los colibríes de la RBBM (Ortiz-Pulido y Díaz 2001).

En la actualidad conocemos los factores abióticos (vegetación, clima, temperatura, precipitación, altitud, tipo de suelo, la distancia entre los distintos sitios) que pueden estar interviniendo en la composición de las comunidades de colibríes y plantas visitadas por estos. Sin embargo, desconocemos que factores ecológicos, metapoblacionales o evolutivos pueden estar interviniendo en dicha composición tanto en la RBBM como en el centro este de México. Por lo que hace falta realizar estudios que nos lleven a conocer que otros factores, además de los abióticos, intervienen en la composición de las comunidades de colibríes y plantas.

El patrón de similitud entre diferentes áreas protegidas parece repetirse, de alguna forma, en una escala espacial inferior, al interior de la RBBM. Muchas especies de colibríes se comparten entre al menos dos tipos de vegetación (BE y BPE), pero no ocurre así con las especies de plantas. Así lo sugiere el análisis de los índices de similitud obtenidos entre los diferentes tipos de vegetación (Cuadro 5). Por ejemplo, la similitud entre BE y BPE es alta en cuanto a especies de colibríes (valor de 0.915; Cuadro 5), pero no lo es en cuanto a especies de plantas (valores de 0 si se consideran sólo las especies visitadas en los trayectos). La similitud alta en colibríes entre esos tipos de vegetación puede deberse a la cercanía física de estos sitios. Los sitios muestreados de BE y BPE están muy cerca entre sí (ca. 2.5 km), mientras que el MSM está lejos de los dos (ca. 10 km) y presenta un valor de 0.053 de similitud con los dos bosques. Ahora bien, esta similitud posiblemente no este influenciada por la comunidad de especies de plantas en cada sitio, pues los colibríes visitaron distintas especies de plantas en

cada tipo de vegetación. Por ejemplo, ninguna especie de planta visitada por colibríes en MSM está en BE y BPE; sólo dos especies (*Salvia amarissima* y *S. mexicana*) visitadas por colibríes en BE están en el BPE (y las registré fuera de los trayectos) y, sólo una especie (*Penstemon barbatus*) visitada en BPE está en BE (pero la registré también fuera de los trayectos). Además, en general, estas especies compartidas son muy poco abundantes. Por todo ello es necesario desarrollar más estudios que permitan determinar lo que condiciona la similitud entre las comunidades de colibríes entre los diferentes tipos de vegetación de la RBBM.

### 8.3 Interacciones

La identidad de los pares de especies estableciendo interacciones en la zona central y alta de la RBBM es similar a las que ocurren en otros sitios conforme estos lugares son más cercanos al área donde se desarrolló mi estudio. En el centro este de México se tienen registradas más de 245 interacciones distintas realizadas entre 29 especies de colibríes y cerca de 80 especies de plantas (ANEXO 2; Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996, Ortiz-Pulido y Díaz 2001, Ornelas *et al.* 2002, Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003, Mauricio-López 2005, Lara 2006, Garnica datos no publicados, García datos no publicados, Jessica Bravo-Cadena com. pers., y mis datos). En la RBBM se tienen registradas 72 interacciones entre 11 especies de colibríes y 36 especies de plantas (Garnica datos no publicados y este trabajo). La zona central oeste y alta de la RBBM, área comprendida por mi estudio, comparte siete interacciones (*C. latirostris* vs. *M. geometrizzans*, *N. glauca*, *S. dumortieri* y *S. marginatus*; y *C. lucifer* vs. *F.*

*splendens*, *S. dumortieri* y *S. marginatus*) con la zona central este de la RBBM (Garnica datos no publicados). El área de mi estudio es menos similar en este aspecto con el PNLM (Lara 2006), donde son similares tres interacciones (*H. leucotis* vs. *S. elegans* y *B. ternifolia*; y *E. fulgens* vs. *P. gentianoides*) y con el MXP y el PNEC (Mauricio-López 2005, García datos no publicados), sitios con los que comparte una sola interacción (*H. leucotis* vs. *B. ternifolia*). La zona central oeste y alta de la RBBM no comparte interacciones con área lejanas, como el centro de Veracruz (Ortiz-Pulido y Díaz 2001) y la RBTC (Ornelas *et al.* 2002, Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003).

Las especies de colibríes con más interacciones son prácticamente las mismas en diferentes sitios de la reserva, pero las especies de plantas con más interacciones no. Las especies que más interacciones establecieron en la RBBM durante mi trabajo son similares a las encontradas en otro estudio hecho en la zona central este de la reserva (Garnica datos no publicados). Durante mi trabajo registré que *H. leucotis*, *C. latirostris*, *C. lucifer* y *E. fulgens* fueron los colibríes que visitaron más especies de plantas (13, 9, 5 y 5 especies visitadas, respectivamente), mientras que en el trabajo de Garnica (datos no publicados) *H. leucotis*, *C. latirostris*, *C. lucifer* y *L. clemenciae* establecieron más interacciones (con 9, 12, 9 y 6 especies de plantas visitadas, respectivamente). En cuanto a plantas *S. marginatus* y *S. mexicana* fueron las especies de plantas visitadas por más especies de colibríes (tres especies cada una) durante mi estudio, mientras que en el trabajo de Garnica (datos no publicados) las más visitadas fueron *S. marginatus*, *S. dumortieri* y *Cnidocolus multilobus* (visitadas por 5, 5 y 4 especies, respectivamente). En síntesis, para dos estudios hechos en la RBBM (Garnica

datos no publicados y este trabajo) en cuanto a colibríes no existe diferencia en cuanto a quienes son los que interactúan con más especies de plantas, pero si existe diferencia entre los dos estudios en cuanto a las especies de plantas mas visitadas. Esto último puede deberse a que las especies de plantas tienden a no compartirse entre tipos de vegetación ni entre sitios distantes, como se presentó en párrafos anteriores.

Aparentemente para la RBBM, las especies de colibríes o de plantas que están en mayor número de tipos de vegetación tendrán mayor número de interacciones. Por ejemplo, *H. leucotis* fue registrada en cinco y *C. latirostris* y *C. lucifer* en cuatro de los seis tipos de vegetación estudiados, estas especies de colibríes podrían ser claves, pues podrían estar determinando la polinización de una gran parte de las especies de plantas. *Stenocereus dumortieri* se encuentra en cuatro y *S. marginatus* se encuentra en tres tipos de vegetación de los seis trabajados hasta ahora en la RBBM, estas especies de plantas podrían ser una fuente de alimento importante para los colibríes en la RBBM (Garnica datos no publicados y este trabajo). En otros sitios del centro este de México (MXP, PNEC, PNLM y RBTC) se pueden ubicar las especies de colibríes y plantas que tienen el mayor número de interacciones en cada zona (Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003, Mauricio-López 2005, Lara 2006, García datos no publicados), pero, debido a la falta de información, es difícil decir si estas mismas especies están en muchos tipos de vegetación en cada lugar.

Un análisis a un nivel taxonómico más alto, nivel de familia, indica que la familia Cactaceae es la más visitada por los colibríes en zonas áridas del centro este de México (Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003, Garnica datos sin publicar),

mientras que las más visitadas en zonas templadas son Labiatae, Scrophulariaceae y Rubiaceae. En la zona seca de la RBBM el 54.5% de las especies de plantas visitadas por colibríes durante mi estudio fueron cactáceas, algo similar a lo encontrado en otra zona seca de la RBBM (Garnica, datos no publicados) donde las cactáceas constituyeron el 40% de las especies de plantas visitadas por colibríes. Ocurre algo similar en la RBTC (Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003) donde las especies de cactáceas constituyen el 34% de las especies visitadas por colibríes. Contrariamente, en zonas templadas de la RBBM 43.8% de las especies de plantas pertenecen a las familias Labiatae, Scrophulariaceae y Rubiaceae, mientras que en zonas cercanas con el mismo clima (PNLM, PNEC) el 100% de las especies de plantas son de estas familias (Lara 2006, García datos no publicados, este estudio).

### **8.4 Nuevos registros**

En este trabajo confirmé la presencia de dos especies de colibríes para la RBBM (*Archilochus alexandri* y *A. colubris*) que previamente no habían sido reportadas de manera específica para la reserva (Sánchez 1978, Mancilla 1988, Garnica datos no publicados), aunque ya habían sido indicadas para la zona en trabajos generales a nivel de país (Howell y Webb 1995, Johnsgard 1997, Williamson 2001).

### **8.5 Posibilidad de migración altitudinal de colibríes en la RBBM**

La migración es el movimiento de poblaciones de aves que ocurren en un tiempo predecible de cada año, desde cientos de metros hasta miles de kilómetros,



de norte a sur o de este a oeste (Campbell y Lack 1985). Dentro de la RBBM es posible que varias especies de colibríes presenten migración altitudinal en la RBBM. Aun cuando este estudio no presenta evidencia directa sobre tales movimientos, sí aporta datos que lo sugieren. Un ejemplo de esto es lo reportado para *L. clemenciae*. Esta especie la registré en septiembre y octubre entre los 2,162 – 2,293 msnm (en BE) y de enero a junio a 1100-1300 msnm (en bosque tropical caducifolio; Garnica datos no publicados). Para áreas cercanas a la RBBM, sólo se tiene información para el PNEC donde se registró en abril entre 2600-2700 msnm (bosque de *Juniperus* y bosque de *Abies*; García, datos no publicados). En el PNLM *L. clemenciae* se cree que es una especie con movimientos altitudinales, pues se localiza de julio a agosto entre 2600-2800 msnm (en zonas de vegetación secundaria, cultivos y remanentes de bosque de pino y encino; Carlos Lara com. pers.), y de septiembre a diciembre se le registra entre 2900-3400 msnm (zonas de pino, vegetación secundaria y asociación pino-pastizal). Los meses restantes del año “seguramente se mueve a zonas bajas alrededor de La Malintzi” (Carlos Lara com. pers.). Sin embargo, hace falta realizar más estudios que permitan determinar si estos movimientos altitudinales ocurren en la RBBM. Utilizando sólo los datos obtenidos en mi estudio, se puede catalogar a esta especie como ocasional, o como migratoria, como lo hizo Garnica (datos no publicados), sin embargo, al unir los datos de ambos trabajos (este estudio y el de Garnica datos no publicados) se puede ver que *L. clemenciae* puede ser una especie residente para la RBBM que presenta una migración altitudinal en la zona. En general para el estado de Hidalgo *L. clemenciae* esté reportada como residente (Howell y Webb 1995).

Los movimiento altitudinales podrían estar ocurriendo también con *E. fulgens*. Esta especie está reportada en el mes de febrero entre los 1,100-1750 msnm (en matorral crassicaule con dominancia de *S. dumortieri*; Garnica datos no publicados) y en este estudio la observé de abril a octubre entre los 2,162-2,427 msnm (en BE y BPE). Si la migración altitudinal ocurre, esta podría deberse a que los colibríes se encuentran donde se localiza su alimento, lo que sugiere que la disponibilidad temporal y espacial de los recursos tiene una influencia en la presencia de los colibríes. En la RBBM las plantas florecen en diferentes meses del año en distintos tipos de vegetación. Por ejemplo, *L. clemenciae* en la zona alta de la reserva se alimentó de *S. mexicana*, planta que florece entre septiembre y octubre, y en la zona baja se registró (Garnica datos no publicados) visitando a tres especies de plantas: *S. dumortieri*, que florece de febrero a junio; *M. geometrizzans*, que florece de febrero a mayo, y; a una especie del género *Opuntia*, que florece de abril a junio. Esto podría determinar que los colibríes estén en uno o en otro sitio de la RBBM en busca de alimento.

### 9. CONCLUSIÓN

En este trabajo reporto información sobre ocho especies de colibríes presentes en la RBBM que interactuaron con 27 especies de plantas. Los análisis me permiten pensar que para el año en el que realicé las observaciones se registraron todas las especies de colibríes esperadas para cada tipo de vegetación estudiado en mi trabajo. Dos de estas especies de colibríes no habían sido reportadas para la zona (*A. alexandri* y *A. colubris*). Las ocho especies de colibríes y 27 especies de plantas establecieron 38 interacciones distintas; el MSM fue el

## INTERACCION COLIBRI – PLANTA

tipo de vegetación con más especies de colibríes, plantas e interacciones (cinco especies de colibríes, 11 especies de plantas y 17 interacciones distintas entre ambos grupos); seguido por el BE (con tres especies de colibríes, ocho especies de plantas y 12 interacciones distintas entre ambos grupos) y por último el BPE (con dos especies de colibríes, ocho especies de plantas y 9 interacciones distintas entre ambos grupos). A través de mi estudio obtuve datos que me permiten sugerir, pero no afirmar, que algunas especies de colibríes están efectuando migraciones altitudinales a lo largo del año en la RBBM.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

- AOU (American Ornithologists' Union). 1998. Check-list of North American birds. 7th ed. American Ornithologists' Union. Washington, D. C., EUA.
- AOU (American Ornithologists' Union). 2000. Forty-second Supplement to the American Ornithologists' Union. Check-list of North American birds. The Auk 117(3): 847-858.
- Arizmendi, M. del C. y Espinoza de los Monteros, A. 1996. Avifauna de los bosques de cactáceas columnares del Valle de Tehuacan, Puebla. Acta Zoológica Mexicana (s. n.) 67: 25-46.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. Programa de manejo Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. Primera edición. CONANP. México. D.F.
- Campbell, B. and Lack, E. 1985. A dictionary of birds. The British Ornithologists' Union. Buteo Books. Vermillion. EUA.
- Colwell, R. K. 2004. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7. University of Connecticut. EUA. Disponible en : <[purl.oclc.org/estimates](http://purl.oclc.org/estimates)>.
- Del Hoyo, J., A. Elliot, and J. Sargatal (Eds). 1999. Handbook of the birds of the world. Vol. 5, Barn-owls to Hummingbirds. Birdlife International and Lynx Edicions. Barcelona, España.
- Díaz, S. A. 2003. Variación espacio-temporal en la relación colibrí-planta a escalas y niveles múltiples. Tesis de licenciatura. Departamento de Química y Biología. Universidad de las Américas-Puebla. Cholula. Puebla, México.

- Emlen, J. T. 1971. Population densities of birds derived from transects counts. *Auk* 88 : 323-342.
- Fisher, A. D. 2002. Determinación de la abundancia y distribución de los colibríes de la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán durante el periodo Primavera-Verano. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla. Cholula, Puebla, México.
- García, D. A. Sin publicar. Colibríes del Parque Nacional El Chico.
- Garnica, G. I. Sin publicar. Colibríes en los tres tipos de vegetación con mayor área en la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztlán, Hidalgo, México.
- Howell, S. N. G. 2002. *Hummingbirds of North America. The Photographic Guide.* Princeton University Press. Princeton, N. J., EUA.
- Howell, S. N. G. y Webb, S. 1995. *A Guide to the Birds of Mexico and Northern in Central America.* Oxford University Press. Oxford, Reino Unido.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 1999. Síntesis geográfica del Estado de Hidalgo. Aguascalientes, México.
- Johnsgard, P.A. 1997. *The hummingbirds of North America.* Smithsonian Institution Press. Washington, D. C., EUA.
- Lara, C. 2006. Temporal dynamics of flowers use by hummingbirds in a highland temperate forest in Mexico. *Ecoscience*. 13 (1) 23-29.
- Mancilla, M. 1988. Estudio preliminar de la avifauna en el transecto Zacualtipan-Zoquizoquipan-San Juan Metztlán en el este de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma de México. México, D. F., México.

- Mauricio-López, E. 2005. Interacción colibrí-planta: Variación espacial en un matorral xerófilo de Hidalgo, México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Pachuca, Hidalgo, México.
- Moreno, E. C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. 1ª ed. Manuales & Tesis SEA. Cooperación Iberoamericana. CYTED, UNESCO, ORCYT. Sociedad Entomológica Aragonesa. 83 pp.
- National Geographic Society. 2002. Field guide to the birds of North America. 4ª ed. The National Geographic Society. Washington, D. C. EUA.
- Navarro-Sigüenza, A. G. y Peterson, A. T. 2004. An alternative species taxonomy of the birds of Mexico. *Biota Neotropica* 4: 1-32.
- Ornelas, J. F. y Arizmendi M. del C. 1995. Altitudinal migration: Implications for the conservation of the neotropical migrant avifauna of western Mexico. En Marcia H. Wilson and Steven A. Sader. 1995. Conservation of neotropical migratory birds in Mexico. UNAM-UMaine-USFWS/NBS.
- Ornelas, J. F., Ordano, M., Hernández, A., López, J. C., Mendoza, L. y Perroni, Y. 2002. Nectar oasis produced by *Agave marmorata* Roezl. (Agavaceae) lead to spatial and temporal segregation among nectarivores in the Tehuacán Valley, México. *Journal of Arid Environments*. 52: 37-51.
- Ortiz-Pulido, R. y Díaz, R. 2001. Distribución de colibríes en la zona baja del Centro de Veracruz, México. *Ornithological Neotropical* 12: 279-317.
- Ortiz-Pulido, R. y Martínez-García, V. 2006. A female Lucifer Hummingbird (*Calothorax Lucifer*) with iridescent chin feathers. *Journal of Field Ornithology*. 77 (1): 71-73.

- Ortiz-Pulido, R., Bravo-Cadena, J., Martínez-García, V. y Reyes-Santillán, D. Enviado. Avifauna de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán, Hidalgo, México. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.).
- Pellmyr, O. 2002. Pollination by animals. En Herrera, M. C. y Pellmyr, O. (Eds), *Plant-animal interactions, An Evolutionary Approach*. Blackwell Publishing. Oxford, U. K.
- Peterson, R. T. y Chalif, E. L. 1989. *Aves de México*. Ed. Diana. México, D. F. México.
- Richard C. Banks, Carla Cicero, Jon L. Dunn, Andrew W. Kratter, Pamela C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., James D. Rising y Douglas F. Stotz. 2002. AOU (American Ornithologists' Union). Forty-third Supplement to the American Ornithologists' Union. Check-list of North American birds. *The Auk* 119(3): 897-906.
- Richard C. Banks, Carla Cicero, Jon L. Dunn, Andrew W. Kratter, Pamela C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., James D. Rising y Douglas F. Stotz. 2003. AOU (American Ornithologists' Union). Forty-fourth Supplement to the American Ornithologists' Union. Check-list of North American. *The Auk* 120(3): 923-931.
- Richard C. Banks, Carla Cicero, Jon L. Dunn, Andrew W. Kratter, Pamela C. Rasmussen, J. V. Remsen, Jr., James D. Rising y Douglas F. Stotz. 2004. AOU (American Ornithologists' Union). Forty-fifth Supplement to the American Ornithologists' Union. Check-list of North American. *The Auk* 121: 985-995.

- Rzedowski, G. C. y Rzedowski, J. 2001. *Flora fanerogámica del Valle de México*. 2ª Ed., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México. 1406 pp.
- Rzedowski, G. C. y Rzedowski, J. 2003. Flora del Bajío y de regiones adyacentes. 2ª Ed., Instituto de Ecología, A. C. y la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Pátzcuaro, Michoacán, México.
- Sánchez, H. 1978. Manual de campo de cactaceas y suculentas de la barranca de Metztitlán, Hidalgo. Soc. Mex. Cact. Publicación de difusión Cultural 2: 1-86.
- Schuchmann, K. L. 1999. Family Troquilidae (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. Pp. 468-680.
- Sekercioglu, C. H., Daily, G. C. y Ehrlich, P. R. 2004. Ecosystem consequences of bird declines. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 101:18042-18047.
- Valle, O. I. 2002. Distribución y abundancia de los colibríes (Apodiformes, Trochilidae) durante el periodo Otoño-Invierno, en la Reserva de la Biosfera Tehuacan-Cuicatlán. Tesis de Licenciatura. Universidad de las Américas-Puebla. Cholula, Puebla, México.
- Villada, M. 1865. Estudios sobre la fauna de Pachuca, Real del Monte, Mineral del Chico y Barranca Honda. *En* Almaraz, R. (Ed.), Memorias de los trabajos ejecutados por la Comisión Científica de Pachuca en el año de 1864.



## INTERACCION COLIBRI – PLANTA

Edición facsimilar 1993. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.  
Pachuca, Hidalgo, México.

Williamson, S. L. 2001. Hummingbirds of North America. Peterson Field Guides.  
Houghton Mifflin Company. New York, EUA.

**ANEXO 1. Información de los colibríes registrados durante este estudio en la RBBM y análisis sobre los tipos de vegetación que usan en el centro este de México.**

Para cada una de las especies de colibríes registradas durante este estudio indico el tipo de vegetación en el cual la registré, rangos de altitud, meses en los que está presente, abundancia relativa, estacionalidad y las especies de plantas sobre las que la observé forrajeando en la RBBM. Los datos que se presentan para cada especie los tomé directamente de mi estudio, y, cuando esto no fue posible, de la siguiente bibliografía: Peterson y Chalif 1989, Howell y Webb 1995, Johnsgard 1997, Schuchmann 1999, Williamson 2001, Howell 2002, National Geographic Society 2002.

Cada especie de colibrí está presente en uno o varios tipos de vegetación en el centro este de México. Con la intención de ir delimitando estas preferencias, a continuación reporto un análisis para cada especie. Realicé este análisis considerando este trabajo, otro estudio realizado en la RBBM (Garnica datos no publicados), registros casuales (Raúl Ortiz-Pulido y Jessica Bravo-Cadena, com. pers.) y otros estudios llevados a cabo en lugares con clima y tipos de vegetación similares a la RBBM: Parque Nacional El Chico (PNEC), Hidalgo, (García datos no publicados), matorral xerófilo de Pachuca (MXP), Hidalgo (Mauricio-López 2005), Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán (RBTC), en Puebla y Oaxaca (Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003) y Parque Nacional la Malintzi (PNLM), Tlaxcala (Lara 2006). Para cada especie reporto el nombre científico y los tipos de vegetación en que se ha observado en la RBBM, PNEC, MXP, RBTC y PNLM.

***Cynanthus latirostris***

Especie abundante (39 registros) y residente para la RBBM. La registré en matorral submontano entre los 1530-1740 msnm, en los meses de febrero, marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto septiembre, octubre y noviembre, forrajeando sobre nueve especies de plantas (*Cylindropuntia imbricata*, *Myrtilocactus geometrizarans*, *Nicotiana glauca*, *Stenocereus dumortieri*, *Stenocereus marginatus*, *Opuntia* sp. 1, *Opuntia* sp. 2, Apocynaceae 1 y Especie 1). Las interacciones que registré con Apocynaceae 1 y con *N. glauca* las observé fuera de los trayectos pero dentro de los tipos de vegetación estudiados.

Especie registrada en zonas secas y bosques templados. Para la RBBM se ha observado en matorral submontano, matorral crassicaule con *S. dumortieri*, matorral crassicaule con *M. geometrizarans* y bosque tropical caducifolio con *B. morelensis*. En el PNEC se reporta en bosque de *Juniperus*, bosque de *Abies* y bosque de encino. Se encuentra en MXP. En la RBTC la reportan en cardonal de *Pachycereus weberi* (Cactaceae) con laderas de *Neobuxbaumia* spp. (Cactaceae), matorral espinoso con espinas laterales con *Prosopis juliflora* (Leguminoseae), matorral espinoso con espinas laterales perturbado con *Beaucarnea* spp. (Agavaceae), izotal perturbado y mexical. No se ha reportado en el PNLM.

***Hylocharis leucotis***

Especie abundante (114 registros) y residente en la RBBM. La observé en los tres tipos de vegetación entre 1530-2440 msnm. En el matorral submontano la registré en el mes de octubre; para el bosque de encino la observé en enero y de

mayo a diciembre; y para el bosque de pino-encino la registré durante todo el año. Es la especie con mayor número de especies de plantas visitadas (13 especies: *Bouvardia ternifolia*, *Cirsium raphilepis*, *Cirsium ehrenbergii*, *Cuphea bustamanta*, *Loeselia mexicana*, *Fuchsia* sp., Especie 2, *Salvia amarissima*, *S. elegans*, *S. mexicana*, *S. microphylla* var. *neurepia*, *Senecio angulifolius* y *Silene laciniata*).

Especie registrada en zonas secas y bosques templados. En la RBBM se ha observado en matorral submontano, bosque de encino, bosque de pino-encino, matorral crassicaule con *S. dumortieri* y en bosque tropical caducifolio con *B. morelensis*. En el PNEC se ha registrado en bosque de *Juniperus*, bosque de *Abies* y bosque de encino. Se ha observado en MXP. En la RBTC ha sido registrada en cardonal de *Escontria chiotilla* (Cactaceae), matorral espinoso con espinas laterales con *P. juliflora*, cardonal de *P. weberi* con laderas de *Neobuxbaumia* spp. e izotal perturbado. Para el PNLM se reporta en bosque de pino y bosque de pino-encino.

### ***Amazilia violiceps***

Especie rara (1 registro) y ocasional para la RBBM. La observé fuera de los trayectos del matorral submontano a los 1630 msnm. La registré en el mes de enero interactuando con *N. glauca*.

Especie reportada sólo en zonas secas. Fue registrada en la RBBM en matorral submontano, bosque tropical caducifolio de *B. morelensis* y la vega de Metztitlán. En la RBTC fue registrada en cardonal de *E. chiotilla*, cardonal de *P. weberi* con laderas de *Neobuxbaumia* spp., matorral espinoso con espinas laterales, matorral espinoso con espinas laterales perturbado con *Beaucarnea*

spp., mexical perturbado y mexical. No ha sido reportada para PNEC, MXP y PNLN.

### ***Lampornis clemenciae***

Especie común (12 registros) y migratoria para la RBBM. La registré en el bosque de encino entre 2170-2300 msnm. La observé en los meses de septiembre y octubre. Registré interacciones con dos especies de plantas (*S. mexicana* y *S. microphylla* var. *neurepia*).

Especie registrada en zonas secas y bosques templados. Ha sido observada en la RBBM en bosque de encino, matorral crassicaule con *M. geometrizzans* y bosque tropical caducifolio con *B. morelensis*. En el PNEC la reportan en bosque de *Juniperus*, bosque de *Abies* y bosque de encino. En la RBTC ha sido registrada en cardonal de *P. weberi* con laderas de *Neobuxbaumia* spp., matorral espinoso con espinas laterales perturbado con *Beaucarnea* spp., matorral espinoso con espinas laterales con *P. juliflora*, izotal perturbado y Jiotillal de *E. chiotilla*. Para el PNLN se ha registrado en bosque de pino y bosque de pino-encino. No ha sido registrada en MXP.

### ***Eugenes fulgens***

Especie abundante (27 registros) y residente en la RBBM. La observé en el bosque de encino en los meses de julio y septiembre, y en el bosque de pino-encino en abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, en un intervalo de los 2170-2440 msnm. Forrajeó sobre cinco especies de plantas (*Penstemon barbatus*, *P. gentianoides*, *S. mexicana*, *C. ehrenbergii* y *Agave* sp.). La interacción

entre *E. fulgens* y *Agave* sp. la registré fuera de los trayectos, pero dentro de un tipo de vegetación estudiado (BE).

Presente en zonas secas y bosques templados. En la RBBM ha sido registrada en bosque de encino, en bosque de pino-encino y matorral crassicaule con *S. dumortieri*. Para el PNEC ha sido reportada en bosque de *Juniperus*, bosque de *Abies* y bosque de encino. Se ha registrado en MXP. En la RBTC ha sido registrada en mexical, cardonal de *P. weberi* con laderas de *Neobuxbaumia* spp. y jiotillal de *E. chiotilla*. Para el PNLM se ha registrado en bosque de pino y bosque de pino-encino.

### ***Calothorax lucifer***

Especie abundante (32 registros) y residente en la RBBM. Esta especie la observé en matorral submontano entre 1530-1740 msnm, en los meses de marzo, abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. La observé forrajeando sobre cinco especies de plantas (*Fouquieria splendens*, *Opuntia* sp. 2, Especie 1, *S. dumortieri* y *S. marginatus*). La interacción con *Fouquieria splendens* (Fouquieriaceae) fue registrada fuera de los trayectos, pero dentro del matorral submontano.

Nota: En el periodo de anidación se observó a una hembra de *Calothorax lucifer* presentando un plumaje de macho juvenil, anidando con huevos. Esto fue registrado en el mes de mayo (Ortiz-Pulido y Martínez-García 2006).

Especie registrada sólo en zonas secas. Se reporta en la RBBM en el matorral submontano, matorral crassicaule con *S. dumortieri*, matorral crassicaule con *M. geometrizzans* y bosque tropical caducifolio con *B. morelensis*. Ha sido

observada en MXP y en la RBTC ha sido reportada en izotal perturbado y matorral espinoso con espinas laterales. No ha sido registrada para el PNEC y el PNLM.

***Archilochus colubris***

Especie común (nueve registros) y migratoria en la RBBM. Esta especie la observé en matorral submontano entre 1530-1740 msnm, en el mes de octubre, forrajeando sobre *Justicia* sp. y *S. marginatus*.

Especie reportada en zonas secas y bosques templados. Ha sido registrada en la RBBM en matorral submontano. Ha sido reportada para MXP, y en la RBTC se registró en matorral espinoso con espinas laterales perturbado con *Beaucarnea* spp., en izotal con *Beaucarnea* spp, cardonal de *P. weberi* y laderas de *N. tetetzo* (Cactaceae). En el PNLM se registró en bosque de pino y en bosque de pino-encino. No ha sido reportada para el PNEC.

***Archilochus alexandri***

Especie rara (2 registros) y migratoria en la RBBM. Esta especie la observé en matorral submontano entre 1530-1740 msnm, en el mes de octubre, forrajeando sobre *Justicia* sp.

Especie reportada sólo en zonas secas. Ha sido registrada en matorral submontano para la RBBM. No ha sido reportada para el PNEC, MXP, RBTC y PNLM.

**Existen otras especies presentes en la reserva, pero que no registré durante mi estudio. Aquí sólo presento la revisión sobre los tipos de vegetación que usan estas especies en el centro este de México.**

***Stellula calliope***

Registrada sólo en zonas secas. Ha sido observada en la RBBM en matorral crassicaule con *S. dumortieri*. No ha sido registrada en PNEC, en MXP, en RBTC y en PNLN.

***Selasphorus platycercus***

Registrada en zonas secas y bosques templados. Ha sido observada en la RBBM en la vega (Sánchez 1978). En el PNEC ha sido registrada en bosque de *Juniperus*. En la RBTC ha sido registrada en matorral espinoso con espinas laterales, matorral espinoso con espinas laterales perturbado con *Beaucarnea* spp., izotal con *Beaucarnea* spp. y agrupaciones de plantas arbóreas de zonas bajas. En el PNLN ha sido registrada en bosque de pino y bosque de pino-encino. Ha sido reportada en MXP.

***Selasphorus sasin***

Registrada en zonas secas y bosques templados. Ha sido registrada en la RBBM en matorral crassicaule con *S. dumortieri*. En el PNLN ha sido registrada en bosque de pino y bosque de pino-encino. Ha sido registrada en MXP, pero no en el PNEC y en RBTC.



**ANEXO 2. Matriz de interacciones colibrí-planta, registradas en el centro este de México** (sensu Arizmendi y Espinosa de los Monteros 1996, Ortiz-Pulido y Díaz 2001, Ornelas *et al.* 2002, Fisher 2002, Valle 2002, Díaz 2003, Mauricio-López 2005, Lara 2006, Garnica datos no publicados, García datos no publicados, Jessica Bravo com. pers., y este estudio). Para morfoespecies no determinadas hasta especie se indica entre paréntesis el o los autores de su reporte de interacción con colibríes. Los números en las celdas donde se interceptan especies de colibríes y plantas indican el número de veces que se observo la interacción.

INTERACCIONES	COLIBRÍES																														
	<i>Cyananthus latirostris</i>	<i>Cyananthus sordidus</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	<i>Amazilia violiceps</i>	<i>Amazilia viridifrons</i>	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Calothorax sp. *</i>	<i>Calothorax pulcher</i>	<i>Calothorax lucifer</i>	<i>Archilochus colubris</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Selasphorus sasin</i>	<i>Selasphorus rufus</i>	<i>Colibri thalassinus</i>	<i>Stellula calliope</i>	<i>Archilochus alexandri</i>	<i>Amazilia cyanocephala</i>	<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Amazilia candida</i>	<i>Amazilia yucatanensis</i>	<i>Lampornis amethystinus</i>	<i>Doricha eliza</i>	<i>Tilmatura dupontii</i>	<i>Phaethornis longuemareus</i>	<i>Campylopterus curvipennis</i>	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	<i>Anthracothorax prevostii</i>	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	
PLANTAS																															
Acanthaceae (Fisher 2002)			1	1					1																						
Acanthaceae sp. 1 (Díaz 2003)	1							1																							
Acanthaceae sp. 2 (Díaz 2003)	2							2																							
Agavaceae (Fisher 2002)	1					1		1																							
<i>Agave marmorata</i>	1	1	1			1		1		1																					
<i>Agave sp.</i> (este trabajo)			1																												
<i>Agave sp.</i> (Garnica datos no publicados)	1			1							1																				
<i>Agave sp.</i> 1 (Díaz 2003)						1		1																							
<i>Bouvardia ternifolia</i>	1		2	4			1			1	1					2															
Caesalpiniaceae (Fisher 2002)			1	1								1																			
<i>Castilleja scorzonerifolia</i>			2	3							1	1	1	1	1																
<i>Castilleja tenuiflora</i>	1		2	3							1	1	1	1	1																
<i>Ceiba parvifolia</i>						1																									
<i>Cephalocereus senilis</i>					1	3		2	2	1	1		2		1																
<i>Cerdium praecox</i>	3	1	2	1	1	3		2	2	1			2		1																
<i>Cirsium ehrenbergii</i>			1	1																											
<i>Cirsium raphilepis</i>				1																											
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	3	1		1		1					1																				

	<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Cynanthus sordidus</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	<i>Amazilia violiceps</i>	<i>Amazilia viridifrons</i>	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Calothorax sp.</i>	<i>Calothorax pulcher</i>	<i>Calothorax lucifer</i>	<i>Archilochus colubris</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Selasphorus sasin</i>	<i>Selasphorus rufus</i>	<i>Colibri thalassinus</i>	<i>Stelula calliope</i>	<i>Archilochus alexandri</i>	<i>Amazilia cyanocephala</i>	<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Amazilia candida</i>	<i>Amazilia yucatanensis</i>	<i>Lampornis amethystinus</i>	<i>Doricha eliza</i>	<i>Tilmatura dupontii</i>	<i>Phaethornis longuemareus</i>	<i>Campylopterus curvipennis</i>	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	<i>Anthracothorax prevostii</i>	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	
<i>Conostegia xalapensis</i>																															1
<i>Cuphea bustamanta</i>				1																											
<i>Cylindropuntia imbricata</i>	2																														
<i>Escontria chiotilla</i>	2	2		2	1	2																									
Apocynaceae 1 (este trabajo)	1																														
Especie 1 (este trabajo)	1										1																				
Especie 2 (este trabajo)				1																											
Flor roja (Garnica datos no publicados)	1			1				1			1																				
Flor roja Bromelia (Garnica datos no publicados)	1																														
Flor rosa (Garnica datos no publicados)								1																							
<i>Fouquieria splendens</i>	1										1																				
<i>Fuchsia sp.</i> (este trabajo)				1																											
<i>Hamelia patens</i>			1		1																										
<i>Hechtia podantha</i>	1																														
<i>Ipomoea arborea</i>																															
<i>Ipomoea pauciflora</i>								1			1																				
<i>Ipomoea arborecens</i>	1	1	1					1		1	1																				
<i>Ipomoea sp.</i> 1 (Díaz 2003)	1																														

	<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Cynanthus sordidus</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	<i>Amazilia violiceps</i>	<i>Amazilia viridifrons</i>	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Calothorax sp.</i>	<i>Calothorax pulcher</i>	<i>Calothorax lucifer</i>	<i>Archilochus colubris</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Selasphorus sasin</i>	<i>Selasphorus rufus</i>	<i>Colibri thalassinus</i>	<i>Stelula calliope</i>	<i>Archilochus alexandri</i>	<i>Amazilia cyanocephala</i>	<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Amazilia candida</i>	<i>Amazilia yucatanensis</i>	<i>Lampornis amethystinus</i>	<i>Doricha eliza</i>	<i>Tilmatura dupontii</i>	<i>Phaethornis longuemareus</i>	<i>Campylopterus curvipennis</i>	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	<i>Anthracothorax prevostii</i>	<i>Chlorostilbon canivetii</i>
<i>Ipomoea stans</i>	1			1																										
<i>Ixora accidentalis</i>	1																													
<i>Justicia</i> sp. (este trabajo)												1						1												
Labiada morada (Garnica datos no publicados)	1																													
Labiada sp. 1 (Díaz 2003)			1				1	1																						
Labiada sp. 3 (Valle 2002)			1																											
<i>Leonotis nepetifolia</i>						1																								
<i>Loeselia mexicana</i>				1							1																			
Loranthaceae (Fisher 2002)		1																												
<i>Luehea candida</i>					1																									
<i>Malva viscus arboreus</i>	1				1																	1		1						
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	2	2						1		1	1																			
<i>Neobuxbaumia mezcalaensis</i>						1																								
<i>Neobuxbaumia scoparia</i>					1																	1		1						1
<i>Nicotiana glauca</i>	2	3	3	1	3	3	3				1				1															
<i>Opuntia huajuapensis</i>	1					1																								
<i>Opuntia hyptiacantha</i>	2	1				1																								
<i>Opuntia pilifera</i>	2	2				1		1																						

	<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Cynanthus sordidus</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	<i>Amazilia violiceps</i>	<i>Amazilia viridifrons</i>	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Calothorax sp.</i>	<i>Calothorax pulcher</i>	<i>Calothorax lucifer</i>	<i>Archilochus colubris</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Selasphorus sasin</i>	<i>Selasphorus rufus</i>	<i>Colibri thalassinus</i>	<i>Stelula calliope</i>	<i>Archilochus alexandri</i>	<i>Amazilia cyanocephala</i>	<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Amazilia candida</i>	<i>Amazilia yucatanensis</i>	<i>Lampornis amethystinus</i>	<i>Doricha eliza</i>	<i>Tilmatura dupontii</i>	<i>Phaethornis longuemareus</i>	<i>Campylopterus curvipennis</i>	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	<i>Anthracothorax prevostii</i>	<i>Chlorostilbon canivetii</i>	
<i>Opuntia</i> sp 1 (este trabajo)	1																														
<i>Opuntia</i> sp 2 (este trabajo)	1										1																				
<i>Opuntia</i> sp (Garnica datos no publicados)	1			1				1			1																				
<i>Opuntia</i> sp. (Mauricio-López 2005)			1								1																				
<i>Opuntia tehuacana</i>						1																									
<i>Opuntia velutina</i>						1																									
<i>Palicourea padifolia</i>	1				1								1						1												1
<i>Penstemon barbatus</i>			1																												
<i>Penstemon campanulatus</i>				1							1																				
<i>Penstemon gentianoides</i>			2	1				1				1				1															
<i>Penstemon roseus</i>			1	2				2				1	1	1	1	2															
<i>Phaseolus</i> sp. (Ortiz-Pulido y Díaz 2003)																								1							
<i>Prosopis juliflora</i>	1								1																						
<i>Prunella vulgaris</i>			1	1									1	1	1																
<i>Salvia amarissima</i>				1																											
<i>Salvia coccinea</i>					1																	1		1							
<i>Salvia elegans</i>			1	2				1			1	1	1	1	1																
<i>Salvia mexicana</i>			1	1				1																							

	<i>Cynanthus latirostris</i>	<i>Cynanthus sordidus</i>	<i>Eugenes fulgens</i>	<i>Hylocharis leucotis</i>	<i>Amazilia tzacatl</i>	<i>Amazilia violiceps</i>	<i>Amazilia viridifrons</i>	<i>Lampornis clemenciae</i>	<i>Calothorax sp.</i>	<i>Calothorax pulcher</i>	<i>Calothorax lucifer</i>	<i>Archilochus colubris</i>	<i>Selasphorus platycercus</i>	<i>Selasphorus sasin</i>	<i>Selasphorus rufus</i>	<i>Colibri thalassinus</i>	<i>Stelula calliope</i>	<i>Archilochus alexandri</i>	<i>Amazilia cyanocephala</i>	<i>Amazilia beryllina</i>	<i>Amazilia candida</i>	<i>Amazilia yucatanensis</i>	<i>Lampornis amethystinus</i>	<i>Doricha eliza</i>	<i>Tilmatura dupontii</i>	<i>Phaethornis longuemareus</i>	<i>Campylopterus curvipennis</i>	<i>Campylopterus hemileucurus</i>	<i>Anthracothorax prevostii</i>	<i>Chlorostilbon canivetii</i>		
<i>Salvia mocinoi</i>			1	1																												
<i>Salvia microphylla</i> var. <i>neurepia</i>			1	1				1							1																	
<i>Salvia pruneloides</i>				1								1										1		1								
<i>Salvia purpurea</i>				1	1							1										1		1								
<i>Salvia</i> sp. 2 (Díaz 2003)							1																									
<i>Senecio angulifolius</i>				1																												
<i>Silene laciniata</i>				1																												
<i>Solanum tridynamun</i>																							1									
<i>Stachys coccinea</i>											1																					
<i>Stenocereus dumortieri</i>	2		1	1				1			2																					
<i>Stenocereus marginatus</i>	2			1				1			2	1					1															
<i>Stenocereus pruinosus</i>	1		1		1	1		1	1			1																				
<i>Stenocereus stellatus</i>	1	2																														
<i>Tecoma stans</i>	1																															
<i>Tillandsia</i> sp. (Ortiz-Pulido y Díaz 2003)																						1										
<i>Triumpheta speciosa</i>																							1									