



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
IZTACALA

“Efecto de los ladrones de néctar (Acari: Ascidae: Mesostigmata) sobre la biología reproductiva de *Euphorbia cymbifera* (Schltdl) V.W. Steinm 2003, en Santa Maria Tecomavaca, Oaxaca”.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

B I Ó L O G O

P R E S E N T A:

**MARTHA ARACELI JAIMES GARDUÑO**

ASESOR: DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA



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.

## Agradecimientos

Agradezco infinitamente a la Dra. Ma. del Coro Arizmendi Arriaga, por la paciencia, la dirección y sus comentarios externados para la realización del presente trabajo.

Al jurado por las sugerencias y críticas que ayudaron en la redacción.

A la M. en C. Griselda Montiel Parra por su tiempo y asesoría para la identificación de ácaros en el la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) del Instituto de Biología, UNAM y sus comentarios al manuscrito.

Al Dr. Raúl Cueva por su asesoría en el análisis de datos.

A los compañeros del laboratorio de Ecología (UBIPRO) Carlos, Rafael, Lizbeth, Beto, Ana, Miguel; a los chicos del Politécnico, Manuel y Alberto por la gran solidaridad mostrada en la toma de datos.

A Claudia y María por las enseñanzas y apoyo manifestado.

**A mi familia, mis padres y hermanos.  
A mis amigos**

## Índice

<b>Resumen</b>	2
<b>Introducción</b>	3
<b>Antecedentes</b>	5
<b>Objetivos</b>	7
a.General	7
b.Particulares	7
<b>Área De Estudio</b>	8
<b>Planta De Estudio</b>	10
<b>Métodos</b>	11
a. Biología floral	11
b. Visitantes florales	12
c. Producción de néctar y semillas	15
<b>Resultados</b>	18
a. Biología floral	18
b. Visitantes florales	20
c. Volumen y concentración de néctar	24
d. Néctar y visitas florales	30
e. Producción de semillas	34
<b>Discusión</b>	36
<b>Conclusiones</b>	43
<b>Literatura Citada</b>	44
<b>Apéndice</b>	51

## Resumen

Las interacciones colibrí-planta pueden ser afectadas por organismos antagonistas que sustraen ilegítimamente el néctar de las flores sin participar en la polinización. Por tanto, el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del ácaro *Tropicoseius chiriquensis* en la biología reproductiva de *Euphorbia cymbifera*. La producción de néctar de la planta no mostró diferencias estadísticas entre el volumen de néctar, pero sí en la calidad del mismo ante la presencia de *T. chiriquensis*. Nuestros datos no confirman que la presencia de los ácaros florales influya en el comportamiento de forrajeo de los colibríes, ni que la producción de semillas de la planta se vea afectada de forma substancial por la disminución de las visitas de polinizadores causada por decrementos en la recompensa. Con lo anterior podemos inferir que éste ácaro actúa dentro de la interacción mutualista colibrí-planta, como un organismo comensalista no estricto.

## Introducción

A nivel ecológico, los colibríes son polinizadores importantes de muchas especies de plantas con flor en el nuevo mundo, pudiendo establecer tanto relaciones altamente especializadas como más generalistas, con las plantas que visitan. La abundancia y diversidad de estos animales están estrechamente relacionadas con la abundancia de los recursos alimenticios (néctar principalmente). De hecho, los cambios estacionales en la abundancia de las flores polinizadas por los colibríes, se correlacionan estrechamente con los cambios en la composición de las comunidades de colibríes, quienes migran altitudinal y latitudinalmente siguiendo los picos de floración (Des Granges, 1978; Feinsinger, 1978; Stiles, 1981; Arizmendi y Ornelas, 1990; Arizmendi, 2001).

La estrecha relación planta- colibrí ha sido tradicionalmente vista como un modelo de mutualismo, en donde las plantas dependen del servicio de polinización del ave para el mantenimiento del flujo del polen, promoción del entrecruzamiento y la variabilidad genética entre las poblaciones de plantas que visitan (Feinsinger, 1987), ofreciendo como pago por ello una recompensa energética, el néctar. Éste mutualismo es explotado por terceros, una gran variedad de “visitantes ilegítimos”, tales como abejas, hormigas, algunas especies de passerinas, otros colibríes e incluso bacterias (Arizmendi *et al.*, 1996; Lara y Ornelas, 2001). Tales visitantes consumen polen que se pierde en términos reproductivos y disminuyen la cantidad de recompensa por flor (Colwell, 1995; Paciorek *et al.*, 1995; Lara y Ornelas, 2001, 2002; Lara, 2004). Por consiguiente, la armonía del mutualismo planta- colibrí se ve alterada por la presencia de estos antagonistas.

En flores con el síndrome de ornitofilia, es decir flores tubulares y de color rojo o conspicuo con el medio (Faegri y Van de Pijl, 1979 *citado en* Arizmendi, 1986; Chávez, 1999), los robadores de néctar más comunes son los ácaros florales de colibrí (Acari: Mesostigmata: Ascidae).

Los ácaros, durante los 7-12 días que dura su ciclo de vida (Colwell y Naeem, 1994), viven dentro de la corola de la planta hospedera específica. En

ésta corola, se alimentan de néctar, exudados de polen, buscan pareja, se reproducen y dejan sus huevos dentro o cerca de ella (Micherdzinski y Lukoschus, 1980; Colwell, 1986a; Heyneman *et al.*, 1991). Los adultos y algunas deutoninfas de ambos sexos, se suben a los picos de los colibríes visitantes, caminan y se adentran a las cavidades nasales de las aves (nostrilos) y salen de allí únicamente hasta que perciben una señal apropiada que los induce a desembarcar en una nueva flor o inflorescencia de una particular especie de planta (Colwell, 1986b).

Se sabe que en las flores con una alta producción de inflorescencias, los ácaros pueden recorrer por si mismos pequeñas distancias entre las flores de una misma inflorescencia, siendo la foresia, el mecanismo principal por el cual se mueven entre ellas (Colwell, 1979a, 1986b; Proctor y Owens, 2000).

En el primer registro de ácaros foréticos de colibríes pertenecientes a la familia Ascidae, Baker y Yunker (1964) describieron 11 nuevas especies de ácaros encontrados en los nostrilos de los colibríes Venezolanos y Panameños; ubicándolas en dos nuevos géneros, *Rhinoseius* (una especie) y *Tropicoseius* (diez especies). En una revisión posterior de la familia, Lindquist y Evans (1965) sinonimizan *Tropicoseius* con *Rhinoseius* y redefinen el género. Fain *et al.* (1977), hacen una nueva revisión sistemática a partir de una colección de aves mexicanas. Los ácaros analizados los sitúan en tres géneros, *Rhinoseius* Baker and Yunker (1964); *Proctolaelaps* Berlese (1923) y *Lasioseius* Berlese (1916). De estos tres géneros, *Rhinoseius* es el único que se considera exclusivo de colibríes o de flores polinizadas por colibríes (Naeem *et al.*, 1985).

La presencia de ácaros en flores polinizadas por colibríes ha sido ampliamente estudiada (Baker y Yunker, 1964; Hunter, 1972; Fain *et al.*, 1977; Colwell, 1979b; Naskrecki y Colwell, 1995; Radovsky, 1998); sin embargo, los efectos de la relación aún no han sido analizados en detalle.

En México, la situación no difiere pues los trabajos realizados referentes a ácaros foréticos son principalmente descriptivos por lo que son escasos los estudios que se enfocan en la relación ácaro- colibrí- flor. Además, estos estudios se concentran en zonas de climas templados (Colwell, 1995; Lara y Ornelas, 2001; García-Franco *et al.*, 2001), desconociéndose sus efectos en ambientes más áridos

## Antecedentes.

Algunos estudios sugieren que se genera una intensa competencia ácaro - colibrí por el néctar secretado por la planta hospedera y que la presencia de ácaros reduce potencialmente el éxito reproductivo de la planta (Paciorek *et al.*, 1995). Lara y Ornelas (2001 y 2002), reportan que la disponibilidad de néctar se ve reducida por arriba del 50% en presencia de ácaros florales (*Tropicoseius* sp.) en *Moussonia deppeana* (Gesneriaceae). Esto afecta directamente el forrajeo del colibrí y puede perjudicar indirectamente la transmisión de polen. Colwell (1995) concluye en un estudio similar, que juntos ácaro y colibrí consumen cerca del 85% del total de néctar producido por *Hamelia patens*.

Paciorek *et al.* (1995), reportan las primeras estimaciones de polen consumido por *Proctolaelaps kirmsei*. Ellos concluyen que aproximadamente el 16% del polen de *Hamelia patens* (Rubiaceae) es consumido por el ácaro floral, cuando éste no tiene acceso al néctar de la planta. Dicha estimación, sugiere que *P. kirmsei* tiene un efecto negativo sobre la interacción con *H. patens*, pues reduce el éxito de la fase masculina de ésta planta, al disminuir la cantidad de polen disponible para su dispersión. Está información es importante, ya que *H. patens* no es autocompatible y *P. kirmsei* no participa en la polinización.

García-Franco *et al.* (2001), condujeron un estudio sobre la relación entre ácaros florales de colibrí y algunas especies de bromelias en un bosque de niebla en el estado de Veracruz, México. En el transcurso de la investigación documentaron la interacción planta-ácaro-colibrí, así como las características del néctar (concentración de azúcar) de las bromelias, especialmente de *Tillandsia* spp. (Bromeliaceae). Los autores encontraron que entre las seis especies de *Tillandsia* examinadas, la concentración de néctar no tiene una diferencia significativa. Todas las especies presentaban ácaros polífagos, ya sea alguna de las dos especies de *Tropicoseius* (*T. ornatus*, *T. peregrinator*) o *Proctolaelaps* sp. Además, observaron que el movimiento de estos organismos depende de la

longevidad de la flor (el periodo en el cual la flor se encuentra en buenas condiciones y sigue produciendo néctar) y el número de flores producidas por individuo.

## Objetivos

### a. Objetivo general.

Determinar el efecto de la presencia de ácaros florales (Ascidae: Mesostigmata) sobre la biología reproductiva de *Euphorbia cymbifera* (Schtdl) V.W. Steinm.

### b. Objetivos particulares.

1. Identificar la especie de ácaro y especies de colibríes visitantes.
2. Determinar el efecto de la presencia de los ácaros florales sobre el comportamiento de forrajeo del colibrí visitante.
3. Determinar el efecto de la presencia de ácaros florales en la producción de néctar y semillas en *Euphorbia cymbifera*.

## Hipótesis.

La presencia de ácaros florales tendrá un efecto negativo sobre las tasas de visita de los colibríes, disminuyendo la cantidad de recompensa producida por flor.

La existencia de ácaros florales en *Euphorbia cymbifera* provocará cambios significativos en las técnicas de forrajeo de los colibríes, lo cual puede afectar tanto negativa como positivamente la adecuación de las plantas y puede influir sobre la distribución del polen transportado por ellos y las tasas de entrecruzamiento.

La interacción entre colibríes y ácaros, puede tener efectos negativos sobre la producción de semillas de las plantas, disminuyendo su adecuación (éxito reproductivo). La producción de semillas de *E. cymbifera* se verá disminuida por los cambios en las técnicas de forrajeo de los colibríes.

## Área de estudio.

Santa María Tecomavaca se localiza dentro de los límites de la reserva de la biosfera Tehuacán - Cuicatlán, al noroeste del estado de Oaxaca (CONANP, 2005, **Figura 1**). Específicamente, el área donde se llevó a cabo el trabajo se ubica en las inmediaciones del cañón del río Sabino, alrededor de los 17° 51' 57" N y los 97° 01' 50" O. La altitud varía de los 510 a los 850 msnm (Contreras-González, 2007).

El clima es semiárido (BS0), la temperatura media anual es de 22°C, con un máximo promedio de 37.4°C para el mes de mayo y un mínimo promedio de 13.2°C en el mes de enero. La precipitación es de aproximadamente 450 mm (Salazar, 2001). Posee suelos del tipo regosol calcárico que se caracterizan por estar formados por material suelto no aluvial reciente, como dunas, cenizas volcánicas o playas sin algún horizonte evidente. Estos suelos constituidos por materiales calcáreos de diferente naturaleza con un espesor de 20 a 50 cm, con afloramientos del terciario inferior con calizas areniscas y conglomerados (INEGI, 1981).

El tipo de vegetación de la zona de estudio es una selva baja caducifolia. De acuerdo con datos del INEGI (1985) y Valiente-Banuet *et al.* (2000), las especies dominantes del estrato arbóreo son *Bursera aptera*, *B. schlechtendalii*, *B. copallifera*, *B. glabrifolia*, *B. morelensis*, *Ceiba aesculifolia* var. *parvifolia*, *Cyrtocarpa procera*, *Cercidium praecox*, *Erythroxylon rotundifolium*, *Pseudosmodingium multifolium*, *Quercus acutifolia*, *Fouquieria* sp., *Acacia cymbispina*, *Euphorbia chlechtendalii*, *Cassia emarginata*, *Fouquieria formosa*, *Ipomoea wolcottiana*. En el estrato arbustivo se encuentran *Dalea* sp., *Cassia emarginata*, *Ziziphus amole*, *Schaefferia stenophylla*, *Acacia bilimekii*, *Schaefferia cuneifolia*, *Croton* sp., *Pedilanthus* sp., *Mascagnia seleriana* y *Malpighia* sp.



**Figura 1.** Localización del sitio de estudio en la Reserva de la Biosfera de Tehuacán-Cuicatlán (Contreras- González, 2007).

## Planta de estudio.

*Euphorbia cymbifera* (Schltdl) V.W. Steinm. Familia Euphorbiaceae.

La familia Euphorbiaceae se encuentra ampliamente distribuida a través de la República Mexicana. Se localiza desde el nivel del mar, hasta por arriba de los 3000 m de altitud. Se calcula que en el país ésta familia esta representada por 43 géneros y 782 especies y se estima que el 57% de las especies son endémicas. El género neotropical *Pedilanthus* se encuentra dentro de ésta familia, es un género neotropical que presenta 15 especies, 14 de ellas se encuentran en México y Centroamérica. Éste género se distingue del resto de los otros de la subtribu Euphorbinae por presentar un ciato simétrico bilateralmente, las glándulas escondidas dentro de la cámara de néctar y estilos fusionados dentro de una larga columna (Webster, 1994).

Steinmann (2003) propone insertar al género *Pedilanthus* dentro de *Euphorbia* para que ello refleje mejor su historia evolutiva. Por lo que a partir de ese año, las especies de *Pedilanthus* se reconocen como parte de *Euphorbia*. Por lo que *Pedilanthus cymbifera* se sinonimiza como *Euphorbia cymbifera*.

*Euphorbia cymbifera* es una planta arbustiva de 1-1.5m aprox de altura, hermafrodita y dicógama. Sus flores son rojas, presentan una corola en forma de bota. Ornelas *et al.* (2002), la reportan como una flor polinizada exclusivamente por colibríes y con una producción pobre de néctar. El estigma se encuentra expuesto desde que la flor aún es botón y los estambres emergen después de que la flor se ha tornado de un color rojo vivo. La flor es persistente por lo que aún y cuando se lleva a cabo la fecundación, ésta continua unida al pedicelo. Sus frutos son tricarpelares y concentran tres semillas.

## Métodos.

### a. Biología floral

Mediante visitas mensuales, de febrero a julio de 2007, al sitio de estudio se hicieron observaciones a plantas de *E. cymbifera*, para determinar el inicio y terminación de la floración de la especie. Se observó el desarrollo de las flores en el transcurso del tiempo y adicionalmente, se tomaron 20 flores en antesis de plantas al azar para realizarles cuatro mediciones morfométricas: distancia entre estilo y estigma, longitud de la corola, diámetro de la base y el ápice de la corola (Figura 2).



**Figura 2.** Medidas morfométricas tomadas a flores de *Euphorbia cymbifera*. 1. Distancia entre estilo y estigma. 2. Longitud de la corola. 3. Diámetro de la base de la corola. 4. Diámetro del ápice.

Disponibilidad del recurso floral.

Se establecieron dos transectos dentro del área de estudio de 30 x10 metros de ancho cada uno. En estos transectos se tomó en cuenta el número de plantas y el número de flores por cada planta.

#### **b. Visitantes florales.**

Para determinar las especies de colibríes que visitan a *Euphorbia cymbifera*, se emplearon cinco redes de niebla de 6, 9 y 12 m durante cuatro días de cada mes. Éste muestreo se realizó en los meses de febrero a abril 2007. Las actividades se realizaron desde el amanecer hasta el crepúsculo, empleando un esfuerzo global de captura de 361.63 hr/ red.

Los colibríes atrapados en las redes fueron extraídos y manipulados para la obtención de muestras de polen, las cuales han sido analizadas en otro estudio (Hernández-H., 2008). También se les extrajeron de las narinas los ácaros presentes, posteriormente los colibríes fueron identificados con ayuda de guías de campo para aves (Howell y Webb, 1995) y colibríes (Williamson, 2001). Además, se hicieron observaciones focales del 01- 03 de mayo de 2007, con un total de 12 horas, las cuales fueron utilizadas para estimar la tasa de visita y forrajeo.

#### **Tasa de visita y forrajeo.**

Durante tres días seguidos (1-3 mayo del 2007), en un periodo de 12 horas totales, se registraron los tiempos de arribo de los colibríes a *Euphorbia cymbifera*. Las observaciones se realizaron por un solo observador y se llevaron a cabo cerca de las plantas focales. Se registró como el inicio de las observaciones, el tiempo cero y los siguientes eventos como los minutos subsecuentes de observación.

Además, se tomaron las siguientes notas: tiempo inicial de la observación, especie, sexo, número de flores visitadas por minuto (forrajeo) por especie y tipo de visita legítima o ilegítima.

Se consideró como visita legítima cuando parte del cuerpo del ave tiene contacto con las anteras de la flor al momento de introducir su pico, para extraer el néctar ofrecido. Por su parte, se consideró como visita ilegítima, aquella en que el ave no toca las partes masculinas de la flor y toma el néctar perforando la base de la corola; por tanto, la flor no obtiene el beneficio de polinización por la visita.

#### Ácaros.

A los pocos minutos de estar manipulando a los colibríes capturados en redes, los ácaros salían de sus narinas, recorriendo rápidamente el pico de su colibrí huésped, así como la barbilla y la frente. Estos organismos fueron tomados con la base de una jeringa con gelatina coloreada con fucsina y puestos en un portaobjetos, en el caso de los que se encontraban en barbilla y frente. Por su parte, aquellos organismos localizados en el pico y narinas fueron colectados con un pincel suave no.1 y puestos en viales con alcohol 70%.

La jeringa con gelatina resultó la técnica más efectiva para la colecta de organismos en barbilla y frente, pues se observó que en ocasiones el pincel los metía al plumaje lejos de sacarlos. Por otra parte, se prefirió el pincel sobre la jeringa en picos y narinas, para así evitar dejar residuos de la gelatina sobre puntos tan sensibles.

Posteriormente las muestras fueron etiquetadas con fecha y especie de colibrí huésped. Finalmente se transportaron al laboratorio para su posterior análisis.

Las flores utilizadas para el experimento de néctar (más adelante descrito), fueron colocadas en viales con alcohol al 60% y transportadas al

laboratorio para análisis y ubicación de ácaros. Los ácaros encontrados en las flores fueron transferidos a viales con alcohol al 70%.

Los viales con alcohol y las preparaciones con gelatina coloreada con fucsina se transfirieron a la Colección Nacional de Ácaros (CNAC) en el Instituto de Biología, UNAM, donde se llevó a cabo el procesamiento de las muestras y su subsecuente identificación.

Todos los ácaros extraídos se procesaron en laminillas microscópicas empleando la siguiente técnica (Krantz, 1978; Letechipía, 1983):

- 1) Se colocaron en Lactofenol, el cual se calentó a 100°C de 3 a 5 minutos.
- 2) Se montaron entre el porta y el cubreobjetos con líquido de Hoyer. Las laminillas se dejaron secar en la estufa a 30 °C por cinco días, posteriormente se dejaron a temperatura ambiente 15 días.
- 3) Se sellaron los bordes de las preparaciones con glyptal, líquido no soluble en agua, para su mejor conservación y se etiquetaron.

Para la identificación de los ácaros se utilizó literatura especializada y un microscopio Nikon Optiphot-2 (contraste de fases y contraste diferencial de interferencia).

Por último se cotejaron las laminillas provenientes del colibrí y la planta huésped para determinar que el ácaro perteneciera a la misma especie y se buscó información concerniente a la distribución del organismo, así como los reportes sobre sus huéspedes.

### c. Efecto de los ácaros sobre la producción de néctar y de semillas.

Se realizaron dos experimentos durante cuatro días de cada mes, de febrero a abril del 2007, de la manera siguiente:

#### 1. Efecto de los ácaros florales sobre la producción de néctar en *Euphorbia cymbifera*

Se realizaron salidas de cuatro días durante los meses de febrero a julio de 2007, con excepción del mes de Junio, en las cuales se seleccionaron aleatoriamente flores de *Euphorbia cymbifera* (n=60). A las cuales se les añadió resina pegajosa (Tanglefoot) en el pedicelo y se dispusieron en bolsas de tul, 12 horas antes de iniciar el experimento, para evitar visitantes que interfirieran con la posterior toma de muestras.

Para cada flor utilizada se registró si presentaba ácaros o no (ello se observó al abrir completamente la flor). Así mismo, se le midió la cantidad de néctar producido, utilizando tubos capilares de la marca Lauka de 75mm (OD 1.4-1.6 mm), durante 12hr, en intervalos de 1 hora. También, se midió la concentración del néctar con la ayuda de un refractómetro de mano (ERMA, 0-32) el cual permite leer la solución en gramos de soluto por 100 gramos de solución o %Brix, medida recomendada para reportar la concentración de azúcar en néctar (Bolten *et al.*, 1979).

#### 2. Efecto de los ácaros florales sobre la producción de semillas en *Euphorbia cymbifera*.

Se escogieron flores de *Euphorbia cymbifera* de manera aleatoria (n=80), durante los meses de febrero-abril de 2007. Estas flores fueron sujetas a cuatro tratamientos.

En estos tratamientos, las flores se entrecruzaron manualmente con un pincel y se utilizó un solo individuo como donante de polen (Lara y Ornelas, 2001). Los tratamientos son los siguientes:

- 1) Se aplicó resina pegajosa en el pedicelo de 20 flores, para evitar que los ácaros pudiesen desplazarse entre ellas.
- 2) Se aplicó la resina en el pedicelo y en la base de la inflorescencia (n=20 flores), evitando con ello el movimiento de ácaros entre flores e inflorescencias.
- 3) Sólo se añadió resina sobre la base de la inflorescencia (n=20 flores), permitiendo el desplazamiento de los ácaros entre las flores pero no entre las inflorescencias.

Después de la aplicación de la resina, todas las flores fueron cubiertas con bolsas de tul, excluyendo con ello a colibríes que pudieran dispersar los ácaros.

- 4) No se empleó la resina (n=20 flores), ni se embolsó (Grupo control). De tal forma que tanto ácaros como colibríes pudieran tener acceso libre a las flores.

Al cuarto día de tratamiento, todas las flores fueron cubiertas con las bolsas de tul. Transcurrido un mes, las muestras eran recogidas y puestas en bolsas de papel para su traslado al laboratorio. Allí, se contaron las flores abortadas, los ovarios en desarrollo, frutos maduros y semillas producidas.

## Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa JMP versión 3.2.1 para Windows (Sall y Lehman, 1996). Con éste programa se llevaron a cabo pruebas de ANOVA de una vía con los datos obtenidos de las mediciones de calidad y cantidad de néctar, así como de producción de semillas, para determinar si existían diferencias entre los tratamientos y los meses de estudio. Se corroboró la normalidad de los datos utilizando una prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Se realizó una regresión lineal simple para estimar la relación entre la producción de la recompensa floral (volumen y concentración) y la frecuencia de visitas. La ecuación utilizada para describir la relación entre la recompensa floral (volumen y concentración) y la frecuencia de visitas, presenta la forma lineal:  $y = a + bx$ , en la que  $a$  es la intersección con el eje vertical y representa la cantidad de flores que tiene que visitar para extraer néctar de la flor. Una pendiente positiva reflejaría que el número de visitas aumenta conforme la recompensa se incrementa en cantidad y concentración. Una pendiente baja implica que el colibrí puede extraer aproximadamente el mismo néctar aún cuando elevará sus visitas y significaría que sería poco eficiente la recolección. Una pendiente alta implica que con una cantidad reducida de visitas se obtiene mayor néctar (Gutiérrez y Rojas, 2001).

## Resultados.

### a. Biología floral

*Euphorbia cymbifera* es una planta arbustiva que forma parte de la vegetación secundaria. Es hermafrodita y dicógama\*.

Las flores son protogineas\*\* y exhiben algunas características del síndrome de polinización por aves (Síndrome de ornitofilia) tales como una corola en forma de bota, de color rojo, conspicuas y sin aroma (**Figura 3**). Las flores presentan una distancia entre el estilo y estigma de  $5.49 \pm 0.2592$  mm (media  $\pm$  EE). La longitud de la corola es de  $12.995 \pm 0.2679$  mm (media  $\pm$  EE), y el diámetro en la base de la misma es de  $4.45 \pm 0.261$  mm (media  $\pm$  EE). Por último el ápice mide  $3.45 \pm 0.171$  mm (media  $\pm$  EE).

La floración en Santa Ma. Tecomavaca comienza a principios de noviembre y termina a finales de junio, cubriendo la época de estiaje (noviembre-mayo) y parte inicial de la temporada de lluvias (junio-octubre). Ésta floración sucede de manera aislada y la mayor cantidad de flores se concentra en zonas con mayor grado de perturbación por actividades antropogénicas.

Por lo que se pudo observar, la longevidad floral es mayor a cinco días. La fase femenina comienza antes que la masculina aunque se desconoce el dato exacto pues se puso énfasis en la antesis para fines del estudio.

La antesis persiste de tres a cinco días y la dehiscencia se presenta iniciando en la base y continuando hacia la punta de la antera.

---

\* Dicogamia: maduración desfasada de los vertilicios sexuales.

\*\* Protoginea: los vertilicios sexuales que maduran primero son los femeninos. (Sarmiento, 2003)

Disponibilidad de recurso.

Se trabajó con el parche de vegetación más denso de *Euphorbia cymbifera* en la zona de estudio (600m<sup>2</sup>), en un área perturbada por actividades antropogénicas con fines de actividades ecoturísticas (construcción de cabañas y un comedor) donde se encontró un total de 46 individuos, los cuales tuvieron un promedio de 11.847±1.815 (mediana ±EE) flores por individuo.



**Figura 3.** Inflorescencia de *Euphorbia cymbifera*.

## b. Visitantes florales.

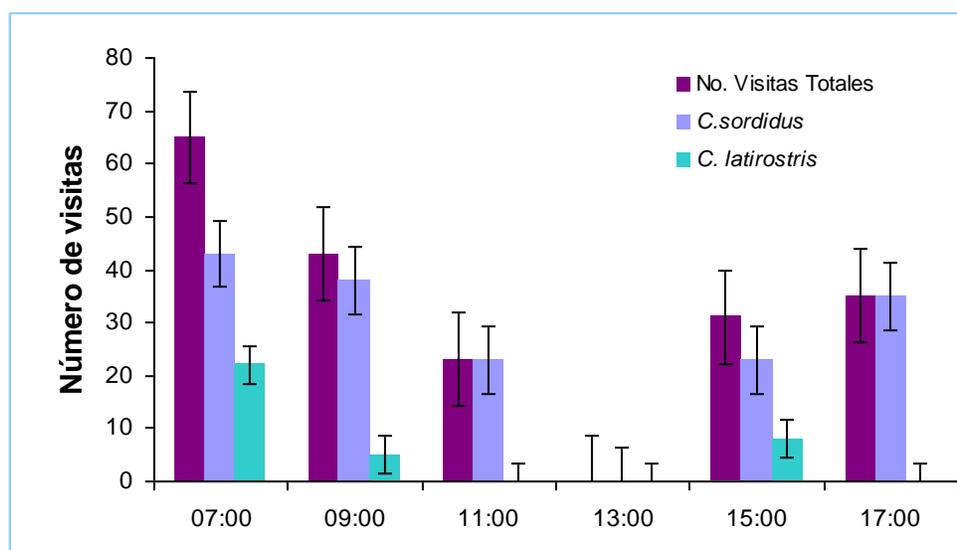
### Colibrí

Se realizó un esfuerzo global de captura de 361.93 hr/ red; dentro de las cuales se registraron *Cynanthus sordidus*, *C. latirostris* y *Amazilia violiceps* como colibríes visitantes de *Euphorbia cymbifera* (Figura 4). Las tres especies mencionadas anteriormente resguardaban al momento de una revisión fuera de la red, ácaros que recorrían las narinas, pico y/o cabeza; mismos que fueron extraídos y dispuestos en gelatina de fucsina y en un vial con alcohol al 70%, para su identificación posterior.



**Figura 4.** De izquierda a derecha se presentan los colibríes visitantes de *Euphorbia cymbifera*, (1) *Cynanthus sordidus*, (2) *C. latirostris* y (3) *Amazilia violiceps*

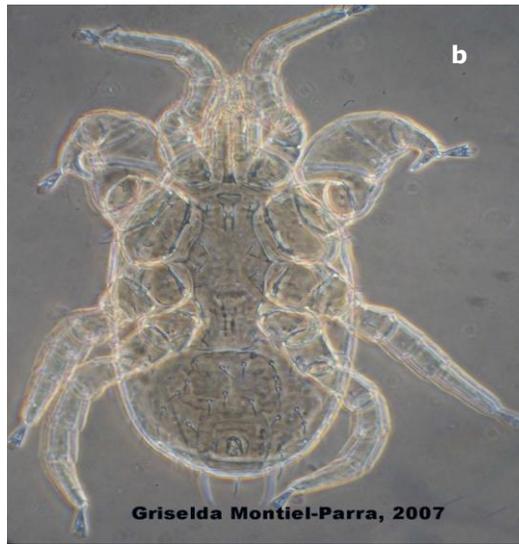
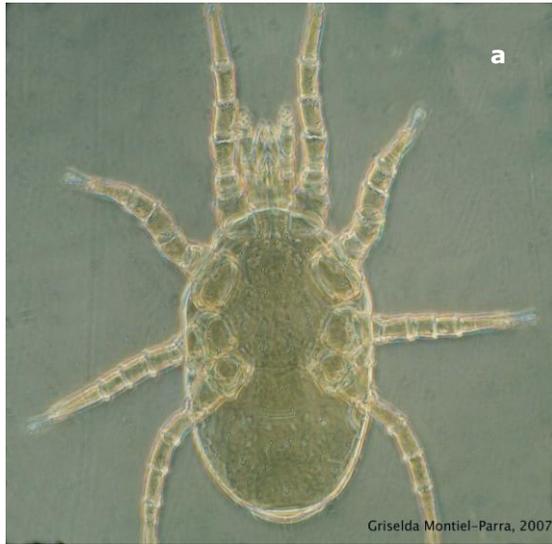
Durante las 12 horas en las cuales se llevaron a cabo las observaciones focales para determinar la tasa de visita y forrajeo, se produjeron 197 visitas legítimas a *E. cymbifera*. Tales visitas fueron realizadas por dos especies, *Cynanthus sordidus* con 162 flores visitadas y *C. latirostris* con las restantes 35 visitas. Ambas especies presentan un máximo en su tasa de visita durante el periodo de 7 a 9 de la mañana, decreciendo hasta pasado el medio día. Entre las 13 y 15 horas la actividad cesa completamente. Posterior a ese horario sólo *C. sordidus* continuó las visitas hasta el ocaso (Figura 5). Sólo en una ocasión, fuera de las observaciones focales, se vio a *Bombus* sp. y un par de hormigas visitando las flores de *E. cymbifera*, sin que ninguna de sus extremidades tuviera contacto con las anteras o estigma de la flor. Estos insectos simplemente se acercaron directamente al nectario pues en ocasiones, el néctar acumulado sale en forma de pequeñas gotas sobre sus bordes.



**Figura 5.** Frecuencia de visitas totales y por especie de colibrí visitante observado para flores de *Euphorbia cymbifera*. En el gráfico se muestra el error estándar para cada caso.

## Ácaros.

Se montaron y revisaron 40 muestras provenientes de la colecta manual de flores de *E. cymbifera* y de ejemplares de *Cynanthus sordidus*, *C. latirostris* y *Amazilia violiceps*. De esa cantidad de muestras, 11 se identificaron como hembras, 11 machos y 11 ninfas de *Tropicoseius chiriquensis* (**Figura 6**). De las siete muestras restantes, no fue posible su identificación debido a defectos en su preparación.



**Figura 6.** De izquierda a derecha, estadios encontrados en *Euphorbia cymbifera*. (a) Hembra, vista dorsal. (b) Macho vista ventral. (c) Ninfa, vista ventral.

### c. Efecto de los ácaros en el volumen y concentración de néctar de *Euphorbia cymbifera*.

Se procuró embolsar y utilizar las flores que estuviesen a punto de iniciar la fase de antesis, pues se sabe que en ésta etapa generalmente el néctar se encuentra disponible para los polinizadores (Nepi *et al.*, 2001). Se emplearon un total de 160 flores, de las cuales sólo 38 de ellas presentaron en el momento, néctar suficiente para la obtención de datos tanto de concentración como de volumen<sup>\*\*\*</sup>.

El promedio total de volumen de néctar acumulado total en las flores que no presentan *Tropicoseius chiriquensis* fue de  $0.274 \pm 0.177$   $\mu$ litros (media $\pm$ EE, n=23) y la concentración de azúcares fue de  $22.125 \pm 3.968$  %° Brix (media $\pm$ EE, n=23). En flores con presencia de *T. chiriquensis* el volumen presentó un promedio de  $0.108 \pm 5.164$   $\mu$ litros (media $\pm$ EE, n=15.  $F_{(1,4)} = 0.0657$ ,  $p = 0.7992$ ). Las flores con *T. chiriquensis* presentan una concentración de néctar de  $51.327 \pm 5.164$  %° Brix (media $\pm$ EE, n=15), encontrando esto diferencias con las flores sin ácaros, las cuales presentaron en promedio una concentración de  $22.125 \pm 3.968$  (media $\pm$  EE,  $F_{(1,4)} = 7.336$ ,  $p = 0.0104$ ) (Figura 7).

#### Volumen y concentración diaria.

El volumen de néctar fue variable durante su producción diaria, mostrando una tendencia a incrementarse a lo largo del día. Se presentó un máximo en el volumen de la recompensa floral entre las 15-17 horas, con un valor de  $0.976 \pm 0.379$   $\mu$ litros (media $\pm$ EE) y un mínimo entre las 17-19 horas con un registro de  $0.031 \pm 0.004$   $\mu$ litros (media $\pm$ EE) para las flores sin ácaros. En tanto, para las flores con ácaros, el volumen de producción diaria tendió también a incrementarse durante el transcurso

---

<sup>\*\*\*</sup> Para efecto del análisis estadístico, los datos de volumen fueron transformados (ln).

del día, pero en menor cantidad. Así pues, la producción de volumen registró, presentó un máximo en el periodo de las 15 a 17 horas ( $0.389 \pm 0.098$  media  $\pm$  EE) y un mínimo (cese total en la producción) de las 9 a 11 horas (**Figura 8**).

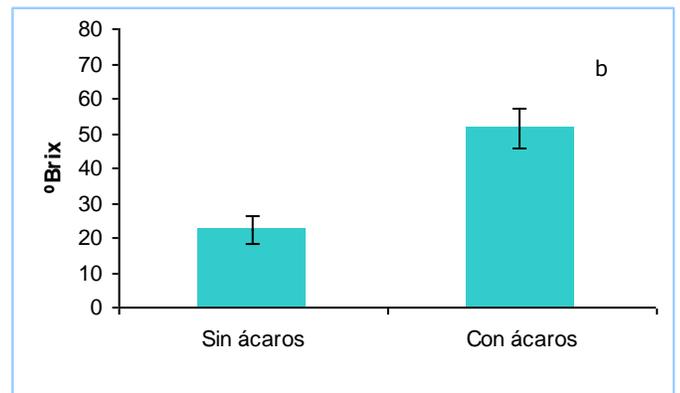
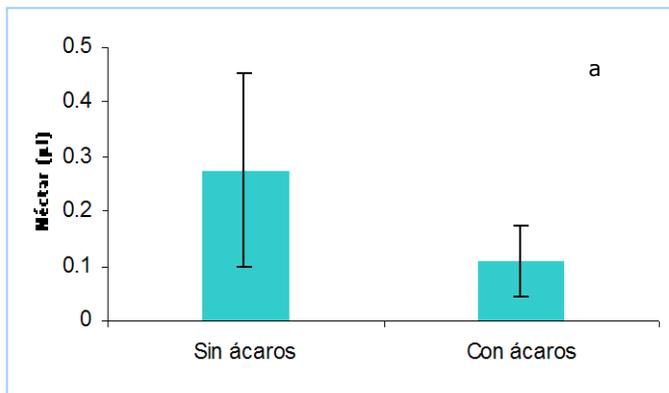
La concentración de flores sin ácaros se mostró constante, mostrando dos picos, el primero de 11 a 13 horas con  $38 \pm 7.78$  °Brix (media  $\pm$  EE) y el segundo de 17 a 19 horas con  $34 \pm 4.06$  °Brix (media  $\pm$  EE). La concentración mínima de néctar se observó de las 13 a 15 horas con  $14.4 \pm 2.71$  °Brix (media  $\pm$  EE). Inverso a ello, en flores con ácaros, el máximo en la concentración de néctar se observó en éste mismo horario (de 13 a 15 horas) con un valor de  $51.466 \pm 8.802$  °Brix (media  $\pm$  EE) y posterior a ello, la concentración disminuyó hacia el final del día (**Figura 9**).

#### **Volumen y concentración de néctar mensual.**

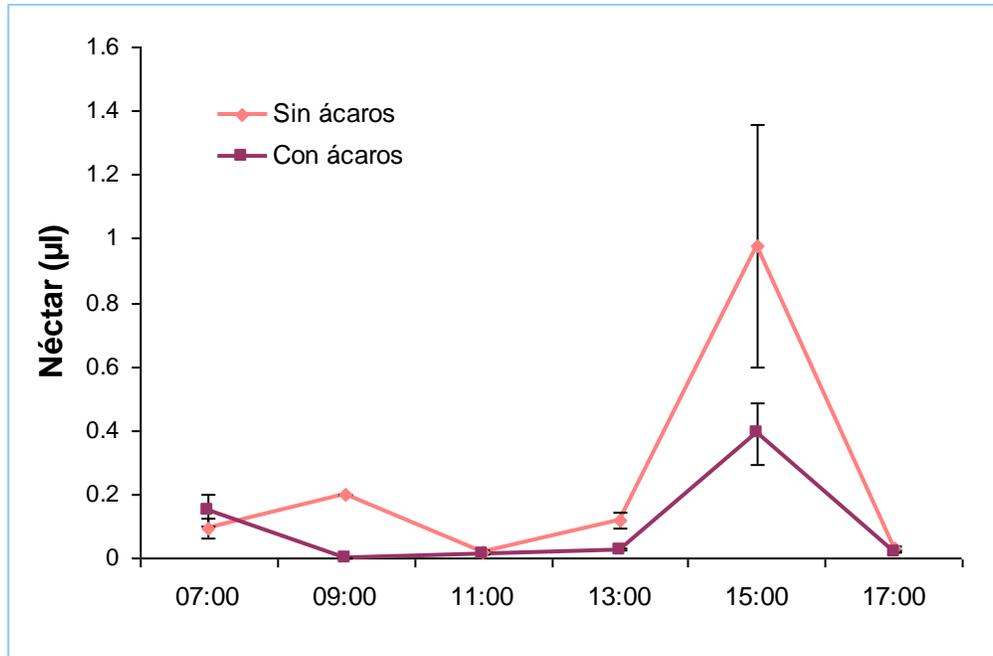
Se registró para el mes de marzo, en flores sin ácaros, el promedio más alto de volumen de néctar de *E. cymbifera* ( $0.827 \pm 0.347$  µlitros, media  $\pm$  ee), en tanto el promedio mínimo le corresponde al mes de abril ( $0.012 \pm 0.0007$  µlitros, media  $\pm$  ee) en estas mismas flores.

Las flores con presencia de ácaros, registraron el promedio más alto en la concentración de néctar con  $59.7 \pm 4.51$  °Brix (media  $\pm$  ee), mientras el promedio mínimo se registró en las flores sin ácaros en el mes de febrero ( $5.33 \pm 1.92$  °Brix, media  $\pm$  ee) (**Cuadro 1**).

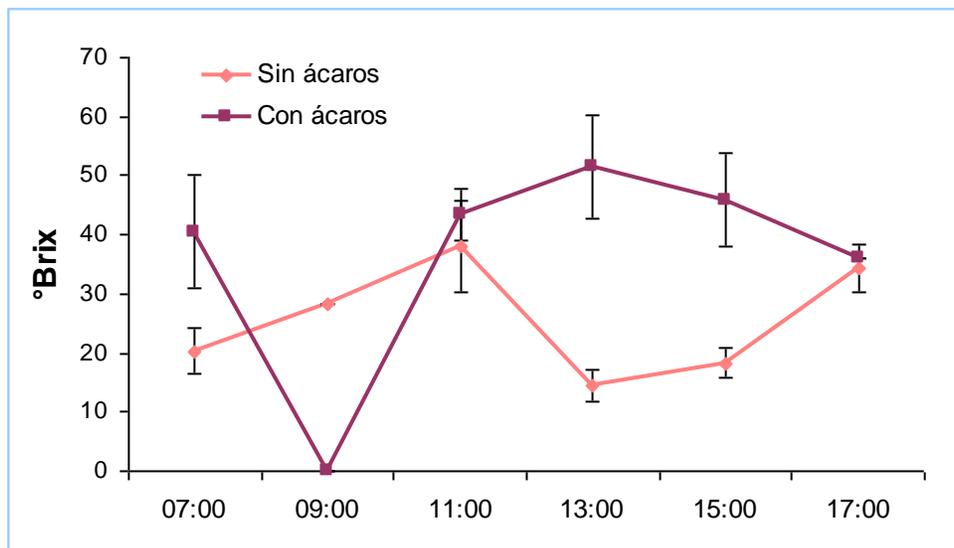
No se obtuvieron datos para volumen y concentración de néctar, en el mes de mayo en el tratamiento de flores con presencia de ácaros.



**Figura 7.** (a) Medias para volumen (  $0.274 \pm 0.177$  vs  $0.108 \pm 0.065$   $\mu\text{l}$ , media  $\pm$  ee) y (b) concentración de néctar (  $51.327 \pm 5.164$  vs  $22.125 \pm 3.968$   $^{\circ}\text{Brix}$ , media  $\pm$  ee) de flores con presencia y ausencia de ácaros. En el gráfico se muestran las barras de error estándar para cada



**Figura 8.** Producción de volumen de néctar diario en flores de *Euphorbia cymbifera* con y sin *Tropicoseius chiriquensis* durante los muestreos de Febrero a Julio 2007.



**Figura 9.** Concentración diaria de néctar en flores de *Euphorbia cymbifera* con y sin *Tropicoseius chiriquensis* durante los muestreos de febrero a junio de 2007.

	Volumen		Concentración	
	sin ácaros	con ácaros	sin ácaros	con ácaros
febrero	0.342±0.056	0.342±0.018	<b>5.33±1.92</b>	25.05±7.73
marzo	<b>0.827±0.347</b>	<b>0.511±0.155</b>	12.9±2.041	<b>21.2±7.27</b>
abril	<b>0.012±0.0007</b>	0.028±0.003	20.55±2.041	<b>59.7±4.51</b>
mayo	0.061±0.008		28.5±2.623	
julio	0.018±0.001	0.012±0.001	<b>42.4±7.269</b>	49.8±4.797

**Cuadro 1.** Promedio mensual de néctar (media±ee) en flores con presencia y ausencia de ácaros. El volumen está expresado en  $\mu$ litros y la concentración de néctar en porcentaje de °Brix.

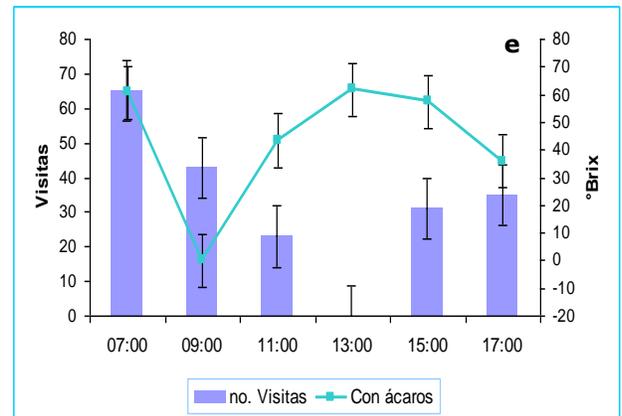
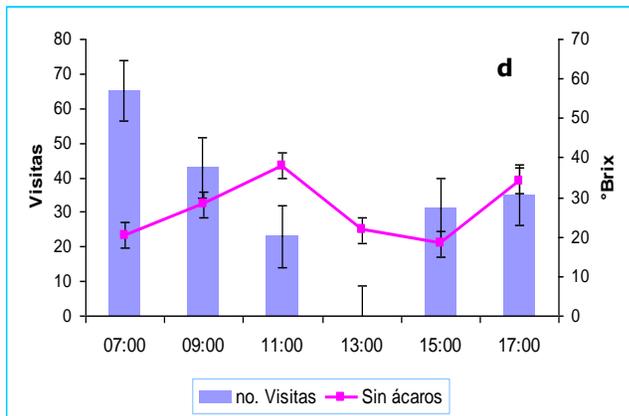
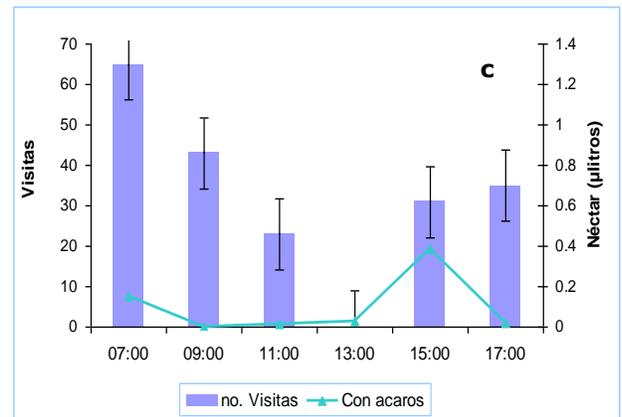
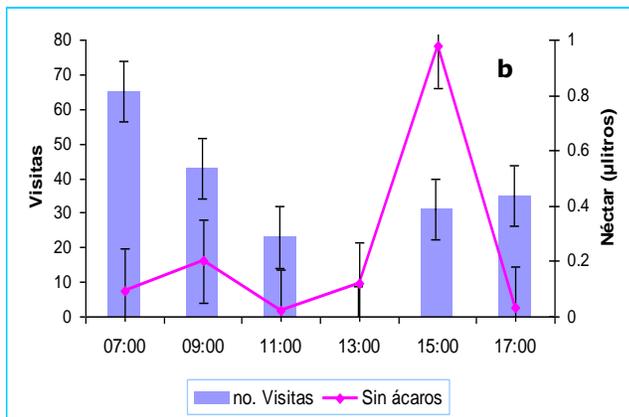
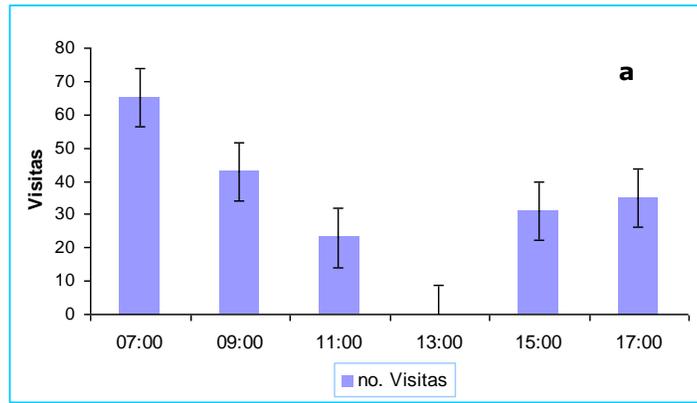
#### d. Néctar y visitas florales.

El mayor número de visitas de colibríes a flores de *Euphorbia cymbifera*, se registró durante las primeras dos horas (n=65), de 7:00 a 9:00, las cuales cesan completamente hacia las 13:00 horas. En el siguiente horario, 15:00-17:00 horas, las visitas se reanudaron para concluir a las 18:30 cuando atardecía (**Figura 10a**).

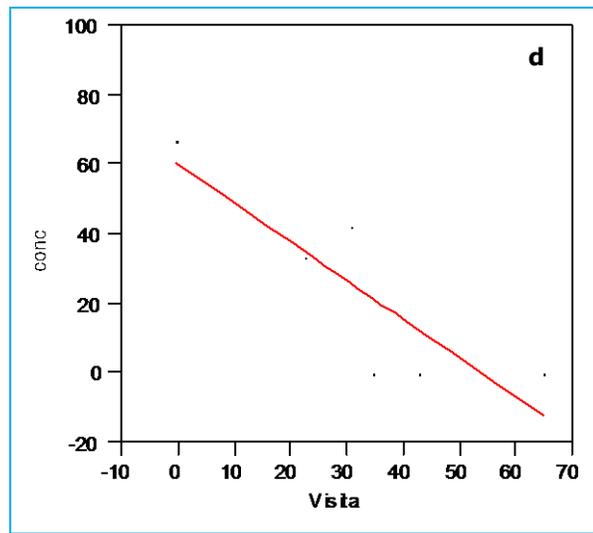
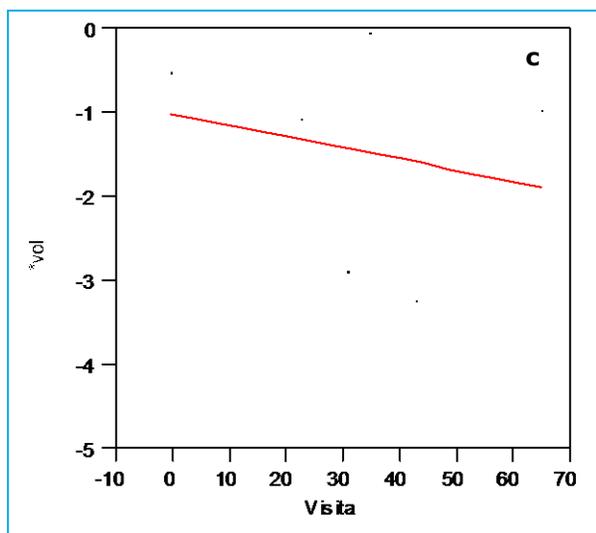
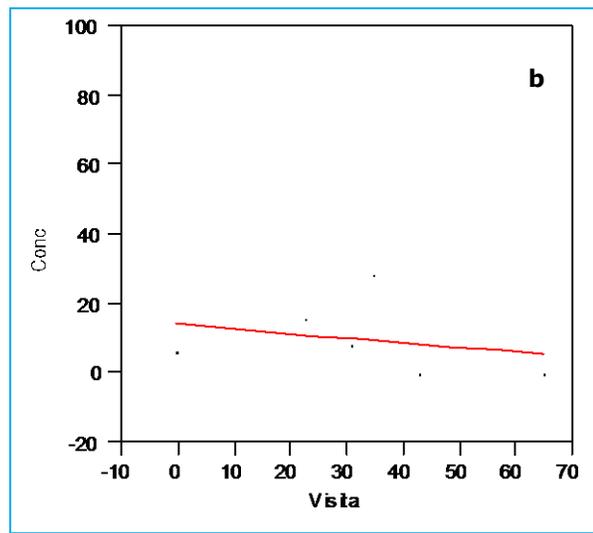
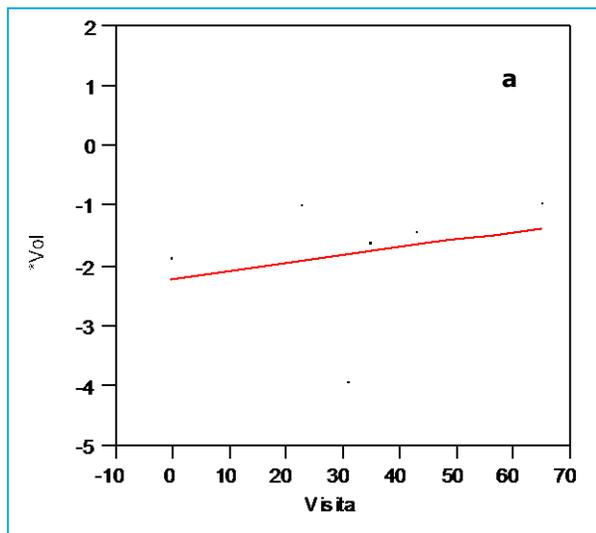
El volumen de néctar en flores sin ácaros, no presenta un patrón con respecto a la cantidad de visitas. Se observa un incremento en la cantidad de volumen de néctar, durante el transcurso del día, alcanzando su pico más importante alrededor de las 15:00 a 17:00 horas (**Figura 10b**). En el caso de las flores con ácaros, la variación en el volumen de néctar es menor que en las flores anteriores. No se obtuvieron muestras para el periodo de 9:00 a 11:00 horas, sin embargo, después de éste horario, la producción aumenta y entre las 15 a 17 horas cuando se presenta el nivel máximo en la cantidad de volumen de néctar fabricado (**Figura 10c**). Tanto en las flores sin ácaros como en aquellas que si los presentaron, no se observa un patrón relacionado con frecuencia de las visitas a las flores de *Euphorbia cymbifera*.

Los datos obtenidos, no permiten apreciar un cambio en la concentración de néctar a lo largo del día en las flores sin ácaros. La concentración de néctar se mantiene constante. Teniendo dos picos importantes, de 11:00- 13:00 en el que se registró 38°%Brix y de 17:00 a 19:00 horas con 34.2°%Brix (**Figura 10d**). Mientras tanto en las flores con ácaros la concentración muestra mayor oscilación. Dos máximos se registran, el primero dentro de las dos primeras horas (7:00- 9:00 horas) con 60.8°% Brix y el segundo de 13:00 a 15:00 horas con 61.8 % °Brix, periodo en el cual no se detectó visita alguna. Al igual que en la producción de volumen, no se advierte relación alguna con la cantidad de visitas (**Figura 10e**).

El número de visitas a flores sin ácaros se incrementó cuando se presentaron los volúmenes más altos de néctar ( $R^2=0.0644$ ,  $F_{(1,4)}= 0.2751$ ,  $p=0.6276$  **Figura 11a**) y también, cuando se presentaron las concentraciones más bajas ( $R^2=0.0701$ ,  $F_{(1,4)}= 0.3016$ ,  $p= 0.6121$  **Figura 11b**). En contraste, la frecuencia de visitas en flores con ácaros se intensificó cuando se presentaron bajos niveles de concentración ( $R^2=0.7302$ ,  $F_{(1,4)}=10.825$ ,  $p=0.0302$  **Figura 11c**) y volumen ( $R^2= 0.0500$ ,  $F_{(1,4)}= 0.2118$ ,  $p=0.6700$  **Figura 11d**). No obstante sólo ésta última relación es la que presenta contrastes al resto de los resultados del análisis de regresión lineal simple.



**Figura 10.** Se muestra la frecuencia de visitas y una comparación de ésta con la producción de néctar y la concentración de la recompensa en flores sin y con ácaros (b-e), para cada caso se presenta el error estándar.



**Figura 11.** Regresiones que describen la ecuación de la regresión lineal simple para la frecuencia de visitas acorde al volumen o concentración de la recompensa floral. Flores sin ácaros a)  $y = -2.204 + 0.013x$ , b)  $y = 14.13 + 0.133x$ . Flores con ácaros, c)  $y = -1.002 + 0.0135x$  y d)  $y = 60.48 + 1.12x$ .

**e. Efecto de los ácaros florales sobre la producción de semillas en *Euphorbia cymbifera*.**

La proporción de flores utilizadas en el experimento (n=69), que llegó a formar frutos por cada tratamiento, fue mayor en el control (n=29). Por su parte, la menor cantidad se registró en el tratamiento para el aislamiento ácaro-inflorescencia (n=15). A pesar de ello, el número de semillas que se contabilizaron para control es casi el mismo que para el aislamiento ácaro- inflorescencia, debido a que parte de las muestras se perdieron en campo y la única evidencia que se encontró fue el epicarpo que las envolvía (**Cuadro 2**). En tanto, la tasa de producción de frutos calculado mensualmente, es más alto para el mes de marzo (n=33), y más bajo para abril (n=18). Así, el segundo mes de estudio resultó ser el periodo cuando hubo mayor cantidad de flores disponibles, pero también cuando se abortaron más semillas (**Cuadro 3**).

Por tanto, el aislamiento de ácaros parece no tener efecto sobre la producción de semillas en ninguno de los tratamientos (n= 69,  $F_{(3,2)} = 0.087$ ,  $p=0.9646$ ), ni en los diferentes meses (n=69,  $F_{(2,2)} = 1.063$ ,  $p=0.4027$ ).

**Cuadro 2.** Producción de frutos para cada tratamiento (n=69)

<b>Tratamiento</b>	<b>Fruit set</b>	<b>No. Semillas</b>	<b>No. Semillas abortadas</b>
<b>Control</b>	79.31034483	11	58
<b>Aislamiento</b>			
<b>ácaro-flor</b>	15.38461538	5	1
<b>Aislamiento</b>			
<b>ácaro-flor- inflorescencia</b>	50	8	10
<b>Aislamiento</b>			
<b>ácaro- inflorescencia</b>	26.66666667	10	2

**Cuadro 3.** Producción de frutos mensual (n= 69).

<b>Mes</b>	<b>Fruit set</b>	<b>No. Semillas</b>	<b>No. Semillas abortadas</b>
<b>Febrero</b>	50	11	16
<b>Marzo</b>	69.6969697	16	53
<b>Abril</b>	16.66666667	7	2

## Discusión

*Euphorbia cymbifera* tiene el síndrome de ornitofilia por presentar sus flores de color rojo, conspicuo y carecer de olor y de plataforma (Faegri y Van der Pijl 1979 citado en Arizmendi y Ornelas, 1990). El ciato de *E. cymbifera* se encuentra tan cerrado que deja sólo el espacio necesario en el ápice para el paso de los estambres; por lo que a menos de que un colibrí la hubiese visitado y en el momento ésta se revisará para observar si aún había ácaros rondando en la parte superior de la corola, fue imposible determinar si allí había organismos mesostigmados robadores de néctar, sin la destrucción de la flor.

Cruden, 1976 (citado en Chávez 1999) sugiere que existe una serie de características morfológicas y de conducta floral que pueden delimitar ciertos sistemas reproductivos. Así, éste autor propone entonces un índice de hibridación (OCI), como un indicador para determinar dichos sistemas. *E. cymbifera* presenta un diámetro de la corola entre 2- 6 mm, tiene una separación espacial y temporal entre los vertilicios sexuales. Con base en estos atributos, el valor que se obtiene aplicando el índice de hibridación es de 3. A partir de éste valor, ésta especie vegetal puede clasificarse como xenógama facultativa (Apéndice).

De acuerdo a Howell y Webb (1995), los colibríes visitantes capturados con redes de niebla y los registrados durante las observaciones focales, *Cyananthus sordidus*, *C. latirostris* y *Amazilia violiceps*, se encuentran bajo el status de residentes reproductores.

*C. sordidus* fue la especie que mayor número de visitas registró durante todo el día y la mayor cantidad de asistencias a flores de *E. cymbifera*, lo cual concuerda con el análisis de carga de polen realizado por Hernández-H. (2008), quien la señala como la especie con mayor carga de polen, con un porcentaje máximo de 10.3% para ésta planta, mientras el mínimo le corresponde a *C. latirostris* con una carga de 1.66%. Además, menciona otra

especie con polen de *E. cymbifera*, es *Calothorax lucifer*, sin embargo éste colibrí nunca fue registrado ni en las observaciones focales, ni capturado con las redes de niebla (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Porcentaje de polen presente en las 4 especies de colibríes colectados en Santa María Tecomavaca, Oaxaca durante el periodo de Octubre 2006- Febrero 2007 (Hernández-H. 2007)

	<i>C. sordidus</i>	<i>C. latirostris</i>	<i>A. violiceps</i>	<i>C. lucifer</i>
<i>Fouquieria formosa</i>	56	26.66	26.25	18.75
<i>Psittacanthus calliculatus</i>	22.3	0	2.75	0
<i>Ipomoea conzatii</i>	6.8	1.66	2	2.5
<b><i>Euphorbia cymbifera</i></b>	<b>10.3</b>	<b>1.66</b>	<b>6.4</b>	<b>2.5</b>
<i>Ceiba aescullifolia</i>	1.5	0	2.5	0
<i>Cnidoscopus tehuacanensis</i>	0.8	0	0.25	1.25
No identificada 1	1	0	10	0
No identificada 2	1	0	0	0

*Tropicoseius chiriquensis* es el ácaro identificado a partir de las muestras obtenidas de las capturas con redes de niebla y en las colectas manuales de las flores utilizadas para néctar. Éste es el ácaro más ampliamente distribuido, con registros que van desde Colombia hasta parte de Arizona y California en los Estados Unidos. Éste intervalo de distribución en su límite Norte, es el más amplio que se haya registrado para cualquier otro ácaro de hábitos foréticos (Naskrecki y Colwell, 1998).

En México, *T. chiriquensis* ha sido registrado para los estados de Jalisco, Colima, Tamaulipas y Oaxaca; en ejemplares de *Hylocharis leucotis*, *Eugenes fulgens*, *Lampornis amethystinus* y *Campylopterus curvipennis* (Naskerecki y Colwell, 1998). Además, se ha observado como hospedero de alrededor de 14 especies de plantas pertenecientes a seis familias (*Ob cit.*); dentro de las que destacan *Gesneriaceae* y *Lobeliaceae* (Colwell y Naeem, 1979).

En el presente trabajo de investigación se dan datos que permiten extender la distribución y los huéspedes de *T. chiriquensis*, después de que Baker en 1978 lo registrará por primera vez para Guelatao, Oaxaca (Naskerecki y Colwell, 1998). Se reporta, entonces, para la localidad de Santa María Tecomavaca, Oaxaca, y también por primera vez como hospedero de la

planta (*Euphorbia cymbifera*) y las aves huéspedes (*Cyananthus sordidus*, *C. latirostris* y *Amazilia violiceps*).

El volumen de néctar en flores sin y con ácaros que se estudió presenta una tendencia muy similar en su producción, no obstante, se registra una diferencia entre estas del 39.6%, aunque no es estadísticamente significativa. Esta cifra es cercana a lo previamente reportado, 40% en *Hamelia patens* (Colwell, 1995), 50% aproximadamente en *Moussonia deppeana* (Lara y Ornelas 2001). García-Franco *et al.* (2001), realizaron un estudio sobre la polifagia de tres especies de ácaros (*Tropicoseius ornatus*, *T. peregrinator* y *Proctolaelaps sp.*), en seis especies de *Tillandsia sp.* (Bromeliaceae). Estos autores confirmaron que la disminución en la recompensa de néctar por la presencia de estos organismos, no altera su concentración. Estos resultados discrepan con lo obtenido en el presente estudio pues, en éste caso, la concentración de néctar es diferente en las flores sin ácaros que, en aquellas con presencia de dichos organismos.

Asimismo ante la evidencia de numerosas flores sin néctar, se piensa que *E. cymbifera* ha adoptado la reabsorción de néctar como una estrategia de la planta para maximizar los recursos, cuando las flores ya han sido polinizadas o están viejas, con el fin de disminuir los costos de reproducción. De acuerdo a lo señalado por Burquez y Corbet (1991) y Gilbert *et al.* (1991), las plantas pueden crear parches de flores con diferentes volúmenes de néctar de acuerdo a su edad y ahorrarse, de éste modo, el gasto energético que implica la producción de néctar; con lo cual entenderíamos por qué se encontraron flores sin néctar.

Baker (1975), Pyke y Waser (1981) mencionan que en promedio la concentración de azúcares en el néctar de las flores visitadas por colibríes, está dentro del rango de 20- 25%. De hecho, la concentración media para *E. cymbifera* registrada para las flores sin ácaros, cae en dicho intervalo; no obstante, el néctar en flores con presencia de ácaros, se acerca más al

promedio de la concentración de néctar reportado para flores polinizadas por abejas, 42% (Pyke y Waser 1981).

En relación al consumo de néctar a concentraciones altas, en las flores con ácaros por arriba del promedio para colibríes, referido en el párrafo anterior, se ha documentado que *Selasphorus rufus* consume néctar con concentraciones arriba del 60%, aún cuando se le presenten otras opciones de néctares más diluidos (Blem *et al.*, 1999). Así mismo, Lotz *et al.* (2003) realizaron un modelo para predecir los costos energéticos que pagarían los colibríes por ingerir néctar “azucarado” (por arriba de su temperatura corporal, 39°C), concluyendo que los costos por consumir néctar en dichas condiciones es considerablemente pequeño cuando las concentraciones son altas.

Así pues, con todo y que la ingesta de néctar por arriba de su temperatura corporal y en concentraciones altas pudiese no implicar un mayor gasto energético para los colibríes, los volúmenes pequeños de néctar ofertados por la planta, aún propician que se genere una pérdida energética ya que estas aves tendrán que recorrer más distancias para cubrir sus requerimientos alimentarios.

Por tanto, *E. cymbifera* genera volúmenes pequeños, a concentraciones media-altas (Ornelas *et al.*, 2002), lo cual podría significar que las visitas de colibríes se presentan por dos posibles causas, 1) la planta debe ser un recurso propio de colibríes ruteadores, quienes aprovechan manchones de vegetación para satisfacer sus necesidades energéticas (Rodríguez- Flores, 2005) y/o 2) la planta debe formar parte en la ampliación de su dieta, ante los cambios estacionales (Stiles 1981, Arizmendi 2001), ya que en un ambiente tropical árido y semiárido fuertemente estacional como nuestra zona de estudio, las aves tienden a adoptar estrategias de alimentación más generalistas ante la limitación en la producción y disponibilidad de los recursos (McArthur y Pianka *en* Vázquez 2007).

Koopowitz y Marchant (1998) mencionan que una disminución en la recompensa, podría propiciar un incremento en la tasa de forrajeo, al obligar a los colibríes a visitar una mayor cantidad de flores y recorrer más distancias para de satisfacer sus demandas energéticas. Feinsinger (1978) en su artículo de interacción planta colibrí en una comunidad tropical sucesional, menciona que las plantas deben producir sólo el néctar suficiente para que los polinizadores se sientan motivados a visitar más flores; no obstante, la regresión lineal realizada mostró que no existe una relación entre las visitas y el néctar (volumen y concentración) de *E. cymbifera*, salvo para el caso de la concentración de néctar en las flores con ácaros.

Ahora bien, el número de visitas registradas durante las observaciones focales, no presenta un patrón que las relacione con la curva de acumulación del néctar (Cruden *et al.*, 1966 en Chávez 1999). En ambos casos del tratamiento ausencia- presencia de ácaros, el máximo en la producción se presentó a las 15:00 horas, aunque la acumulación del néctar registrado no sigue un patrón totalmente lineal con respecto al tiempo. Esto concuerda con lo sugerido por Búrquez y Corbet (1991), quienes proponen que en la naturaleza, la tasa de secreción de néctar no cambia linealmente con el tiempo, sino que generalmente ésta presenta un mínimo y un máximo cada día.

En las observaciones focales, los colibríes retrasaron sus visitas a *E. cymbifera* ante la opción de tomar néctar de otro recurso como el ofrecido por flores de *Neobuxbamia tetetzo*. Cabe aclarar que la recompensa ofrecida por *N. tetzo* es producida durante la noche por lo que los colibríes sólo pueden disponer de ella durante la mañana (Arizmendi, *Com. Pers.*). Ornelas *et al.* (2002), señalaron al respecto que, tanto el néctar de las inflorescencias de los agaves, como el de las flores de cactáceas columnares representan un oasis para los animales nectarívoros (murciélagos, aves), con lo cual no debería sorprendernos su preferencia por estos, a pesar de tener otros recursos de donde poder compensar sus requerimientos energéticos.

Paciorek *et al.* (1995), registraron visitas florales regulares en *Hamelia patens*, a pesar de presentarse de 60- 100 ácaros adultos por inflorescencia. Ellos estimaron que en promedio el ácaro, *Proctolaelaps kirmsei*, consume el 16% del polen de su planta hospedera. Éste hecho es trascendente pues el polen provee grandes cantidades de nutrientes, siendo su consumo particularmente importante para las hembras, debido a la necesidad de proteína para la formación de huevos (Gilbert, 1972 citado en Paciorek *et al.*, 1995). En *E. cymbifera* se encontró un número más reducido de ácaros de 1- 12 ácaros por flor (adultos y ninfas) y las visitas florales observadas fueron esporádicas y cortas. Aunque no se tomó en cuenta el consumo de polen, se considera que una revisión posterior de ello podría esclarecer el efecto de los ácaros en *E. cymbifera*.

Las visitas reducidas y eventuales a la planta de estudio podrían generar una disminución en el intercambio de polen (Colwell 1995), por tal razón se considera que la presencia de *T. chiriquensis* es como parásito. No obstante, si la reducción en la cantidad de la recompensa (propiciado por lo anterior), obliga a los colibríes visitantes a ampliar la búsqueda por los recursos florales, incrementando de ésta forma el entrecruzamiento, la interacción que tendrá con la planta será más del orden mutualista. En éste caso, *T. chiriquensis* podría no ser un comensalista estricto.

Arizmendi *et al.* (1996), mencionan que el papel de robador de néctar de *Diglossia baritula*, no afecta la producción de frutos en condiciones de campo en las flores en las que no es el único visitante y también señalan que podría actuar como un polinizador de eficiencia baja. De esta manera, a la par de Lara y Ornelas (2001), en el presente estudio no se tienen evidencias suficientes para afirmar que los ácaros florales representan un efecto negativo para la producción de semillas en sus plantas hospederas. Sin embargo, es importante acotar que el tratamiento realizado para ello en éste estudio fue desarrollado en condiciones de campo por lo que muchas de las

variables no fueron controladas (población de ácaros por flor, destrucción de flores).

Por su parte, la falta de uniformidad en la cantidad de flores embolsadas por mes estuvo determinada por la disponibilidad de estas durante cada visita al sitio de estudio y su edad a nuestra llegada, la cual está relacionado con la temporada de floración; siendo entonces, el mes de febrero el pico de floración de nuestra planta. Después de ello el número de flores disponibles se fue reduciendo considerablemente. En ninguno de los meses encontramos el mismo número de flores por planta y los individuos que presentaban una mayor densidad floral fueron los más cercanos a las veredas dispuestas por actividades antropogénicas (*Obs. pers*).

Las semejanzas en los resultados en el número de semillas formadas deja en claro que la polinización cruzada realizada no tuvo el éxito esperado. Es posible que durante el proceso de embolsamiento se haya perdido parte del polen disponible. Por lo cual, se recomienda para estudios futuros, la medición de la intensidad de la polinización y la realización de más cruza manuales, para entender más claramente los efectos del robo de néctar sobre la producción de frutos (Salinas, 2007). Asimismo, ver como factor, el número de ácaros por flor y evaluar su posible impacto en los niveles de concentración de néctar.

## Conclusiones.

*Cynanthus sordidus*, *C. latirostris* y *Amazilia violiceps* son los colibríes visitantes de *Euphorbia cymbifera*

*Tropicoseius chiriquensis* es el ácaro hospedero de *E. cymbifera* y utiliza a los colibríes visitantes de ésta planta para moverse entre sus flores.

No se encontraron evidencias de que las tasas de visitas de los colibríes, se vean afectadas en respuesta a la disminución en la recompensa por efecto de la presencia de *T. chiriquensis*.

La presencia de *T. chiriquensis* no altera la producción de néctar ni de semillas en *Euphorbia cymbifera*, de acuerdo a los resultados estadísticos.

Con lo anterior se infiere que éste ácaro actúa dentro de la interacción mutualista ave-planta, como un organismo comensalista no estricto.

## Literatura citada

Arizmendi, M.C. 1986. Interacción entre los colibríes y su recurso vegetal en Chamela, Jal. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. 180p.

Arizmendi, M. C. y J. F. Ornelas. 1990. Hummingbirds and Their Floral Resources in a Tropical Dry Forest in Mexico. *Biotropica* 22: 172-180.

Arizmendi, M.C., C.A. Dominguez, R. Dirzo. 1996. The role of an avian nectar robber in the reproduction of two plant species. *Funct. Ecol.* 10:119-127.

Arizmendi, M. C. 2001. Multiple ecological interactions: nectar robbers and hummingbirds in a highland forest in Mexico. *Can. J. Zool.* 79: 997-1006.

Baker, E.W. y C.E. Yunker. 1964. New blattisociid mites (Acarina: Mesostigmata) recovered from neotropical flowers and hummingbirds nares. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 57: 103-126.

Baker, E.W. 1975. Sugar concentrations in nectars from hummingbird flowers. *Biotropica* 7(1):37-41.

Blem C.R., L.B. Blem, J. Félix y J. Van Gelder. 2000. Rufous hummingbird sucrose preference : precision selection varies with concentration. *Short communications.* 235-238.

Bolten, B.A., P. Feinsinger, H. Baker, y I. Baker. 1979. On the calculation of sugar concentration in flower néctar. *Oecologia* 41:310-304.

Búrquez A. y S.A. Corbet. 1991. Do flowers reabsorb néctar?. *Funct. Ecol.* 5:369-379.

Colwell, R.K. 1979b. The first know species of hummingbird flower mite North of México: *Rhinoseius epoecus* n.p. (Mesostigmata; Ascidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 72(4): 485-491.

-----, 1979a. The geographical ecology of hummingbird flower mites in relation to their host plants and carriers. *Recent Advances in Acarology* (2) 461-468.

-----, 1986b. Community biology and sexual selection: Lessons from hummingbird flower mites (T.J.Case, J.Diamond, eds.) *En Ecological communities*. Harper and Row, New York. 406-424p.

-----, 1986a. Population structure and sexual selection for host fidelity in the speciation of hummingbird flower mites. *En Evolutionary process and theory* (S. Karlin, E. Nevo, Eds.). Academic Press, San Diego. 475-495p.

-----, 1995. Effects of nectar consumption by the hummingbird Flower Mite *Proctolaelaps kirmsei* on nectar Availability in *Hamelia patens*. *Biotropica* 27(2): 206-217.

----- y S. Naeem. 1994. Life-History patterns of hummingbird flower mites in relation to host phenology and morphology in M.A. Houck (Ed) *Mites. Ecological and evolutionary analyses of life-history patterns*. Chapman and Hall. New York, USA. 23-44p.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2005. <http://www.conanp.gob.mx/anp/rb.php> Fecha de consulta: 10 de marzo de 2007.

Contreras- González A.M. 2007. Dieta y disponibilidad de alimento en *Ara militaris* en la reserva de la biosfera Tehuacán- Cuicatlán. Tesis de Maestría. FES- Iztacala. UNAM. 50p.

Chávez A. C. L. A. 1999. Ecología de la polinización de *Salvia mexicana*. Tesis de Licenciatura. FES- Iztacala. UNAM. 86p.

Des Granges, J-L. 1978. Organization of a tropical nectar feeding bird guild in a variable environment. *The Living Bird* 17: 199.

Fain, A., K.E. Hyland y T.H.G. Aitken. 1977. Flower mites of the family Ascidae phoretic in nasal cavities of birds (Acarina: Mesostigmata). *Acta Zool. Path. Antwerp*. 69: 99-154.

Feinsinger, P. 1978. Ecological Interactions Between Plants and Hummingbirds in a Successional Tropical Community. *Ecological Monographs* 48:269-287.

Feinsinger, P. 1987. Approaches to nectarivore plant interactions in the New World. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 60: 285-319.

García- Franco, J.G., D. Martínez- Burgoa y T. M. Pérez. 2001. Hummingbird Flower mites and *Tillandsia* spp. (Bromeliaceae): polyphagy in a cloud forest of Veracruz, Mexico. *Biotropica* 33(3): 538-542.

Gilbert , F.S., N. Haines y K. Dickson.1991.Empty flowers . *Funct. Ecol.* 5:29-39.

Gutiérrez, A. y S. Rojas. 2001. Dinámica anual de la interacción colibrí- flor, en ecosistemas altoandinos del volcán Galeras, sur de Colombia. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional de Colombia.

Hernández-H, L. 2008. Polinización de *Fouquieria formosa* Kunth por colibríes en santa María Tecomavaca, Oaxaca. Tesis de licenciatura. FES- Iztacala. UNAM. 68p.

Heyneman, A.J., R.K.Colwell, S.Naeem, D.S. Dobkin y B.Hallet. 1991. Host plant discrimination: experiments with hummingbird flower mites. *En Plant-Animal interactions: Evolutionary ecology in tropical and temperate regions.* (P.W. Price, T.M. Lewinsohn, G.W. Fernandes, W.W. Benson Eds.) 455-485p.

Howell, S. N. y S. Webb. 1995. A guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. New York, USA. 851p.

Hunter, P.E. 1972. New *Rhinoseius species* (Mesostigmata: Ascidae) from Costa Rican hummingbirds. *J. Georgia Entomol. Soc.* 7(1):26-36.

INEGI 1981. Carta geológica . Escala 1:250000. E14-9.

INEGI 1985. Carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:150 000. E14-9.

Koopowitz H. y T.A. Marchant. 1998. Postpollination nectar reabsorption in the African epiphytae *Aerangis verdickii* (Orchidaceae).

Krantz, G.W. 1978. Manual of acarology. 2<sup>a</sup>.ed. Oregon state University Book Store Inc. 509p.

Lara, C. y Ornelas J.F. 2001. Néctar theft by hummingbird flower mites and its consequences for seed set in *Moussonia deppeana*. *Funct.Ecol.* 15:78-84.

-----, 2002. Effects of nectar theft by flowers mites on hummingbird behavior and the reproductive success of their host plant, *Moussonia deppeana* (Gesneriaceae). *Oikos* 96:470-480.

-----, 2003. Hummingbrids as vectors of fungal spores in *Moussonia deppeana* (Gesneriaceae): Taking advantage of a mutualism? . *Am. J. Bot.* 90(2):262-269.

Lara, C. 2003. Los colibríes como vectores de antagonistas (Gómez de Silva H., Oliveras de Ita, A. eds) *en* Conservación de aves, experiencias en México. CIPAMEX. México, D.f. 209-212p.

Lara, C.2004. Risks and costs of interactions between plants and hummingbirds. *Ornit. Trop.* 15:199-204.

Letchipía, T.M.C. 1983. Contribución al estudio de ácaros plumícolas asociados a *Aratinga nana* ASTEC (Sounce) ( Aves: Psittacidae) Tesis de Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México. 90p.

Lindquist, E.E y G.O. Evans. 1965. Taxonomic concepts in the Ascidae, with a modified setal nomenclature for the idiosoma of the Gamasina (Acarina: Mesostigmata). *Mem. Entomol. Soc. Can.* 47:1-64.

Lotz, C.N., C. Martínez del Río, S.W. Nicolson. 2003. Hummingbirds pay a high cost for warm drink. *J. Comp. Physiol. B.* 173:455-462.

Micherdzinski, W. y F.S. Lukoschus. 1980. *Rhinoseius rafinskii*, a new species from Ecuador and Venezuela (Acari, Gamasina, Ascidae). *Zoologische Mededelingen.* 55(6): 65-79.

Naeem, S., D.S. Dobkin y B.O. Connor. 1985. *Lasioseius* mites (Acari: Gamasida) associated with hummingbird- pollinated flowers in Trinidad, West Indies. *Int. J. Entomol.* 27:338-353.

Naskrecki, P. y R.K. Colwell. 1995. New Genus and two species of Melicharini from Venezuela (Acari: Mesostigmata:Ascidae). *Ann. Entomol. Soc. Am.* 88(3): 285-293.

Naskrecki, P. y R.K. Colwell. 1998. Systematics and host plant affiliations of hummingbird flower mites of the genera *Tropicoseius* Baker & Yunker and *Rhinoseius* Baker & Yunker (Acari: Mesostigmata: Ascidae). *Entom. Soc. Am. USA.*185p.

Nepi, M.N., M. Guarnieri y E. Pacine. 2001. Nectar secretion, reabsorption and sugar composition in male and female flowers of *Curcubita pepo*. *Int. J. Plant. Sci.* 162(2): 353-358.

Ornelas J.F., M. Ordano, A. Hernández, J.C. López, L. Mendoza y Y. Perroni. 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 environment*. 52:37-51

Pacioerek , C. B., Moyer, R., Levin, y S. Halpern. 1995. Pollen consumption by the mite *Proctolaelaps kirmsei* and possible fitness effects on *Hamelia patens*. *Biotropica* 27(2): 258-262.

Proctor, H. e I. Owens. 2000. Mites and birds: diversity, parasitism and coevolution. *Tree*. 15(9):358-364.

Pyke G.H. y N.M. Waser. 1981. The production of dilute Nectars by hummingbird and honeyeater flowers. *Biotropica* 13(2): 260-270.

Radovsky,F.J. 1998. Description of the active stases and the distribution of *Pellonyssus gorgasi* Yunker and Radovsky, 1966 (Acari: Macronyssidae) of hummingbirds, and its apparent use of flowers for host transfer. *Internat. J. Acarol.* 24(2): 99-106.

Rodríguez-Flores, C.I. y G.Stiles. 2005. Análisis Ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños ( Trochilidae, Phaetornidae) y sus flores en la Amazonia Colombiana. *Ornitología Colombiana*. 3: 7-27.

Salazar, J.M. 2001. Registro de guacamaya verde (*Ara militaris*) en los cañones del Río del Sabino y Río Seco, Santa María Tecomavaca. México. *Huitzil* 2(2) 18- 20.

Sall, J. y A. Lehman. 1996. SAS Instute. *JMP Start statistics: a guide to statistical and data analysis using JMP and JMPIN software*. Duxbury Press, Belmont. California.

Sarmiento, F.O. 2003. Diccionario de ecología: paisajes, conservación y desarrollo sustentable para Latinoamérica. ABYA- YALA. Quito. 226p

Steinmann, V.W. 2002. Diversidad y endemismo de la familia Euphorbiaceae en México. *Acta Botánica Mexicana*. 61: 91-93.

Stiles, F. G. 1981. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68: 323-351.

Valiente-Banuet, A., Casas, A., Alcántara, A., Dávila, P., Flores, H., N., Arizmendi, M. Del C., Villaseñor, J.L. y Ortega, R., J. 2000. La vegetación del Valle de Tehuacán -Cuicatlán. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 67: 24-74.

Vázquez, R.L.D. 2007. Descripción de la comunidad de aves de la selva baja caducifolia y su relación con la estructura del hábitat en Santa María Tecomavaca, Oaxaca. Tesis de Licenciatura. FES-Iztacala. UNAM. 89p.

Webster, G.L. 1994. Synopsis of the genera and supergeneric taxa of *Euphorbiaceae*. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 81:33- 144.

Williamson, S.L.2001. A field guide to hummingbird of North America. Houghton Mifflin Company, New York, N.Y. 257p.

## Apéndice

Los indicadores de los sistemas reproductivos de las plantas han mostrado ciertos patrones de correlaciones entre algunas características de las flores de ciertos hábitats, así como una serie de características morfológicas y de conducta floral que determinan ciertos sistemas reproductivos (Chávez 1999). Cruden (1976 en Chávez 1999) propone el índice de hibridación (OCI) como un buen indicador para dichos sistemas.

**Cuadro A1.** Índice de hibridación (OCI); los valores del índice de hibridación se basan en la suma de tres características florales, a cada una se le asigna un valor según los caracteres de las flores.

CARÁCTER	Diámetro de la flor (corola)	Relación espacial de estigmas y anteras	Separación temporal de la dehiscencia de las anteras y receptividad de los estigmas.
VALOR	<1mm=0 1 a 2mm=1 2 a 6mm=2 >6mm=3	Al mismo nivel, posible contacto entre ambos=0 En diferentes niveles, el contacto entre ellos es improbable=1	Homogamia y protoginea=0 Protandria=1

**Cuadro A2.** Características florales de las plantas y su relación con los sistemas reproductivos. Al sumar los valores anteriores, se le asigna el índice de hibridación (OCI) y se le clasifica dentro de un sistema reproductivo.

OCI	Sistema reproductivo	Características de las plantas
0	Cleistogamia	
1	Autógama obligada	Plantas autocompatibles que no requieren de polinizador.
2	Autógama facultativa	Plantas autocompatibles y autógamas, de fecundación cruzada. No requieren de polinizador.
3	Xenógama facultativa	Plantas autocompatibles, si son dicógamas, tienden a la protoginea. La mayoría producen néctar y algunas necesitan polinizador.
4	Xenógama	Plantas adaptadas a la fecundación cruzada, son autoincompatibles. La dicogamia es común, las flores producen néctar y la mayoría requiere de polinizador.