



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

Patrones de anidación de colibríes en la FES Iztacala

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

EFRAIN MORALES ORTIZ

**DIRECTOR DE TESIS:
DRA. MARÍA FELIX RAMOS ORDOÑEZ**

LOS REYES IZTACALA, ESTADO DE MÉXICO, JULIO 2017





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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

A la Dra. María Félix Ramos Ordoñez por su paciencia y conocimientos y a mis asesores Dra. María del Coro Arizmendi Arriaga, Dra. Ana María Contreras González, Dr. Francisco Rivera Ortiz y Mtro. Ezequiel Carlos Rojas Zenteno, por su tiempo e instrucción para hacer de este un buen trabajo.

Al Mtro. Gabriel López Segoviano por su tiempo y ayuda académica durante la realización de este proyecto y por su amistad.

A Diego Arias Montiel (Changungo) por contribuir con el material fotográfico de este trabajo. Al grupo 1553 de la Carrera de Biología por su ayuda.

A mi familia Griselda, Grisel, Eufemia, Porfirio, Nelly, Armando, Abraham y Antonio porque gracias a ellos poseo los valores necesarios para vivir una vida honrada y honesta. Además, por ser la mejor familia unida que alienta siempre a cumplir las metas propuestas, ya que se cuenta con su confianza y respaldo. A Oscar por su apoyo.

A mis amigos Arturo, Hugo, Miguel, Edgar, Luis, Sonia, Norma, por todos los valiosos momentos vividos en la universidad y fuera de ella y porque sé que puedo contar siempre con ellos y ellos conmigo. A los amigos de la facultad, por las experiencias compartidas.

A mi amor Liliana, que me dio el impulso para terminar esta tesis. Por su apoyo interminable, su confianza en mí y su cariño incondicional, que me motiva a ser una mejor persona para ella y para todos los que quiero.

ÍNDICE GENERAL

	Pág
RESUMEN.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
Urbanización	
La urbanización y los colibríes	
Patrones de anidación de colibríes	
Los colibríes de la FES Iztacala	
JUSTIFICACIÓN.....	7
OBJETIVOS.....	9
MÉTODOS.....	10
Área de estudio	
Elementos del paisaje	
Búsqueda de nidos	
Censos de colibríes	
RESULTADOS.....	16
Elementos del paisaje	
Sitios de anidación	
Distribución espacial de los colibríes	
DISCUSIÓN.....	31
CONCLUSIONES.....	38
LITERATURA CITADA.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Mapa general de la ubicación de la FES Iztacala.	9
Figura 2. Mapa del área de estudio dividida en cuadrantes de 50 x 50 m con los 50 puntos a muestrear.	11
Figura 3. Área calculada de los diferentes elementos que componen el paisaje de los 50 cuadrantes dentro de la FES Iztacala.	15
Figura 4. Alturas de los nidos encontrados en la FES Iztacala de <i>Amazilia beryllina</i> (<i>Ambe</i>) y <i>Cyananthus latirostris</i> (<i>Cyla</i>) en comparación con la altura de la planta utilizada.	17
Figura 5. Longitud de la rama y posición de los nidos de <i>Amazilia beryllina</i> (<i>Ambe</i>) y <i>Cyananthus latirostris</i> (<i>Cyla</i>).	17
Figura 6. Distancia de los edificios más cercanos a los nidos de <i>Amazilia beryllina</i> (<i>Ambe</i>) y <i>Cyananthus latirostris</i> (<i>Cyla</i>) en la FES Iztacala.	18
Figura 7. Distancia de los parches florales más cercanos a los sitios de anidación de <i>Amazilia beryllina</i> (<i>Ambe</i>) y <i>Cyananthus latirostris</i> (<i>Cyla</i>) en la FES Iztacala.	19
Figura 8. Hembra de <i>Amazilia beryllina</i> sobre su nido. Foto tomada por Juan Diego Arias Montiel.	21
Figura 9. Residuales de los valores de las tablas de contingencia de las especies de árboles utilizadas para la anidación de las especies de colibríes <i>Amazilia beryllina</i> (<i>Ambe</i>) y <i>Cyananthus latirostris</i> (<i>Cyla</i>), lo cual indica preferencia con valores positivos y el rechazo con negativos. * Diferencias significativas $P < 0.05$	22
Figura 10. Número total de registros de colibríes en 50 cuadrantes de la FES Iztacala realizados entre los meses de septiembre de 2015 a junio de 2016	23
Figura 11. Correlación entre el área verde (expresada por la cobertura de especies vegetales en m ²) y el número de registros de colibríes en los cuadrantes ($r_s = 0.3593$, $P < 0.0104$, $gl = 49$)	24

Figura 12. Componentes arbóreos por cuadrante y su correlación con el número de registros de <i>Amazilia beryllina</i> y <i>Cyananthus latirostris</i> ($r_s = 0.5634$, $P < 0.0001$, $gl = 49$)	24
Figura 13. Correlación entre el número de registros de colibríes y la cantidad de individuos con flor en el área de muestreo ($r_s = 0.5660$, $P < 0.0001$, $gl = 49$)	25
Figura 14. <i>Cyananthus latirostris</i> forrajeando néctar en la FES Iztacala	25
Figura 15. <i>Amazilia beryllina</i> forrajeando néctar en la FES Iztacala	26
Figura 16. Volumen de néctar en las especies con flor más abundantes en los cuadrantes (KW = 201.6, $P < 0.0001$)	27
Figura 17. Calorías determinadas en el néctar de las especies que presentaron flor en los cuadrantes a lo largo de los 10 meses de muestreo (KW = 184.3, $P < 0.0001$)	27
Figura 18. Número de registros de forrajeo de néctar de <i>A. beryllina</i> y <i>C. latirostris</i> en diferentes especies de plantas en la FES Iztacala	28
Figura 19. De izquierda a derecha especies más visitadas por los colibríes <i>Callistemon citrinus</i> , <i>Erythrina americana</i> y <i>Jacaranda mimosifolia</i>	29
Figura 20. Comparación de la media de forrajeo de <i>A. beryllina</i> , tanto de néctar como de insectos en época reproductiva y no reproductiva	29
Figura 21. Residuales de los tipos de forrajeo (néctar y artrópodos) en las temporadas reproductiva y no reproductiva de <i>Amazilia beryllina</i> . Todos los valores fueron significativos estadísticamente.	30
Figura 22. Comparación de la media de forrajeo de <i>C. latirostris</i> tanto de néctar como de insectos en la época reproductiva y no reproductiva	31

ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Especies de plantas que presentaron nido de colibrí dentro de la FES Iztacala. Número total de individuos por especie, cobertura total por especie, número de nidos registrados y especie de colibrí que utiliza a la especie para anidar. Datos recabados en 50 cuadrantes muestreados

21

RESUMEN

El desarrollo urbano ha propiciado la alteración drástica de los ecosistemas naturales, provocando una pérdida de biodiversidad. Sin embargo, dentro de las ciudades persisten espacios discontinuos de vegetación que son aprovechados principalmente por las aves como sitios de alimentación y refugio, como el caso de los colibríes que han encontrado recursos suficientes para establecerse en las zonas urbanas. En este trabajo se evaluaron las principales características del sitio de anidación de los colibríes de la FES Iztacala. Además, se consideraron aquellos elementos del paisaje (área verde, área gris, área abierta, tránsito de personas) que podrían moldear la distribución de los colibríes. Se esperaba que los factores determinantes en la distribución de los colibríes y los sitios de anidación, fueran la disponibilidad de alimento y la variación en la composición de las áreas verdes del campus. Se realizaron búsquedas intensivas de nidos en las áreas verdes, además de censos durante 10 meses de muestreo en 50 cuadrantes dentro del campus. Se encontraron nueve nidos activos de las especies de colibríes *Amazilia beryllina* (n=6) y *Cyananthus latirostris* (n=3) todos colocados sobre árboles, en su mayoría de más de 10 m de altura e inmersos en zonas protegidas por edificios y copas espesas de árboles circundantes. *Amazilia beryllina* presentó una preferencia por *Cupressus* sp. para colocar su nido y ésta fue independiente de la cobertura y abundancia de la especie dentro del campus. La distribución de ambas especies de colibríes estuvo marcadamente influida por la densidad y diversidad de especies vegetales en los cuadrantes, principalmente la presencia de *Erythrina americana*, *Callistemon citrinus* y *Jacaranda mimosifolia* durante la temporada de floración.

INTRODUCCIÓN

Urbanización

Conforme al progreso de las sociedades y el crecimiento demográfico, el hombre y su tendencia a influir negativamente sobre el medio que lo rodea se incrementa de manera insustentable (MacGregor, 2010). Procesos antropogénicos como la intensificación de la agricultura, y el crecimiento exponencial del desarrollo urbano, derivados de cambios socioeconómicos, han propiciado una alteración generalizada y drástica en los ecosistemas naturales, lo cual provoca una pérdida global de biodiversidad y un escenario particularmente preocupante para aquellos países con una gran riqueza de especies, como es México (Domínguez-López y Ortega-Álvarez, 2014).

La urbanización posee un sistema con estructuras, funciones y procesos propios completamente distintos a los de los hábitats naturales que las rodean (Grajales, 2009). Los elementos nativos como la vegetación, se remplazan por estructuras más simples como cables, postes de teléfonos, casas, etc. (Juri, 2005), confiriéndole a cada ciudad características geográficas, biológicas, culturales y económicas únicas, pero que son estructuralmente similares en todos los sistemas urbanos. La heterogeneidad ambiental también está representada por pequeños parches de vegetación (*i.e.*, parques y zonas arboladas) que, por una parte, contribuyen a moldear el clima urbano, al regular la temperatura, elevar la humedad relativa, liberar oxígeno y reducir las sustancias, partículas y gases contaminantes en el aire, y por otra facilitan el establecimiento de una mayor diversidad de animales (Ramírez-Albores, 2008; Grajales, 2009).

En México, el crecimiento poblacional descontrolado ocasiona principalmente el deterioro y fragmentación de los ecosistemas, así como la pérdida de los hábitats nativos. Esto implica cambios en el uso de suelo y aumento de las actividades antropogénicas que, a corto plazo, modifican la estructura física y biológica del hábitat natural afectando diversos procesos ecológicos y evolutivos, que influyen en la composición y estructura de las comunidades de flora y fauna de estas áreas (Ramírez-Albores, 2008). Particularmente la Zona Metropolitana conformada por la Ciudad de México con 16 delegaciones, 59 municipios del Estado de México y un municipio del Estado de Hidalgo, tiene un crecimiento poblacional anual del 0.8%, que representa la tercera zona urbana más poblada del mundo (Puga, 2012), lo cual genera consecuencias graves sobre la vida silvestre de esta región (Ramírez-Albores, 2008).

A causa de este fenómeno, en México y en otras regiones del mundo las aves han sido utilizadas como grupo preferente de estudio en paisajes urbanos, debido a su rápida respuesta a la alteración del hábitat a diferentes escalas, a su sensibilidad a los disturbios ocasionados por el hombre y por exhibir preferencias de hábitat para sitios específicos con distintos niveles de perturbación, ya que utilizan estos sitios como áreas de refugio, descanso y para la obtención de recursos alimenticios (Domínguez-López y Ortega-Álvarez, 2014 ; Ramírez-Albores, 2008).

Los grados de perturbación se dan con respecto a las actividades humanas realizadas dentro de un área, el nivel infraestructura de la ciudad y los componentes de la vegetación remanente o introducida (Pickett et al., 1997).

La urbanización y los colibríes

La urbanización favorece a las especies exóticas e invasoras de aves, las cuales llegan a representar al 80% de las comunidades, ya que son principalmente granívoras u omnívoras, y perjudica a otras especies que dependen de los niveles de estratos de la vegetación (Ortega-Álvarez, 2008). Dentro del grupo de aves no granívoras y supervivientes a los sistemas urbanos se encuentran los colibríes, organismos pertenecientes a la Familia Trochilidae, orden Apodiformes, estos en las zonas arboladas de las urbes se encuentran ampliamente extendidos, ya que utilizan como recurso la variedad de plantas con flores productoras de néctar estacionales y aquellas que presentan flores todo el año (Toledo y Moreira, 2007). Debido a que su dieta está conformada en un 90% de néctar y 10% de artrópodos (Del Hoyo *et al.* 1999), los colibríes llevan a cabo un servicio ecológico importante de polinización de las especies vegetales con síndrome ornitófilico y de algunas otras que no lo presentan, ya que se considera a estas aves especializadas desde el punto de vista fisiológico, pero en cambio, generalistas desde el punto de vista ecológico, ya que visitan diferentes especies de plantas para satisfacer sus requerimientos energéticos (Perrins, 2011; Rodríguez-Flores, 2009, Burbano-Álvarez, 2013)

La cantidad y calidad de néctar producido por las flores es un factor determinante en la organización y distribución de estos polinizadores, ya que se han adaptado a la temporalidad de la floración de las especies vegetales, congregándose intensamente en las flores disponibles para ser explotadas y compitiendo en ocasiones de forma agresiva por el néctar presente en ellas (Bibriesca, 2012). En la FES Iztacala existen 6 especies de plantas con flores de síndrome ornitófilico;

Jacaranda mimosifolia, *Ipomea wolcottiana*, *Erythrina americana*, *Punica granatum*, *Callistemon citrinus* y *Malvaviscus arboreus*, estas especies poseen diferentes periodos de floración a lo largo de las estaciones y representan el recurso nectarívoro más importante para los colibríes (Sandoval y Tapia, 2000).

No obstante, la dieta de los colibríes de artrópodos que proveen proteínas, lípidos y otros nutrientes necesarios, y aumenta en caso de que el recurso floral sea escaso (Wagner, 1946). Para las hembras la disponibilidad de artrópodos puede ser más importante que la abundancia de flores para determinar el momento de la cría (Stiles, 1995).

Patrones de anidación de colibríes

Los nidos de los colibríes suelen ser minúsculos, parecidos a una copa y se colocan en una amplia gama de alturas, ubicación y sustratos; en ramas individuales o bifurcadas, hojas grandes, pegados a paredes rocosas u ocultos debajo de densos matorrales que sobresalen de una pendiente. También se han observado atados a las lianas o debajo de una hoja pendular que proporciona abrigo (del Hoyo *et al.*, 1999). Las hembras son las encargadas de todo el proceso de anidación, eligen el sitio una vez localizada una fuente cercana rica en néctar, el nido se construye en ramas adecuadas que pueden ser desde una vegetación secundaria de muy baja altura, hasta el nivel de las altas copas de los árboles, donde debe ser accesible al vuelo, y proporcionar cierta protección del sol directo y la lluvia (Perrins, 2011). Los períodos reproductivos de los colibríes pueden coincidir con los meses donde las plantas ornitófilas presentan el punto más alto de floración (Nuñez-Rosas, 2013). El forrajeo de artrópodos por parte de las hembras durante el periodo de anidación se incrementa de manera importante,

debido a la demanda de proteínas para producir huevos y alimentar a los pollos (Hainsworth, 1977; Montgomerie y Redsell, 1980; Chavez-Ramirez y Dowd, 1992; Stiles, 1995). Sin embargo, es conocido que las hembras de los bosques tropicales evitan forrajear cerca del sitio de anidación para evitar atraer a posibles depredadores (Stiles, 1995).

En las ciudades los colibríes, al igual que otras aves, han encontrado en las estructuras artificiales construidas por el hombre diversas oportunidades de anidamiento y alimentación que les facilita su sobrevivencia y permanencia en un ambiente urbanizado (Ortiz, 2012).

Los colibríes en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala (FES Iztacala)

La FES Iztacala representa un ambiente heterogéneo conformado por numerosos edificios inmersos en corredores de vegetación donde de acuerdo con Sandoval y Tapia (2000), se encuentran identificadas 72 especies florísticas, con 62 especies arbóreas y 14 especies arbustivas, donde la forma de vida arbórea es la predominante. Estas especies se encuentran divididas en categorías de: perennifolias, subperennifolias y caducifolias. Las cuales tienen periodos de floración espaciados a lo largo del año, que representan un recurso importante para la alimentación de los colibríes e incluso, proveen espacios para la anidación de estas aves, lo que determina la distribución de las especies.

Duarte en el 2001 llevó a cabo una caracterización de la comunidad de aves reportando cuatro especies de colibríes, *Cyananthus latirostris*, *Lampornis clemenciae*, *Calothorax lucifer* y *Amazilia beryllina*, que utilizaban la zona arbolada del Campus como recurso perchero y alimenticio. Tomando esto en cuenta,

Salgado (2013) como parte de su trabajo de Laboratorio de Investigación Científica y Tecnológica (LICyT) con la asesoría de la Dr. María del Coro Arizmendi, implementó un jardín de polinizadores con 21 especies de plantas con síndrome de polinización ornitófilo, para evaluar su efecto sobre la comunidad de colibríes del Campus, realizando censos mensuales de los colibríes vistos en el área del jardín y reportó la presencia de dos especies, *Cynanthus latirostris* con siete individuos y *Amazilia beryllina* con seis. Sin embargo, la dinámica de las poblaciones y la abundancia de estas especies han cambiado con el tiempo. De acuerdo con Acuña (2014), la abundancia de *Cynanthus latirostris* ha disminuido en un 50% posiblemente debido a la competencia por el mismo recurso con *Amazilia beryllina*, una especie territorial. Asimismo, se registró por primera vez dentro del campus a *Hylocharis leucotis*, ave residente de las zonas boscosas del Distrito Federal, cuya distribución es mayor en invierno.

JUSTIFICACIÓN

Existe información disponible sobre la biología reproductiva de algunos colibríes, pero se desconocen los hábitos de anidación de más del 50 % de las especies en sus hábitats naturales y aún más los trabajos en ambientes urbanos de México son muy escasos, lo que supone un obstáculo para comprender la historia natural de estas aves y tener capacidad de inferir sobre los factores bióticos y abióticos que moldean su ciclo reproductivo, información que cobra importancia al diseñar medidas eficientes que favorezcan la conservación de los recursos y la sobrevivencia de los colibríes en los medios urbanos (García y Botero – Delgadillo, 2013).

Hipótesis general

-Debido a que los colibríes se encuentran extendidos dentro de las áreas arboladas de las ciudades, se espera que la variación de los elementos de la vegetación, disponibilidad de alimento y estructuras urbanas del paisaje en las diferentes zonas de la FES Iztacala determine la distribución y anidación de las especies de colibríes.

Hipótesis específicas

-Debido a que las hembras eligen los sitios de anidación en función de la cercanía de los recursos florales, se espera que los nidos se encuentren en la periferia de dichos recursos, ya que esto facilita la búsqueda de alimento para los polluelos.

-Debido a que el néctar floral es la principal fuente de alimento para los colibríes, los elementos del paisaje más representativos para la distribución dentro de la FES Iztacala, serán aquellos relacionados con especies vegetales en floración.

OBJETIVO GENERAL

Determinar los componentes estructurales de la FES Iztacala, para conocer las condiciones del ambiente urbano que necesitan los colibríes residentes, para anidar y habitar dentro del campus.

Objetivos Particulares

-Obtener la proporción de vegetación, elementos urbanos estructurales y/o los espacios libres, para conocer los componentes del campus FES Iztacala.

-Evaluar los elementos que componen el paisaje circundante del sitio de anidación, para conocer los patrones de anidación de las especies de colibríes residentes.

-Determinar si la heterogeneidad en la composición y estructura de la vegetación y la disponibilidad de alimento de la FES Iztacala, son elementos representativos que moldean la distribución de los colibríes residentes.

MÉTODOS

Área de estudio

La FES Iztacala se localiza en los Reyes Iztacala, en el Municipio de Tlalnepantla, Estado de México. dentro de las coordenadas 19° 32' 28" de latitud norte y 98°11' 39" longitud oeste, con una altitud de 2475 msnm (Fig. 1). El clima es de tipo C (Wo) templado subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual oscila entre 12 y 16° C. La precipitación media anual oscila entre 500 y 800 mm, con un promedio de 13 días de heladas al año. La superficie total de la FES Iztacala es de 221,382.00 m², la vegetación ocupa un área de 124, 991.82 m² (Acuña, 2014).



Figura 1. Mapa general de la ubicación de la FES Iztacala dentro del municipio de Tlalnepantla de Baz.

Elementos del paisaje

La superficie total de la FES Iztacala considerando las edificaciones y las zonas con vegetación, se dividió en cuadrantes de 50 x 50m (total = 2500m²) para generar un total de 110 cuadrantes, de este total se eligieron aleatoriamente 50 cuadrantes que representaron el 56.46 % de la superficie total del campus con 125,000 m². Los componentes estructurales del ambiente urbano de la FES Iztacala que se consideraron para este trabajo fueron el área gris (edificios, estacionamientos y corredores), área verde (área de las copas de árboles y arbustos que sobrepasaban los 2 metros de altura) área abierta (espacios entre la vegetación y con pastos podados) y el tránsito de gente en cada uno de los cuadrantes. Dentro de las zonas verdes se excluyó totalmente el área de las canchas de fútbol cuya vegetación es la típica de un pastizal.

El porcentaje de área abierta y de área gris que abarca edificios, pasillos y estacionamientos, se obtuvo con la ayuda del programa Google Earth, versión 7.1.7.2606.

Por otro lado, el porcentaje de área verde se obtuvo sumando la cobertura de la copa de cada uno de los individuos de todas las especies de árboles y arbustos con más de dos metros de altura, por lo que se pudo obtener el número de individuos, la cobertura total por especie, la riqueza de especies de plantas, el número total de árboles o arbustos, la riqueza de especies que producen flores y el número de individuos de estas por cada una de los cuadrantes, se realizó una prueba de Kruskal-Wallis para ver si había diferencia significativa entre las áreas. Para el tránsito de gente se muestrearon todos los cuadrantes el mismo día a las

15:00 horas, horario donde coinciden los matutino y vespertino, se registró el número de personas que pasaba por el cuadrante o se encontraban dentro de él durante 10 min, esto se realizó con la ayuda de un grupo de 50 personas, los cuadrantes fueron agrupados respecto a su ubicación con los puntos cardinales tomando los cuadrantes 34 y 39 como el centro (Fig. 2).



Figura 2. Mapa del área de estudio dividida en cuadrantes de 50 x 50 m con los 50 cuadrantes muestreados.

Búsqueda de nidos

Se realizaron recorridos en la FES Iztacala para la búsqueda intensiva de nidos de las especies de colibríes durante los meses en los que está reportada la anidación de las especies residentes, *Amazilia beryllina*, *Cyananthus latirostris* y *Hylocharis leucotis* en el periodo de septiembre de 2015 a junio de 2016. Esta búsqueda se realizó en toda la superficie de la FESI entre las 7:00 y las 12 h y de las 15:00 a 18:00 h, horarios donde las aves se encuentran más activas (Ralph *et al.* 1993;

Toleda y Moreira, 2008; Santamaría-Rivero et al. 2013; Nuñez-Rosas, 2013) en días destinados únicamente a esta actividad. Las copas de los árboles y arbustos se observaron minuciosamente con la ayuda de binoculares (8-16 x 40) buscando los nidos en relación a su forma de copa o taza. También se observó el comportamiento de las hembras que estuvieran colectando material o aquellas que se dirigieran furtivamente hacia un árbol en particular, esto sin la ayuda de binoculares ya que es más sencillo seguir los movimientos a simple vista (Ralph *et al.* 1993).

Una vez que fue localizado el nido se procedió a determinar la especie de colibrí de manera visual con ayuda de la Guía de Colibríes de México y Norteamérica (Arizmendi y Berlanga, 2014); además de estimar la altura, cobertura y la especie planta en la que fue colocado, la altura del nido, su distancia al tronco, distancia a la punta de la rama y su orientación, esto como medidas particulares de la posición del nido en la copa del árbol (Nuñez-Rosas, 2013), también se midió la cercanía del recurso alimenticio y la cercanía a las edificaciones con la ayuda de un flexómetro de 30 m y un rangefinder Nikon Pro Staff 550, se realizó la estadística descriptiva de todos los datos.

Para probar si existe alguna preferencia por los colibríes para construir el nido, se realizó un listado de las especies vegetales en donde se encontraron nidos y dos tablas de contingencia, por un lado, se utilizó la frecuencia de nidos encontrados en ellas y el porcentaje de individuos de las especies utilizadas con respecto al total de árboles de los 50 cuadrantes y por el otro, el porcentaje de cobertura de las especies utilizadas con respecto al total de la cobertura en los 50 cuadrantes, para ambas tablas se obtuvo el valor esperado de nidos en cada especie vegetal.

Posteriormente, se llevó a cabo el análisis de residuales estandarizados. Debido a que estos residuales están normalmente distribuidos en una media de 0 y desviación típica de 1, cualquier valor mayor que 2 (el aproximado al 5% de la distribución normal) fue considerado como una desviación significativa (Ramos-Ordoñez, 2009; Almazán, 2013).

Censos de colibríes

Se realizaron 10 muestreos una vez por mes en los 50 cuadrantes, a partir de septiembre del 2015 hasta junio del 2016 con dos horarios diferentes, por la mañana de 7:00 a 12:00 h y por la tarde de 15:00 a 18:00 h, horarios donde las aves se encuentran más activas (Ralph *et al.* 1993; Toleda y Moreira, 2008; Santamaría-Rivero *et al.* 2013; Nuñez-Rosas, 2013). Se permaneció por un periodo de cinco minutos en cada cuadrante y se consideraron tres minutos de desplazamiento entre cada cuadrante. Se realizaron observaciones focales utilizando binoculares (8-16 x 40) y los colibríes se identificaron mediante la Guía de Colibríes de México y Norteamérica (Arizmendi y Berlanga, 2014). La información recopilada incluyó la hora de inicio del muestreo en el cuadrante, la especie de colibrí observada, la forma de detección visual o auditiva, la actividad que estaba realizando: perchando, colectando material, forrajeando insectos, persiguiendo y siendo perseguido, anidando y, forrajeando néctar, en el último caso se anotó la especie vegetal visitada. Se hizo una prueba de correlación de Spearman entre el total de registros de los 10 meses de muestreo en cada cuadrante contra los elementos del paisaje descritos anteriormente para determinar si había alguna asociación.

Adicionalmente se cuantificó la disponibilidad de alimento y su calidad, para lo cual se realizaron cosechas en pie de las tres especies vegetales más distribuidas y con mayor número individuos dentro del campus, en su temporada de floración (*Jacaranda mimosifolia*, *Erythrina americana*, *Callistemon citrinus*) con base a la metodología de López Segoviano (2011), donde 20 flores fueron tomadas al azar para extraer el néctar al introducir tubos capilares de 80 μ l hasta el nectario de cada una de las flores, con un vernier se midieron los milímetros de néctar obtenidos, con los que posteriormente se calculó el volumen producido. A continuación, se colocó una gota de cada muestra obtenida en un refractómetro portátil marca ATAGO modelo N-1EBX con un rango de 0 a 32 grados brix, para obtener el porcentaje de azúcares. De estos porcentajes se obtuvo la molaridad utilizando las tablas de conversión de Kearns (1993). Las calorías se calcularon de acuerdo a la equivalencia de Stiles (1976) quien considera que un 1 μ l de sacarosa 1M es igual a 1.35 calorías, por último, estos valores calóricos se multiplicaron por el volumen calculado de cada una de las flores (Bibriesca, 2012). Para determinar si existían diferencias significativas en la cantidad y calidad del néctar entre las especies de plantas mediante una prueba de Kruskal – Wallis (López – Segoviano, 2011).

Para conocer si los registros de forrajeo de néctar e insectos diferían durante la temporada reproductiva y no reproductiva, se realizó una prueba de ji cuadrada y un análisis de residuales por especie de colibrí, cuando la prueba arrojó diferencias significativas. Todos los análisis estadísticos se realizaron con los programas Excel 2016 y GraphPad Prism v.5.

RESULTADOS

Elementos del paisaje

Los datos de los componentes obtenidos de los 50 cuadrantes mostraron que el área gris con una media de $997.1 \pm 512.2 \text{ m}^2$ (0-2287.7 m^2), está más representada que el área abierta con una media de $820.6 \pm 630.01 \text{ m}^2$ (0-2194.5 m^2) y el área verde con una media de $731.3 \pm 417.7 \text{ m}^2$ (0-1719.4 m^2). Existe una diferencia significativa mínima entre las tres medias de los elementos del paisaje, pero entre pares, la diferencia no fue significativa (KW= 6.012, P=0.0495).

Asimismo, el número promedio de personas en los cuadrantes fue de 88.2 ± 108.7 (0-623 personas). Los edificios, corredores y estacionamientos predominan en el paisaje de 16 cuadrantes, destaca que el 56.2% de ellos se encontraron localizados entre el norte y el este de la FES Iztacala. En contraste, las áreas arboladas destacaron sólo en 7 cuadrantes dispersos en toda la FES Iztacala. Por otra parte, los espacios abiertos estuvieron presentes en 12 cuadrantes y el 75% de ellos se localizaron entre el noroeste y noreste de la FES Iztacala. En los 15 cuadrantes restantes la proporción de las áreas fue similar y se encontraron distribuidos de manera equitativa en los puntos cardinales (Fig. 3).

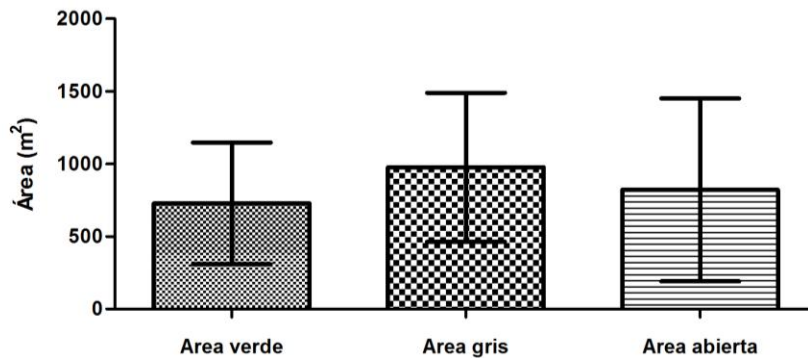


Figura 3. Área calculada de los diferentes elementos que componen el paisaje de los 50 cuadrantes dentro de la FES Iztacala (KW= 6.012, P=0.0495).

Sitios de Anidación

Se encontraron diez nidos de colibríes en el campus, de los cuales uno no se pudo determinar, ya que se encontraba inactivo, seis pertenecieron a la especie *Amazilia beryllina* hallados durante los meses de septiembre – octubre del 2015 y tres a la especie *Cyananthus latirostris* hallados de febrero a marzo del 2016. En todas las ocasiones los nidos se encontraron a alturas mayores de 3m con un promedio de 5.77 ± 2.32 m con respecto al suelo en árboles que en la mayoría de las veces superaron los 10 m de altura. En el caso de los nidos de *A. beryllina* el promedio de las alturas en donde se encontraban los nidos fue de 6.33 ± 2.38 m, dos de los nidos fueron localizados mediante la búsqueda en las copas de los árboles cuando estaban ocupados por los pollos, los cuatro restantes mediante el seguimiento del comportamiento de las hembras. Los nidos de *C. latirostris* (n=3) se encontraron a alturas variables (3.3, 4.8 y 8.2 m por arriba del suelo), en plantas con diferentes niveles de altura dos de ellas menores a 8 m y una mayor a 10 m, todos los nidos de esta especie fueron descubiertos mediante el comportamiento de las hembras, sin embargo, aquellos de 4.8 y 8.2 m de altura fueron abandonados. El nido inactivo fue localizado a una altura de 3.4 m en una planta de 4.8 m (Fig. 4).

Todos los nidos fueron hallados en la periferia de la copa de los árboles en ramas horizontales, colocados a una distancia promedio 28 ± 22.01 cm de la punta de la rama, siendo 0 el valor mínimo y 60 cm el valor máximo. La distancia al tronco varió dependiendo del ancho de la copa del árbol. El valor mínimo fue de 1.2 m y el máximo de 5.6 m con un promedio de 3.9 ± 1.2 m (Fig. 5).

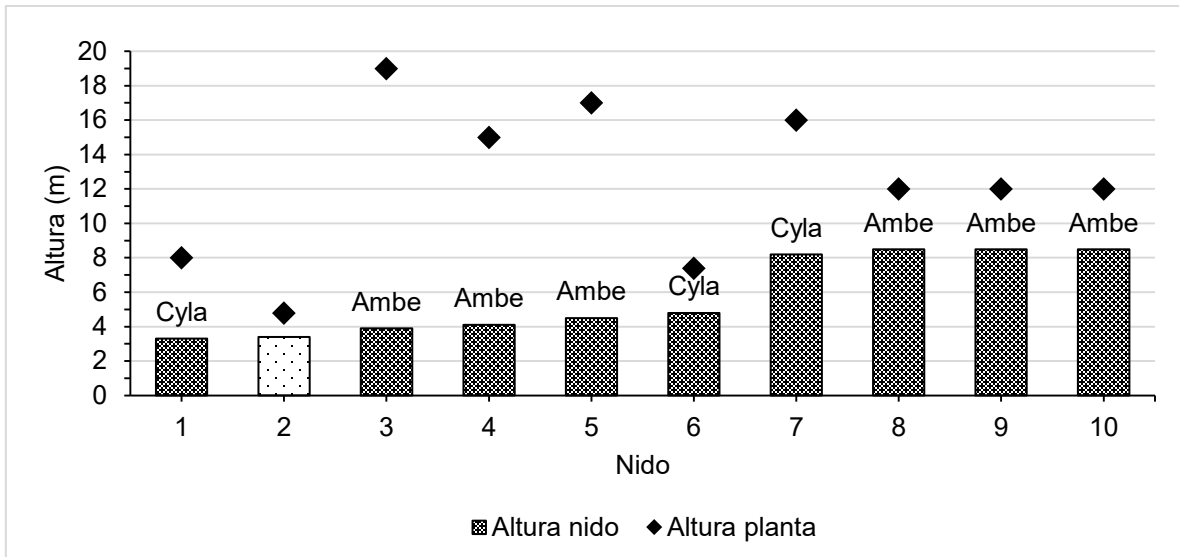


Figura 4. Alturas de los nidos con respecto al suelo de *Amazilia beryllina* (Ambe) y *Cyanthus latirostris* (Cyla) encontrados en la FES Iztacala y altura de la planta utilizada.

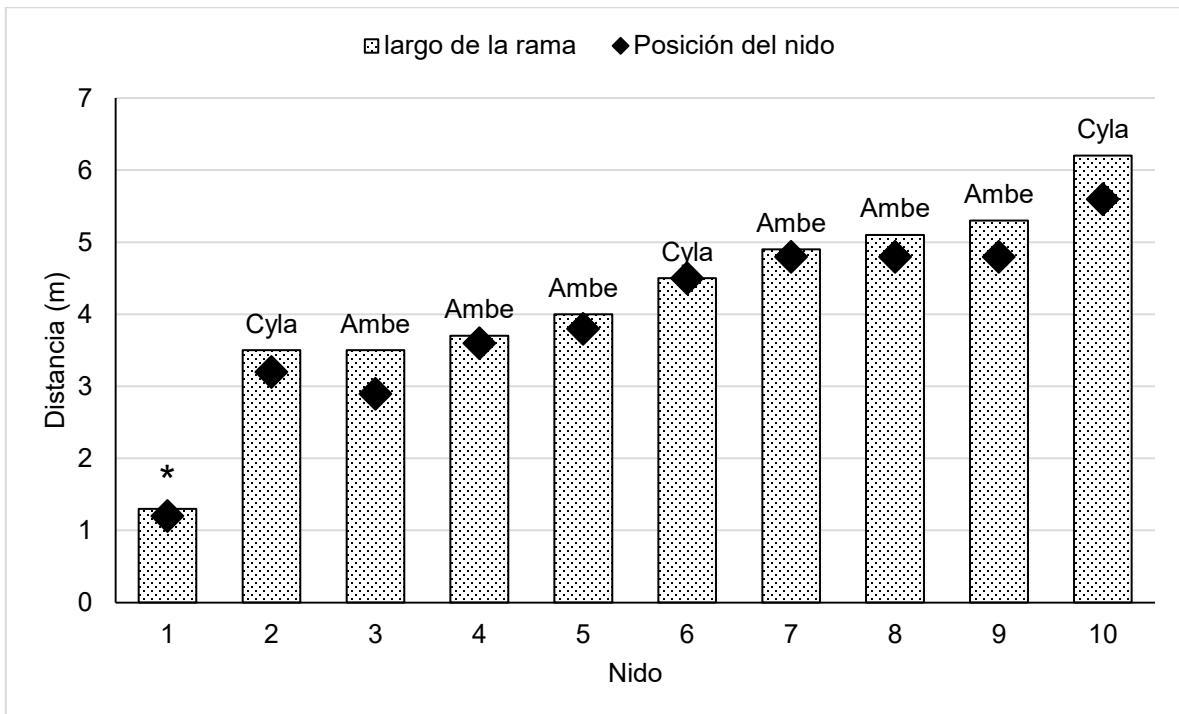


Figura 5. Longitud de la rama donde se encontraban los nidos y posición de los nidos de *Amazilia beryllina* (Ambe) y *Cyanthus latirostris* (Cyla). * Nido de especie no identificada.

En las diez ocasiones los nidos se encontraron inmersos en una matriz compuesta por edificios de gran altura y árboles vecinos que superaban en altura a las construcciones, todos se hallaron colocados en árboles a una distancia menor de 15 m hacia el edificio más cercano, en donde la distancia menor fue de 1.8 m y el máximo 13.5 m con un promedio de 6.3 ± 4.1 m (Fig. 6). Los recursos florales más cercanos se hallaron distribuidos en dos grupos, de 0 a 30 m de distancia para seis de los nidos y para los cuatro restantes las distancias fueron mayores a 30 m y menores a 90 m, con un promedio de 35.5 ± 26.7 m donde la distancia menor fue de 8.3 m y la mayor de 76 m (Fig. 7).

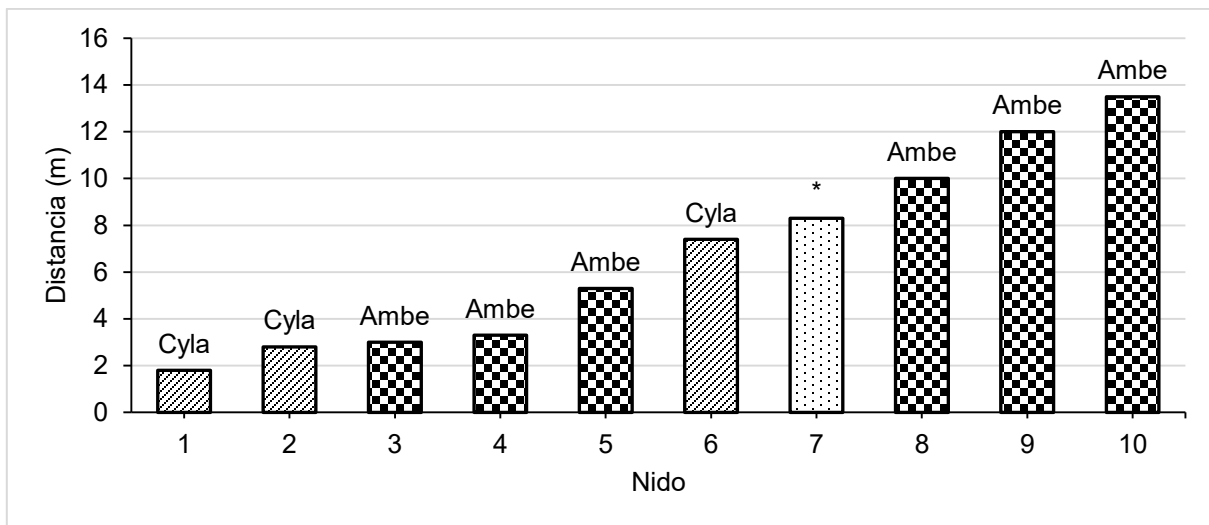


Figura 6. Distancia de los edificios más cercanos a los nidos de *Amazilia beryllina* (Ambe) y *Cyananthus latirostris* (Cyla) en la FES Iztacala. * Nido de especie no identificada.

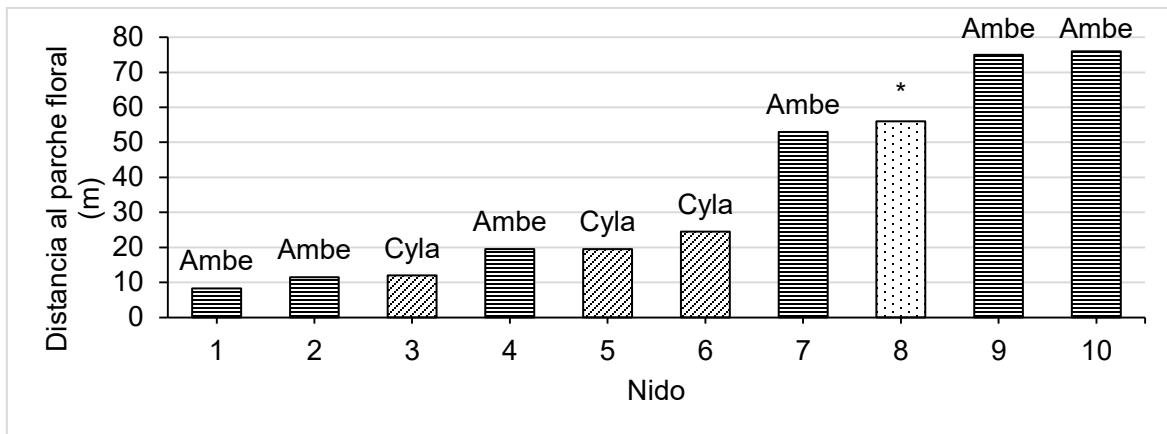


Figura 7. Distancia de los parches florales más cercanos a los sitios de anidación de *Amazilia beryllina* (Ambe) y *Cyanthus latirostris* (Cyla) en la FES Iztacala. * Nido de especie no identificada.

El listado del estrato vegetal donde se encontraron los nidos estuvo conformado por 7 especies diferentes (Tabla 1) para esta sección se descartó el nido inactivo ya que no se pudo determinar la especie de colibrí a la que pertenecía y por lo tanto no se podía incluir en los datos de preferencia. A pesar de que *Jacaranda mimosifolia* fue la especie con mayor número de individuos y una mayor cobertura que ocupó 7997.73 m² en los cuadrantes, se halló una fuerte preferencia de *A. beryllina* por *Cupressus sp.* la cual con 92 individuos ocupó un área total de 2505.293 m² de cobertura (Fig.8). En el resto de las especies los valores esperados de nidos no fueron diferentes de los valores observados ($\chi^2= 18.537$, $gl= 6$, $p= 0.001$) (Fig. 9).



Figura 8. Hembra de *Amazilia beryllina* sobre su nido. Foto tomada por Juan Diego Arias Montiel.

Tabla 1. Especies de plantas que presentaron nido de colibrí dentro de la FES Iztacala. Número total de individuos por especie, cobertura total por especie, número de nidos registrados y especie de colibrí que utiliza a la especie para anidar. Datos recabados en 50 cuadrantes muestreados.

Especies	Número total de individuos	Cobertura total (m²)	Número de nidos	Especies de colibríes
<i>Cupresus sp</i>	92	2505.293	3	<i>A. beryllina</i>
<i>Erythrina americana</i>	28	648.939	1	<i>A. beryllina</i>
<i>Ficus sp</i>	11	231.393	1	<i>A. beryllina</i>
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	103	7997.734	1	<i>A. beryllina</i>
<i>Ligustrum lucidum</i>	72	1896.779	1	<i>C. latirostris</i>
<i>Populus deltoides</i>	10	623.634	1	<i>C. latirostris</i>
<i>Populus alba</i>	23	658.662	1	<i>C. latirostris</i>

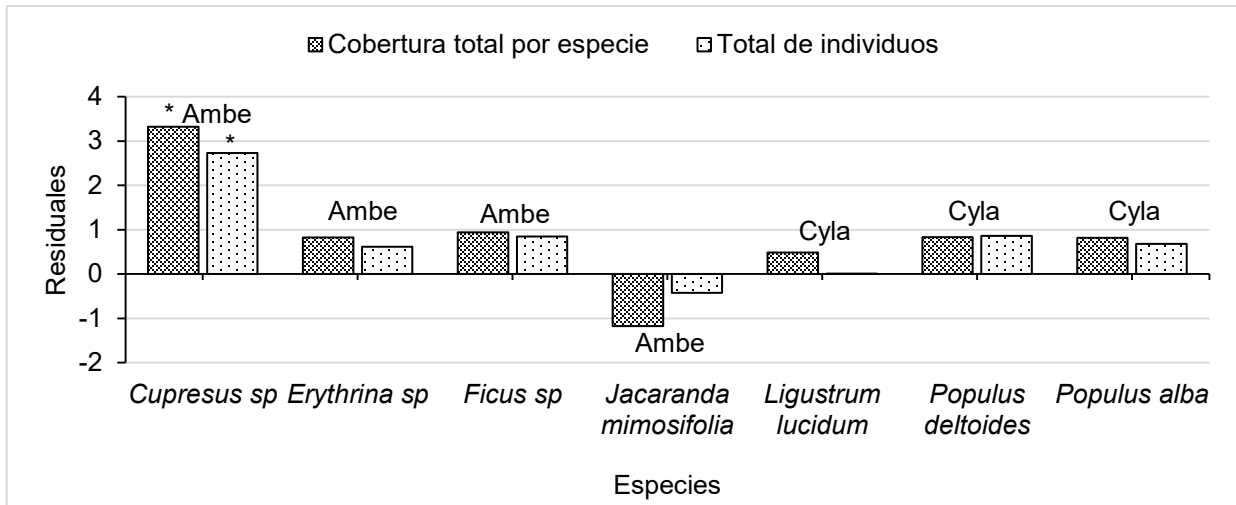


Figura 9. Residuales de los valores de las tablas de contingencia de las especies de árboles utilizadas para la anidación de las especies de colibríes *Amazilia beryllina* (*Ambe*) y *Cyananthus latirostris* (*Cyla*), lo cual indica preferencia con valores positivos y el rechazo con negativos. * Diferencias significativas $P < 0.05$

Distribución espacial de los colibríes

Durante los 10 meses de muestreo sólo hubo registros de colibríes en 37 de los 50 cuadrantes muestreados. En el 62% de los registros ($n=169$), ambas especies se observaron en el mismo cuadrante, *A. beryllina* se registró 114 veces en 29 cuadrantes mientras que *C. latirostris* sólo se registró 55 veces en 28 cuadrantes. El mayor número de colibríes se registró en el mes de septiembre ($n=31$) y el menor en octubre ($n=12$), el promedio de registros por mes fue de 16.9 ± 5.8 colibríes (Fig. 10).

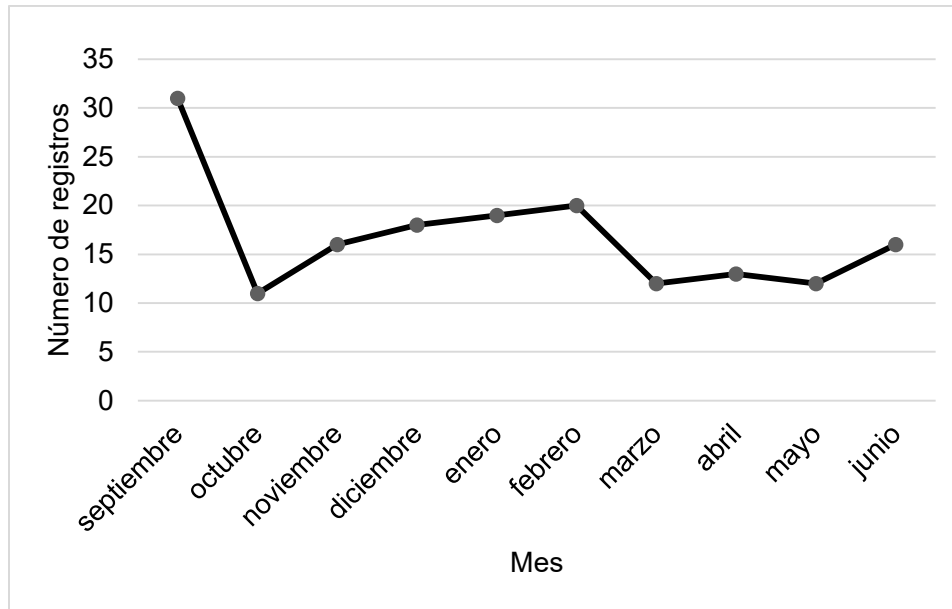


Figura 10. Número total de registros de colibríes en 50 cuadrantes de la FES Iztacala realizados entre los meses de septiembre de 2015 a junio de 2016.

El número de registros de ambas especies se incrementó conforme el área verde se encontraba en mayor proporción dentro de los cuadrantes ($r_s = 0.3593$, $P < 0.0104$, $gl = 49$) (Fig. 11). La riqueza de especies en la vegetación tuvo una relación significativa con respecto al número de registros en cada cuadrante ($r_s = 0.5634$, $P < 0.0001$, $gl = 49$) (Fig. 12). La cantidad de individuos de las especies con flor tuvo una influencia directa sobre la observación de colibríes en los cuadrantes ($r_s = 0.5660$, $P < 0.0001$, $gl = 49$) (Fig. 13).

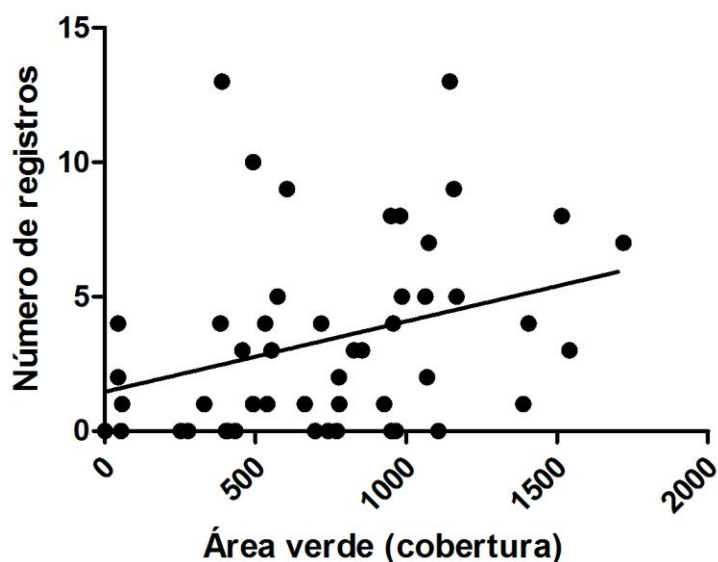


Figura 11. Correlación entre el área verde (expresada por la cobertura de especies vegetales en m²) y el número de registros de colibríes en los cuadrantes ($r_s = 0.3593$, $P < 0.0104$, $gl = 49$).

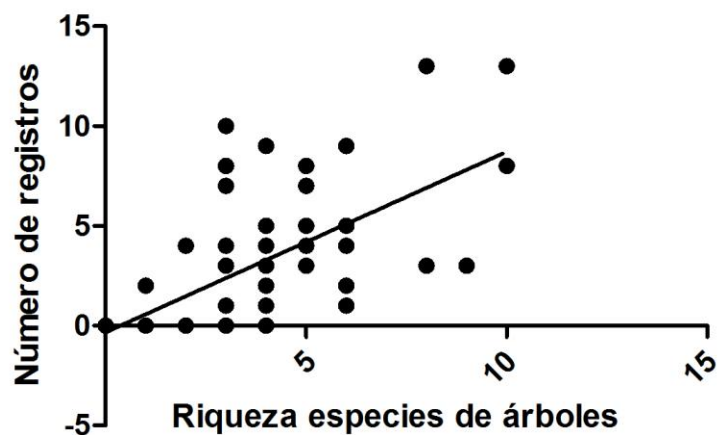


Figura 12. Componentes arbóreos por cuadrante y su correlación con el número de registros de *Amazilia beryllina* y *Cyanthus latirostris* ($r_s = 0.5634$, $P < 0.0001$, $gl = 49$).

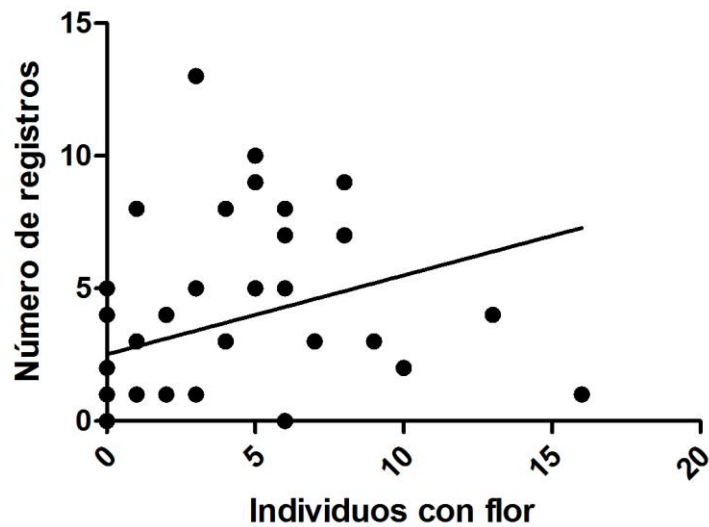


Figura 13. Correlación entre el número de registros de colibríes y la cantidad de individuos con flor en el área de muestreo ($r_s=0.5660$, $P<0.0001$, $gl=49$).

A pesar de que ambas especies fueron registradas en los 10 meses fue *A. beryllina* la que exhibió una mayor presencia a diferencia de *C. latirostris*, la correlación entre los registros de ambas especies no fue significativa ($r_s=0.1742$, $P=0.3025$, $gl=49$), sugiriendo que cada especie tiene un comportamiento y hábitos alimenticios particulares (Fig. 14 y Fig. 15).

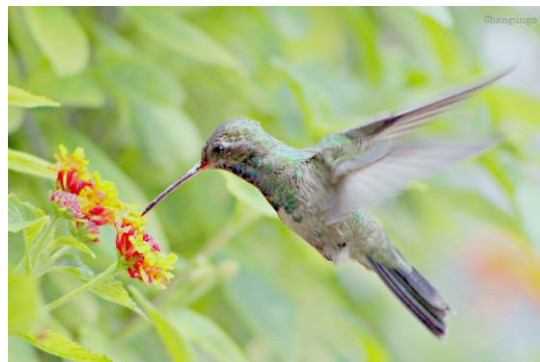


Figura 14. *Cyanthus latirostris* forrajeando néctar en la FES Iztacala. Foto tomada por Juan Diego Arias Montiel.



Figura 15. *Amazilia beryllina* forrajeando néctar en la FES Iztacala. Foto tomada por Juan Diego Arias Montiel.

El análisis de la cantidad y calidad de néctar disponible para los colibríes se realizó sobre las especies vegetales con mayor abundancia dentro de los cuadrantes, *Jacaranda mimosifolia*, *Erythrina americana*, *Callistemon citrinus*, donde el mayor volumen de néctar fue registrado para *Jacaranda mimosifolia* (KW = 201.6, $P < 0.0001$; Fig.16), y a su vez obtuvo la mayor cantidad de calorías lo que indica una mejor calidad (KW= 184.3, $P < 0.0001$; Fig. 17).

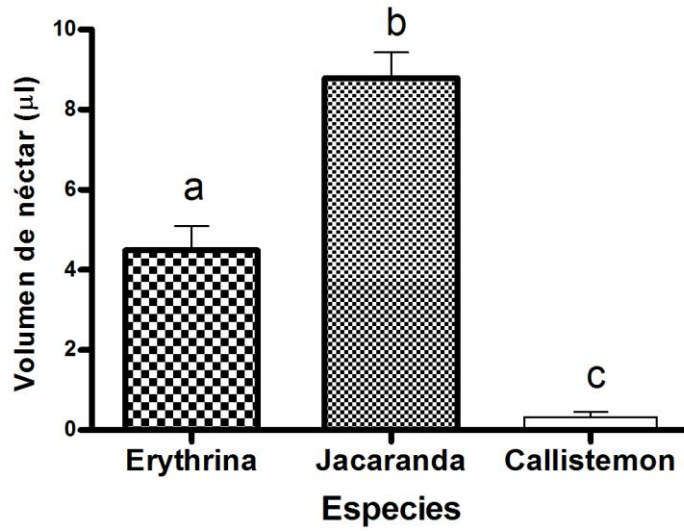


Figura 16. Volumen de néctar en las especies con flor más abundantes en los cuadrantes (KW = 201.6, $P < 0.0001$).

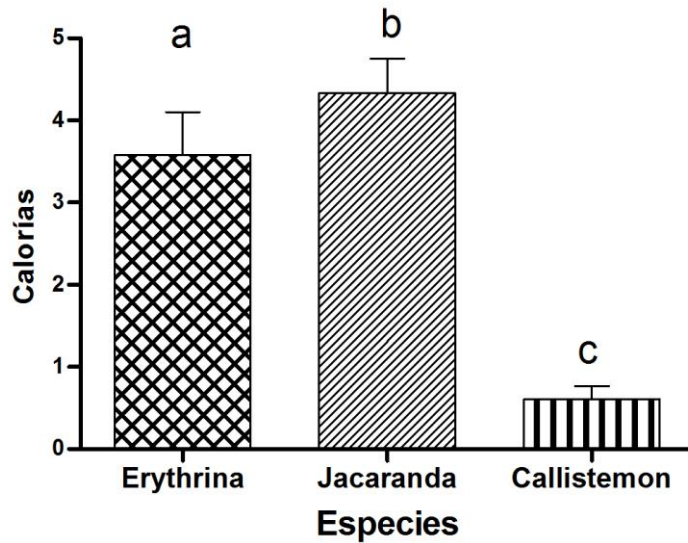


Figura 17. Calorías determinadas en el néctar de las especies que presentaron flor en los cuadrantes a lo largo de los 10 meses de muestreo (KW= 184.3, $P < 0.0001$).

El forrajeo de néctar se observó sobre 12 especies diferentes a lo largo de los diez meses de censos, las tres especies más visitadas por *A. beryllina* fueron *Callistemon citrinus*, *Erythrina americana*, *Jacaranda mimosifolia* y *Malvaviscus arboreus*. En cambio, *C. latirostris* el forrajeo se registró en mayor proporción en *Jacaranda mimosifolia*, *Erythrina americana*, *Euphorbia pulcherrima* y *Bugambilia* sp. (Fig.18). Por lo que las especies más visitadas entre las dos especies fueron *Callistemon citrinus*, *Erythrina americana*, *Jacaranda mimosifolia* (Fig.19)

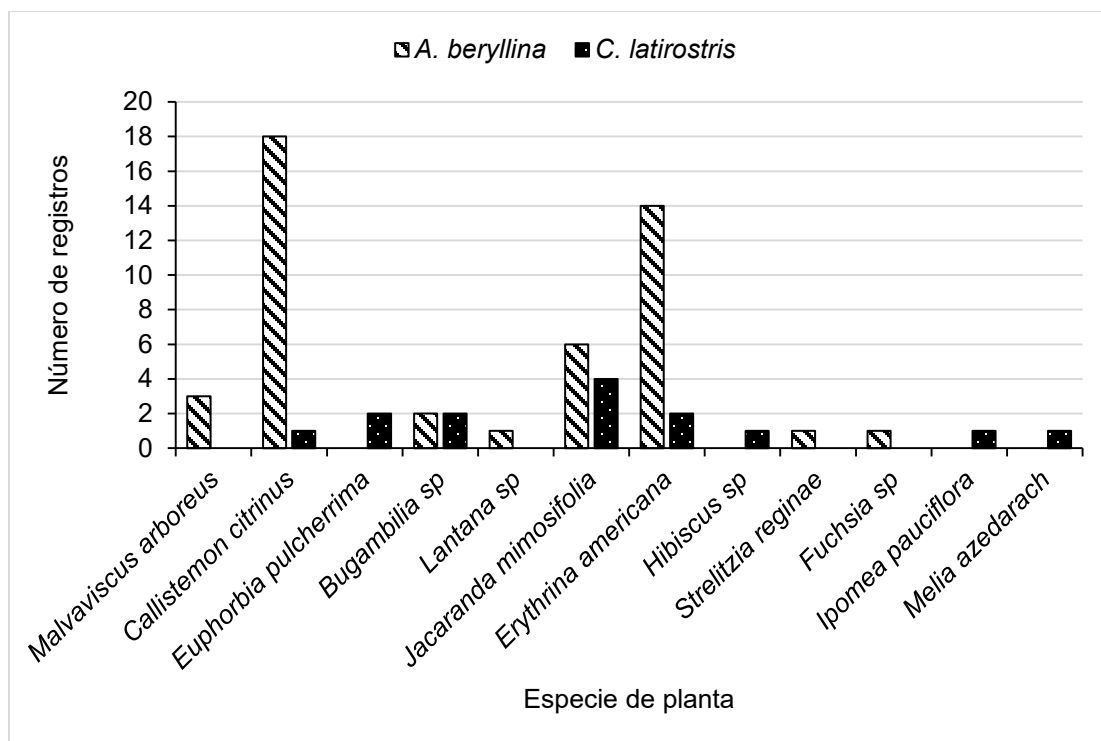


Figura 18. Número de registros de forrajeo de néctar de *Amazilia beryllina* y *Cyananthus latirostris* en diferentes especies de plantas en la FES Iztacala.



Figura 19. De izquierda a derecha especies mas visitadas por lo colibríes *Callistemon citrinus*, *Erythrina americana* y *Jacaranda mimosifolia*.

Por otro lado, los registros del forrajeo de artrópodos fueron escasos para ambas especies de colibríes. En el caso de *Amazilia beryllina* existen diferencias significativas entre el forrajeo de néctar y artrópodos en la temporada reproductiva y no reproductiva ($\chi^2=8.895$, $P=0.0029$, $gl=1$; Fig. 20). Con base en el análisis de residuales, en la época reproductiva el forrajeo de artrópodos fue mayor de lo que se esperaba, en comparación al forrajeo de néctar. Por el contrario, en la temporada no reproductiva el forrajeo de insectos fue menor y el forrajeo de néctar fue mayor de lo esperado (Fig. 21).

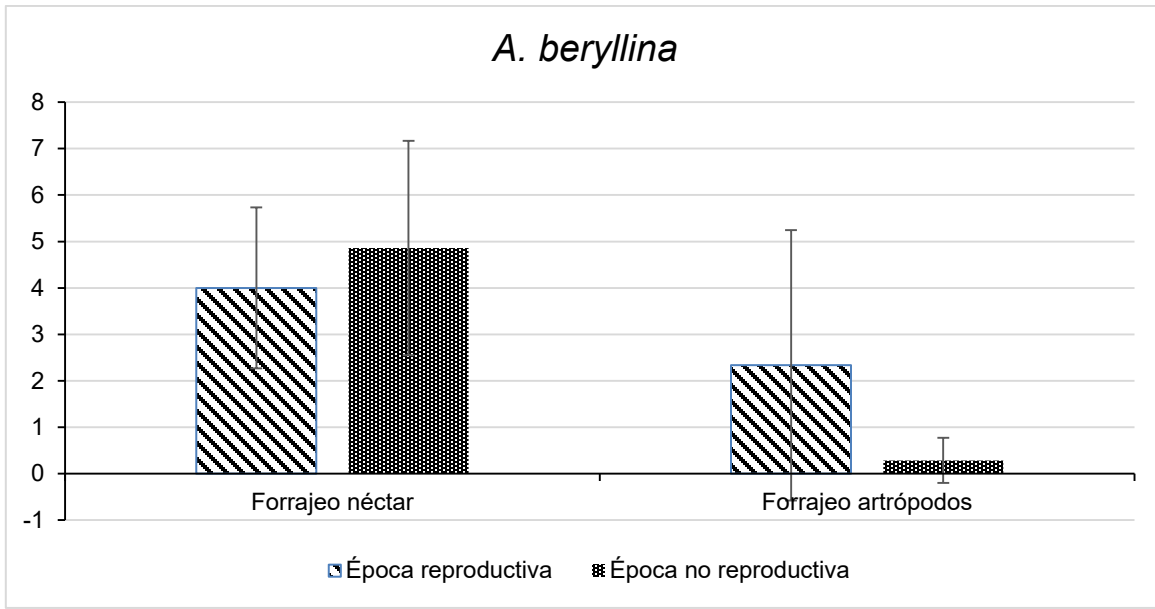


Figura 20. Media de los registros del forrajeo de *Amazilia beryllina*, tanto de néctar como de insectos en época reproductiva y no reproductiva.

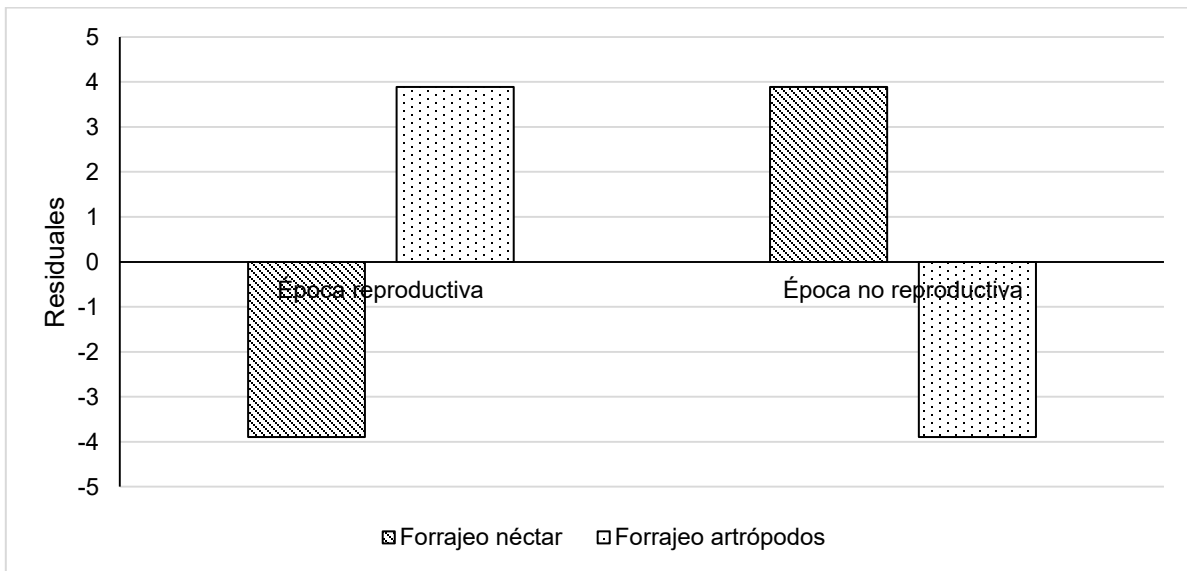


Figura 21. Residuales de los tipos de forrajeo (néctar y artrópodos) en las temporadas reproductiva y no reproductiva de *Amazilia beryllina*. Todos los valores fueron significativos estadísticamente.

Para el caso de *Cynanthus latirostris*, no existen diferencias significativas entre los forrajes de néctar y artrópodos, en la época reproductiva y no reproductiva ($\chi^2=2.561$, $P=0.1095$, $gl=1$), la variación de las desviaciones estándar que muestran las gráficas, es consecuencia de los pocos registros de ambos tipos de forrajeo (Fig.22).

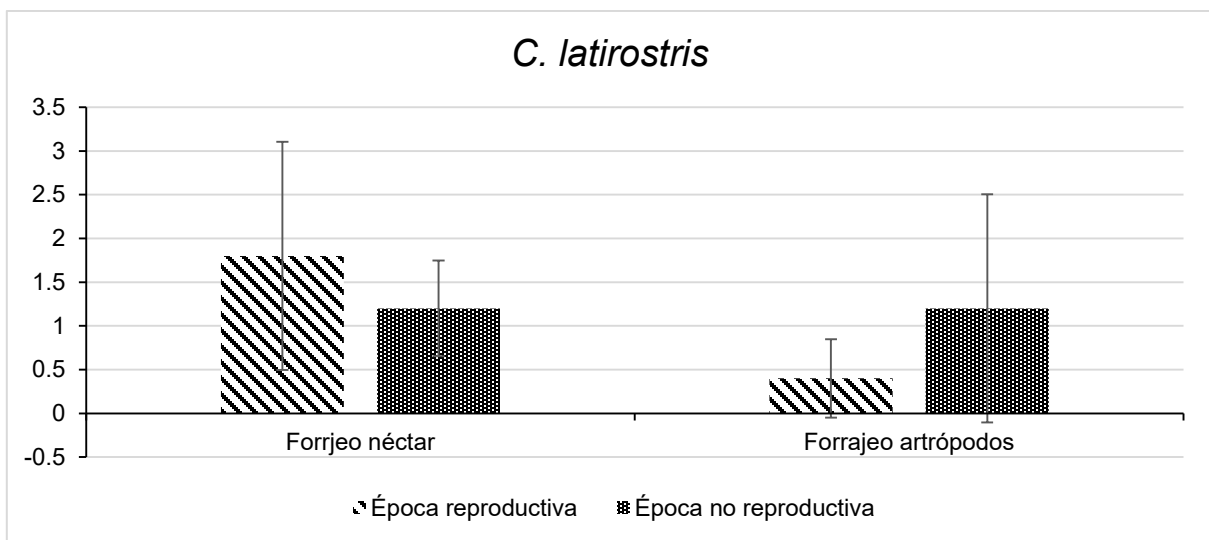


Figura 22. Media de los registros del forrajeo de *Cynanthus latirostris*, tanto de néctar como de insectos en su época reproductiva y no reproductiva.

DISCUSIÓN

Las zonas arboladas dentro de las ciudades proporcionan el mayor número de recursos para la avifauna adaptada a estos sistemas, como se muestra en este estudio, no sólo los parques, camellones y jardines sino también las áreas verdes de los campus universitarios proporcionan un hábitat potencial para las especies de aves, y ofrecen la oportunidad de estudiar su comportamiento relacionado con la modificación de la vegetación, los disturbios asociados con la proximidad de poblaciones humanas y la presencia de construcciones, etc. (Gavareski, 1976).

Este trabajo se enfocó en el registro de colibríes y sus patrones de anidación dentro del campus FES Iztacala donde se pudo identificar a las especies de *Amazilia beryllina* y *Cynanthus latirostris* que de acuerdo a otros estudios se encuentran de manera constante en los hábitats urbanos (Puga – Caballero, 2016). En estudios anteriores dentro del campus ambas especies han sido reportadas como residentes reproductivas (Duarte, 2001; Acuña, 2014), lo cual sustenta su presencia a lo largo de los 10 meses de muestreo en este trabajo. Sin embargo, *A. beryllina* fue registrada con mayor frecuencia dentro de la mayoría de los cuadrantes debido a que se ha reportado que su abundancia ha aumentado en años recientes a diferencia de *C. latirostris* cuya abundancia ha disminuido en un 50% (Acuña, 2014).

Por otro lado, los nidos de *A. beryllina* fueron localizados activos durante los meses de septiembre-octubre de 2015 lo cual coincide con lo reportado en la bibliografía donde se cita que el periodo reproductivo de esta especie ocurre de junio a octubre (del Hoyo et al. 1999), meses donde existe una mayor humedad en

el ambiente. Esto puede sugerir que los nidos de esta especie se encuentren indirectamente beneficiados en su camuflaje, ya que es común que se encuentren recubiertos con líquenes para evitar la depredación de los huevos y de los polluelos, comportamiento que parece estar generalizado dentro del género *Amazilia* (Arizmendi et al., 2010; Oniki et al., 2000; Ornelas, 2010). Así mismo, los nidos de *C. latirostris* se hallaron activos en los meses de febrero y marzo de 2016, periodo que se encuentra dentro de la época reproductiva reportada para esta especie que abarca de enero a mayo para el territorio mexicano pero posiblemente se extiende de diciembre a agosto (del Hoyo et al. 1999), este evento está estrechamente ligado a la temporada de floración de algunas plantas, como ocurrido en este estudio, donde la anidación coincidió con la floración de las especies de *Erythrina americana* y *Jacaranda mimosifolia* (Platt, 2001; Short, 1974).

Escobar-Lasso (2014) menciona que el comportamiento de anidación del género *Amazilia* es muy similar entre las especies, sin embargo, la altura de los nidos fluctúa de manera importante intra e inter específicamente, en el caso del presente estudio los nidos de *A. beryllina* fueron encontrados a un promedio de 6.33 ± 2.38 m sobre el suelo y Zimmerman y Levy (1960) reportan que los nidos de *A. violiceps* se encuentran a una altura entre 11 a 14 m sobre el suelo, así mismo Short (1974) reportó la anidación a una altura 1.82 m y, DeSucre-Medrano et al. (2016) registró el nido a 4 m para la misma especie. Otros ejemplos de esto es lo reportado para *A. franciae* por Escobar-Lasso (2014) que localizó nidos a una altura de 1.79 ± 0.29 m por encima del suelo, y lo reportado por Nuñez-Rosas

(2013) para *A. rutila*, cuyos nidos tienen un intervalo de altura por arriba de los 4 m y hasta los 17 m. Con base a lo anterior mencionado la variación en la altura de la construcción del nido dentro de género *Amazilia* sugiere que depende del comportamiento de anidación de cada especie, del tipo del ambiente que habiten y los recursos que se encuentren disponibles.

La altura de los nidos de *Cyananthus latirostris* ha sido reportada en los hábitats naturales en 1.22–2.13 m y de 1.45 ± 0.25 m arriba del nivel del suelo generalmente localizados sobre arbustos (Platt, 2001; Nuñez-Rosas, 2013), alturas similares a las reportadas para la especie *C. sordidus* cuyo rango va de 1.2–2 m (Arizmendi et al., 2013), sin embargo en este trabajo realizado en una zona urbana los nidos de *C. latirostris* fueron hallados en alturas mayores a 3 m y todos colocados sobre árboles, esto podría deberse a que la forma de vida arbórea es la vegetación predominante dentro del campus FES Iztacala (Sandoval y Tapia 2000). No obstante, en un estudio realizado en Alabama, se reportó la anidación de *C. latirostris* a una altura de 4 m en el patio de una casa en un individuo de *Quercus virginiana* (Basset y Summeroa, 2013), por lo que se puede suponer que en ambientes con perturbación humana, esta especie de colibrí suele anidar en sitios altos, comparados a los reportados en los ambientes naturales.

En cuanto a la posición de los nidos de *A. beryllina* y *C. latirostris*, éstos fueron encontrados, ya sea en los bordes de una rama horizontal o en ramas secundarias inclinadas hacia abajo derivadas del primer tipo de rama, lo que coincide con Hilton (2017), el cual menciona que la especie *Archilochus colubris* en su hábitat, selecciona un lugar adecuado para la construcción de su nido, a menudo encima

de una pequeña rama inclinada hacia abajo que sobresale hacia un área abierta o arroyo, aunque en ocasiones se hallan en grandes ramas horizontales. Además, como un comportamiento general de la familia Trochilidae, las ubicaciones de nidos más comunes se encuentran en la rama bifurcada de un árbol, a lo largo de ramas delgadas o protegidos en arbustos. Se prefiere especialmente áreas espesas o arbustos espinosos por la protección adicional que proporcionan (Maintz, 2017). En cambio, en este estudio el área que rodeaba al sitio de anidación estuvo constituida por edificios altos y árboles con grandes copas lo que proporcionaría la misma protección.

En cuanto a la elección de la especie vegetal para construir el nido, *A. beryllina* prefirió construir sus nidos en *Cupressus sp.*, esto se puede explicar debido a que esta especie de colibrí suele habitar en bosques de pino-roble, matorrales y sus bordes (CITA), aunque de igual forma se le ha reportado en bosques secos (Arizmendi et al., 2010) Algo similar ocurre en la especie *Archilochus colubris*, la cual normalmente coloca su nido en una rama de un árbol caducifolio o conífero (Powell, 2010). En cambio, para *C. latirostris* la anidación se ha reportado en una variedad de especies principalmente de arbustos (Baltosser, 1989), por lo que no se observa una preferencia por una especie vegetal en particular.

Otro punto evaluado dentro de este proyecto fue la calidad y cantidad de néctar de las flores de las que se alimentaban los colibríes, ya que el néctar está compuesto de una variedad de azúcares, dentro de los que se incluyen la sacarosa, la glucosa, la fructosa y, rara vez, la xilosa (Lotz y Nicolson, 1996; Nicolson, et al., 1998; Jackson y Nicolson, 1998) este alimento puede ser almacenado en el

buche de estas aves para su uso en períodos de inactividad o torpor (Wagner, 1946; Lasiewski, 1963; Wolf y Hainsworth, 1972). En este estudio *Jacaranda mimosifolia* fue la especie con el mayor volumen de néctar y cantidad calorías, por lo tanto es la que proporciona un mejor recurso alimenticio para los colibríes y aportaría los requerimientos necesarios, sin embargo no fue la especie más visitada ya que *Callistemon citrinus* y *Erythrina americana* superaron en número los registros de forrajeo de néctar principalmente de *A. beryllina*, que al ser una especie territorial (Rodríguez-Flores, 2009), forrajeo constantemente de las tres especies tanto en su época reproductiva y no reproductiva, evitando que *C. latirostris* las pudiese visitar en la misma proporción en ambas temporadas.

Las flores que se hallaron en los parches cercanos al sitio de anidación de *A. beryllina* y *C. latirostris* en los meses de septiembre-octubre y febrero-marzo respectivamente fueron *Callistemon citrinus*, *Erythrina americana* y *Jacaranda mimosifolia*, las cuales se encontraban dentro de su época de floración. En un estudio anterior, Waser (1976) reconoció que la reproducción a menudo debe comenzar tan pronto como los alimentos estén disponibles, y mucho antes de que alcancen un pico de floración, para anticipar los costos energéticos de la cría y la alimentación de los pollos, los cuales que demandan mayor energía que la de incubación de los huevos.

En el presente estudio, los registros del forrajeo de artrópodos durante el periodo de crianza se observaron con mayor frecuencia en *A. beryllina*. Durante las observaciones del forrajeo tanto de néctar como de insectos, no se realizaron distinciones de sexo en las especies, esto podría representar un problema en la

interpretación de datos, ya que Stiles (1995) afirma que al menos durante la temporada reproductiva, las hembras invierten mayor tiempo en el forrajeo de artrópodos que los machos, ya sea para la producción de huevos o para la alimentación de los pollos. Trabajos realizados sobre hembras anidando de *Calypte anna* (Stiles, 1973) y *Panterpe insigni* (Wolf y Stiles, 1970), confirman el hecho de que al menos estas hembras en las etapas de anidación, invierten mucho más tiempo que los machos en la búsqueda de artrópodos, que en el forrajeo de néctar, esto podría sugerir que en el presente estudio los registros del forrajeo de artrópodos de *Amazilia beryllina* fueron principalmente de hembras.

En *Cyananthus latirostris*, que fue la especie menos abundante (Acuña, 2014), los pocos registros no permiten establecer patrones del forrajeo durante la época de crianza. Sin embargo, se sabe que el consumo de artrópodos no reemplaza al néctar como fuente primaria de energía para las hembras y sus pollos en etapa crecimiento, debido a su naturaleza estacionaria y predecible (Hainsworth, 1977). Pero en el caso del que el recurso de néctar no se encuentre disponible cercano al sitio de anidación o en largas temporadas secas, los artrópodos pueden sustituir los requerimientos energéticos de estas aves (Wagner, 1946). Por ejemplo, Montgomerie y Redsell (1980), reportaron a un hembra de *Selasphorus platycercus* anidando y alimentándose solamente de insectos, durante dos semanas previas a la eclosión de los huevos, y constataron que en transectos de 500 m de largo por 30 de ancho en las 8 direcciones cardinales de la brújula, no se hallaban flores productoras de néctar. En cambio, Waser (1976) reportó para otra hembra de *Selasphorus platycercus* en temporada de anidación, un promedio

de 11.3 % de tiempo para forrajear néctar y solo el 1.2 % para forrajear insectos. En su estudio del cuidado parental de *Colibri coruscans* sobre dos pollos recién emplumados, Hainsworth (1977), reportó un incremento del consumo de insectos por parte de la hembra durante la primera semana, y posteriormente este consumo disminuyó, en comparación con el forrajeo de néctar, el cual no aumentó substancialmente durante el proceso de cuidado parental, además, en los últimos días, los requerimientos energéticos de los jóvenes no fueron provistos satisfactoriamente por la hembra de manera intencional, para forzar así su alimentación independiente. Con estos estudios se puede afirmar que para algunas especies no existe un patrón en la alimentación durante la época reproductiva, como se observó en *Cynanthus latirostris*.

De manera específica, los nidos de *A. beryllina* hallados en los meses de septiembre-octubre coincidieron con la época de floración de *Callistemon citrinus*, que es un atractivo a los polinizadores ya que las flores de este género pueden producir hasta 5 ml de néctar durante su vida útil, que va de 10 a 30 días (Christidis y Boles, 1994).

Así mismo la floración de *Erythrina americana* se ha reportado de febrero a junio, meses donde se registraron nidos de *C. latirostris* y sus flores se han descrito como un recurso importante de néctar para los colibríes ya que la mayoría de las especies americanas de este género son polinizadas por estas aves (Hernández y Toledo, 1979; Toledo, 2013), lo mismo sucede para la especie *Erythrina americana* dentro del campus de la FES Iztacala, la cual debido a la morfología de

su flor disminuye el número de visitantes que pueden polinizarla y se asocia a una presumible coevolución con colibríes (Salinas, 2015).

Por último, la presencia de los nidos de *C. latirostris* en la FES Iztacala no se halló correlacionada con el pico de floración de *Jaracanda mimosifolia*, pues a pesar de que es un árbol que florece en primavera, dos de los nidos de esta especie habían sido abandonados, no obstante, se registraron algunos avistamientos posteriores de colibríes perchando y alimentándose de ellas, ya que se considera a estas aves como polinizadores ocasionales del género (Guimaraes et al., 2008).

En cuanto a la distribución de las dos especies de colibríes dentro del campus a lo largo de los 10 meses de muestreo, la bibliografía coincide con que las características locales del parque urbano como la densidad y diversidad de la vegetación influyen de manera determinante en la riqueza de especies de avifauna (Gavareski 1976; Beissinger y Osborne 1982; Rosenberg et al. 1987; Mills et al. 1989; Douglas et al. 1997; Clergeau et al. 1998) esto explica el incremento en el número de registros de ambas especies en los cuadrantes con una mayor composición del área verde. Tanto *A. beryllina* como *C. latirostris* son considerados colibríes adaptados a ambientes urbanos (Puga-Caballero, 2016), por lo tanto, es frecuente que se encuentren ocupando el mismo espacio y recursos dentro de los parques urbanos; sin embargo, ninguno de los dos en este estudio se pudo considerar como subordinado al otro, a pesar de que *A. beryllina* es una especie territorial. Ya que por lo general aquellas especies territoriales invierten mayor tiempo defendiendo el parche floral que alimentándose, al contrario de aquellos no territoriales que necesitan alimentarse continuamente de

diferentes parches para satisfacer sus necesidades energéticas tal como sucede con *C. latirostris* (Arizmendi, 1987; Colleen et al., 2013), o en su defecto los colibríes no territoriales se alimentan de una mayor cantidad de artrópodos cuando los colibríes territoriales defienden intensamente los parches florales (del Hoyo et al. 1999) lo que sucedió con *C. latirostris* en este estudio, esta especie tuvo un incremento en el consumo de artrópodos durante los meses de noviembre y diciembre cuando las plantas con flores disponibles estuvieron ocupadas por *A. beryllina*.

CONCLUSIONES

- El paisaje de la FESI estuvo dominado por edificios, corredores, estacionamientos y espacios abiertos particularmente hacia el lado norte del campus. Las zonas arboladas se localizaron dispersas en todos puntos cardinales y los sitios con una proporción equitativa de las áreas estudiadas se encontraron distribuidas por todo el campus. Considerando esto, aún existen espacios donde se podría colocar vegetación que represente un recurso para la avifauna del campus.
- Este estudio es el primero que reporta seis nidos de *A. beryllina* y tres de *C. latirostris* todos colocados sobre especies arbóreas, dentro del campus FES Iztacala un ambiente urbano, *A. beryllina* tuvo una preferencia significativa por *Cupressus sp.* *C. latirostris* no mostró ninguna preferencia ya que se localizaron en especies diferentes *Populus alba*, *Populus deltoides* y *Ligustrum lucidum*
- El sitio de anidación en todos los casos estuvo rodeado por edificios y por coberturas vegetales espesas que le brindan protección y ocultamiento para posibles depredadores, además de estar colocados cerca de los parches florales los cuales estuvieron compuestos por individuos de *Callistemon citrinus* para *A. beryllina* y *Erythrina americana* para *C. latirostris*.
- *A. beryllina* se registró con mayor frecuencia que *C. latirostris* y el componente más influyente para la distribución de ambas especies de colibríes fue la densidad y diversidad de especies vegetales en la FES Iztacala, principalmente la presencia de *Erythrina americana*, *Callistemon citrinus* y *Jacaranda mimosifolia* en temporada de floración.

- Estudios relacionados con las interacciones entre el recurso alimenticio y las especies de colibríes son necesarios en el campus para un mejor entendimiento del comportamiento y hábitos alimenticios de los colibríes en las áreas verdes urbanas.
- Con los resultados obtenidos en este trabajo al aumentar el estrato arbustivo y la diversidad de especies florales como recurso alimenticio dentro del campus sobre todo en su zona norte, se podría favorecer la anidación y la presencia de especies como *C. latirostris*.

LITERATURA CITADA

- Acuña, M. J. D. 2014. *Avifauna de la FES Iztacala UNAM. Estudio comparativo*. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.
- Arizmendi, 1987. *Interacción entre los colibríes y su recurso vegetal en Chamela, Jal.* Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. México. D.F.
- Arizmendi, M. C, C. Soberanes-González y T.S. Schulenberg. 2013. Dusky Hummingbird (*Cynanthus sordidus*) Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Cornell Lab of Ornithology. Recuperado de: NeotropicalBirdOnline:http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=246491. Visitado el 19 de Abril 2017.
- Arizmendi, M. C., C. Rodríguez-Flores y C. Soberanes-González. 2010. Berylline Hummingbird (*Amazilia beryllina*), Neotropical Birds Online (T. S. Schulenberg, Editor). Cornell Lab of Ornithology. Recuperado de: NeotropicalBirdOnline:http://neotropical.birds.cornell.edu/portal/species/overview?p_p_spp=246491. Visitado el 19 de Abril 2017.
- Baltosser, W. H. 1989. Nectar availability and habitat selection by hummingbirds in Guadalupe Canyon. *Wilson Bull* 101(4): 559-578.
- Bassett, F y B. Summerour. 2013. Nesting attempt by a broad-billed hummingbird (*Cynanthus latirostris*) in Alabama. *Alabama birdlife* (59) 1: 1-4.

- Bibririesca, F. R. 2012. *Efecto de la abundancia floral y las interacciones intra y heteroespecíficas en el comportamiento territorial de Hylocharis Leucotis*. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.
- Burbano-Álvarez, J. E. 2013. Morphological co-evolution between hummingbirds' peaks and plants' corollas? *Revista BYOCIT*. 6(20): 398-409.
- Chavez-Ramirez, F. y Dowd, M. 1992. Arthropod feeding by two Dominican hummingbird species. *The Wilson Bulletin* : 743-747.
- Christidis L. y Boles, W. E., 1994, en: Gartrell, B. D. (2000). The nutritional, morphologic, and physiologic bases of nectarivory in Australian birds. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 14(2), 85-94.
- Colleen P. C., E. H. Hull, E. T. Irwin, M. P. Pugh, Ma I. Francisco. 2013 The effect of hummingbird size on territoriality and foraging strategy. *Dartmouth Studies in Tropical Ecology FSP* 2013: 42-46.
- Del Hoyo, J., Elliot, A., Sargatal, J. eds. 1999. *Handbook of the Birds of the World*. Vol. 5. Barn-owls to Hummingbirds. Lynx Edicions, Barcelona.
- DeSucre-Medrano, A. E, S. Gómez del Ángel y H. M. Montes Domínguez. 2016. Notas sobre la anidación del colibrí corona violeta (*Amazilia violiceps*) en una selva baja caducifolia al sur del Estado de México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*. 17(1): 125-129.
- Domínguez-López, M. E. y M. R. Ortega- Álvarez. 2014. The importance of riparian habitats for avian communities in a highly human- modified

Neotropical landscape. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 85(4): 1217-1227.

- Duarte, M.T. 2001. *Caracterización de la comunidad de aves de la UNAM campus Iztacala*. Tesis Licenciatura. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.
- Escobar-Lasso, S. y Martínez, J. F. 2014. Descripción del comportamiento de anidación de la Esmeralda andina *Amazilia franciae* (Apodiformes, Trochilidae) en la región andina de Colombia. *Historia Natural* 4 (1): 45-54.
- García, J. M. y E. Botero-Delgadillo. 2013. Descripción del nido, huevos y polluelos del Colibrí de Buffon *Chalybura buffonii* y notas sobre su biología reproductiva en Colombia. *Cotinga* 35: 94–98.
- Gavareski, C. A. 1976. Relation of park size and vegetation to urban bird populations in Seattle, Washington. *The Condor* 78:375-382.
- Gavareski, C. A. 1976; Beissinger S. R. y D.R. Osborne 1982; Rosenberg et al. 1987, Mills et al. 1989; Douglas et al. 1997; Clergeau et al. 1998, en : Rivera-Gutiérrez, H. F. (2006). Composición y estructura de una comunidad de aves en un área suburbana en el suroccidente colombiano. *Ornitología colombiana* 4: 28-38.
- Grajales, T. K. M. 2009. Efecto de la urbanización sobre la estructura de las comunidades de aves en la Ciudad de Durango, Durango. Tesis Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional, Unidad Durango. IPN. Victoria de Durango, Durango.

- Guimaraes E., L. C. Di Stasi y R. Maimoni-Rodella. 2008. Pollination biology of *Jacaranda oxyphylla* with an emphasis on staminode function. *Annals of Botany* 102: 699–711.
- Hainsworth, F. R. 1977. Foraging efficiency and parental care in *Colibri coruscans*. *The Condor*, 79(1), 69-75.
- Hilton B. J. 2017. Hummingbird reproductive behavior. Recuperado de: <http://www.rubythroat.org/rthureproductionmain.html>_Visitado el 19 de Abril, 2017.
- Juri, D. M y Chani, J. M. 2004. Variación en la composición de aves a lo largo de un gradiente urbano (Ticomán, Argentina). *Acta zoológica lilloana* 49 (1-2): 49-57.
- Lasiewski, R. C. 1963 ; Wolf L. L. y F. R. Hainsworth, 1972 en : Hainsworth, F. R., y Wolf, L. L. (1972). Crop volume, nectar concentration and hummingbird energetics. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 42(2).
- MacGregor, F. I. 2010. *Efectos de la urbanización sobre comunidades de aves neotropicales*. Tesis Doctorado. UNAM. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Morelia, Michoacán.
- Mayntz M. 2017. All About Hummingbird Nests. Recuperado de: <https://www.thespruce.com/all-about-hummingbird-nests-386644>. Visitado el 19 de Abril, 2017.
- Montesino de la Cruz, F. 2011. Estudio preliminar de la avifauna nectarívora del jardín etnobotánico de la Cd. De Oaxaca de Juárez, Oaxaca.

- Montgomerie, R. D. y Redsell, C. A. 1980. A nesting hummingbird feeding solely on arthropods. *Wilson Bull*, 91: 455-457.
- Nicolson SW y B. E. Vanwyk. 1998; Jackson *et al.*, 1998; Jackson *et al.*, 1998; Lotz y Nicolson, 1996, en: The nutritional, morphologic, and physiologic bases of nectarivory in Australian birds. *Journal of Avian Medicine and Surgery*, 14(2): 85-94.
- Nuñez-Rosas, L. E. 2013. *Anidación de los colibríes residentes en una selva baja: historia natural y factores que los afectan*. Tesis de Maestría. Posgrado del centro de Tlaxcala de biología de la conducta. Universidad Autónoma de Tlaxcala.
- Ortega- Álvarez, M. R. 2008. *Efectos del tipo de uso de suelo urbano sobre la diversidad, estructura y composición de las comunidades de aves del suroeste de la zona metropolitana de la Ciudad de México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. Cd. De México.
- Ortiz, Z. C. 2012. Inusual sitio de anidamiento de *Rhodopis vesper* en un medio urbano. *The Biologist* (Lima) 10(2): 143-146.
- Perrins, C. 2011. *The New Encyclopedia of Birds*. Editorial LIBSA. Alcobendas, Madrid, España.
- Pickett *et al.*, 1997 en : Ortega-Álvarez, R., & MacGregor-Fors, I. (2009). Living in the big city: Effects of urban land-use on bird community structure, diversity, and composition. *Landscape and Urban Planning*, 90(3): 189-195.
- Platt, C. 2001. "*Cynanthus latirostris*" (On-line), Animal Diversity Web. Recuperado de : http://animaldiversity.org/accounts/Cynanthus_latirostris/

http://animaldiversity.org/accounts/Cynanthus_latirostris/. Visitado el 18 de abril, 2016.

- Powell H. 2010. *Archilochus colubris*. On-line. The Cornell lab of Ornithology, All about birds. Recuperado de : https://www.allaboutbirds.org/guide/Ruby-throated_Hummingbird/lifehistory. Visitado el 19 de Abril, 2017.
- Puga, C. A. L. 2012. *Variación de las comunidades de aves terrestres en tres ecotonos peri-urbanos de la región Noreste de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México*. Tesis Licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. Cd. De México.
- Puga-Caballero, A. L. 2016. Efecto de la urbanización en la estructuración de ensambles de colibríes en el Eje Neovolcánico Transversal. Tesis Maestría. Facultad de Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Ramírez-Albores, J. E. 2008. Comunidad de aves de la FES Zaragoza campus II, UNAM, Ciudad de México. Revista HUITZIL. 9(2): 12-19.
- Ramos-Ordoñez, M. F. 2009. *Dispersión biótica de semillas y caracterización de frutos de Bursera morelensis* en el Valle de Tehuacán, Puebla. Tesis de Doctorado. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.
- Rodríguez-Flores, C. I. 2009. *Dinámica de las estrategias de forrajeo por néctar en colibríes (Aves: Trochilidae) en la Reserva de la Biosfera Sierra de Manantlán (Jalisco, México)*. Tesis Maestría. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.

- Salgado, O. H. 2013. *Implementación de un Jardín de polinizadores en la FESI y su efecto sobre la comunidad de colibríes en su uso*. LICYT 2. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.
- Sandoval, M. L. S. y F. J. Tapia. 2000. *Estudio dasonómico y dendrológico de las especies leñosas del campus Iztacala – UNAM para una eficiente gestión de las áreas verdes*. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.
- Short, L. L. 1974. Nesting of southern Sonoran birds during the summer rainy season. *The Condor*, 76(1): 21-32.
- Steiner, K. E. 1979. Passerine Pollination of *Erythrina megistophylla* Diels (Fabaceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 66 (3): 490-502.
- Stiles, F. G. 1976 en: Bibriesca, F. R. 2012. *Efecto de la abundancia floral y las interacciones intra y heteroespecíficas en el comportamiento territorial de *Hylocharis Leucotis**. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores de Iztacala, UNAM, Cd. De México.
- Stiles, F. G. 1995. Behavioral, ecological and morphological correlates of foraging for arthropods by the hummingbirds of a tropical wet forest. *Condor*: 853-878.
- Toledo, M. C. B. y D. M. Moreira. 2007. Analysis of the feeding habits of the swallow-tailed hummingbird, *Eupetomena macroura* (Gmelin, 1788), in an urban park in southeastern Brazil. *Braz. J. Biol.*, 68(2): 419-426.
- Toledo, V. T. 1975. La estacionalidad de las flores utilizadas por los colibríes de una selva tropical húmeda en México. *Biotropica* (7)1: 63-70.

- Toledo, V. T. 1977. Pollination of some rain forest plants by non-hovering birds in Veracruz, Mexico. *Biotropica* (9)4: 262-267.
- Toledo, V.M. y H.M. Hernández. 1979. The Role of Nectar Robbers and Pollinators in the Reproduction of *Erythrina leptorhiza*. *Annals of the Missouri Botanical Garden* (66) 3: 512-520.
- Wagner, H. O. 1946. Food and feeding habits of mexican hummingbirds. *The Wilson Bulletin* 58 (2): 69-93.
- Waser, N. M. 1976. Food Supply and Nest Timing of Broad-Tailed Hummingbirds in the Rocky Mountains. *The Condor* (78) 1: 133-135.
- Zimmerman D.A. y S.H. Levy. 1960, en: DeSucre-Medrano, A. E., Gómez del Ángel, S., & Montes Domínguez, H. M. (2016). Notas sobre la anidación del colibrí corona violeta (*Amazilia violiceps*) en una selva baja caducifolia al sur del Estado de México. *Huitzil*, 17(1): 125-129.