

INTERACCIÓN COLIBRÍ-FLOR EN TRES REMANENTES DE BOSQUE TROPICAL SECO (BST) DEL MUNICIPIO DE CHIMICHAGUA (CESAR, COLOMBIA)

Hummingbird-flower interaction in three remnants of tropical dry forest (TdF) in the municipality of Chimichagua (Cesar, Colombia)

DANIEL LEÓN-CAMARGO

Maestría en Ciencias-Biología. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C., Colombia. daaleonca@unal.edu.co, dalc125@gmail.com.

J. ORLANDO RANGEL-CH.

Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D. C., Colombia. Apartado 7495. jorangelc@unal.edu.co; jorangelc@gmail.com

RESUMEN

Se caracterizó la interacción colibrí-planta en tres remanentes de bosque tropical seco (BsT), ubicados en el municipio de Chimichagua (Cesar, Colombia) con base en la observación de las visitas a los recursos florales y en los análisis de las cargas de polen en el pico y en otras partes del cuerpo de las aves. Se registró la época de floración y la abundancia de flores producidas por las plantas utilizadas por los colibríes y se midió la cantidad y calidad del néctar. En cinco muestreos que cubrieron la variabilidad de la precipitación en la zona de estudio, se capturaron a 17 individuos. Se realizaron 218 observaciones (visitas) de dos especies de colibríes *Lepidopyga goudoti* y *Phaethornis anthophilus*, los cuales visitaron a 31 especies de plantas. Para el caso de las observaciones sobre visitas de los colibríes a las plantas, *Arrabidaea cf. corallina* fue la más importante (IVIR=0.14840) en los tres remanentes de vegetación estudiados, seguida por *Aphelandra pulcherrima* (IVIR=0.05356) y *Pogonopus speciosus* (IVIR=0.02773). Otra especie importante pero con valores bajos fue *Cochlospermum vitifolium*. De acuerdo con los análisis de cargas de polen, el recurso más importante fue *Pogonopus speciosus* con un valor de IVIR=0.29643, seguido por *Aphelandra pulcherrima* (IVIR=0.09286) y *Hemistylus cf. odontophylla* (IVIR=0.03294). En el análisis general para los tres sitios (Tabla 3), los recursos más importantes para los colibríes fueron *Pogonopus speciosus* (IVIR=0.06207), *Aphelandra pulcherrima* (IVIR=0.06021) y *Cochlospermum vitifolium* (IVIR=0.01095). *Lepidopyga goudoti* utiliza 22 especies de plantas, mientras que *P. anthophilus* solamente utiliza siete. Las flores visitadas fueron en su mayoría tubulares con colores brillantes y contrastantes como el rojo, el morado y el violeta y se encontró buen ajuste entre su tamaño y la longitud y la forma del pico de los colibríes. También se presentaron visitas a flores de color blanco y amarillo como *Cochlospermum vitifolium*, *Sterculia apetala*, *Ceiba pentandra*, mencionadas como especies adaptadas a la polinización por insectos, pero que igualmente atraen a especies de colibríes, especialmente de pico corto. *Lepidopyga goudoti* presentó polen de todas las especies que figuraron

como recursos importantes según la intensidad de uso, mientras que *P. anthophilus* solamente utilizó a seis especies.

Palabras clave. Interacción colibrí-flor, polinización, bosque tropical seco.

ABSTRACT

Based on the floral visits and palynological analyzes, we characterized the hummingbird-plant interaction in three tropical dry forest remnants (BsT) located in the municipality of Chimichagua (Cesar, Colombia). We used mist nets to capture hummingbirds and binoculars for observations. The flowering time and number of flowers produced by the plants visited by hummingbirds, as well as data on the quantity and quality of nectar were recorded. The sampling period (five months) covered climate variability in the study area. Two species of hummingbirds, *Lepidopyga goudoti* and *Phaethornis anthophilus*, visited 31 plant species. *Arrabidaea cf. corallina*, which is present in the three forests patches, was the most important resource (IVIR = 0.14840) followed by *Aphelandra pulcherrima* (IVIR = 0.05356) and *Pogonopus speciosus* (IVIR = 0.02773). Another important species with low value was *Cochlospermum vitifolium*. According to the analysis of pollen loads, the most important resource was *Pogonopus speciosus* (IVIR = 0.29643), followed by *Aphelandra pulcherrima* (IVIR = 0.09286) and *Hemistylus cf. odontophylla* (IVIR = 0.03294). In the overall analysis for the three sites, the most important resources for hummingbirds were *Pogonopus speciosus* (IVIR = 0.06207), *Aphelandra pulcherrima* (IVIR = 0.06021) and *Cochlospermum vitifolium* (IVIR = 0.01095). *Lepidopyga goudoti* used 22 plant species while *P. anthophilus* used only seven. The flowers visited by hummingbirds were mostly tubular with bright contrasting colors, such as red, purple, and violet, and their sizes and lengths matched the hummingbirds' bill. Hummingbirds also visited white and yellow flowers, such as *Cochlospermum vitifolium*, *Sterculia apetala*, and *Ceiba pentandra*, which are listed as species adapted to pollination by insects. In the analysis of the pollen loads of *L. goudoti* we found pollen from all plant species that appeared as important resources according to the intensity of use whereas *Phaethornis anthophilus* used only six species.

Key words. Hummingbird, polinization, ecological interactions, tropical dry forest.

INTRODUCCIÓN

Las aves desempeñan una función muy importante en la reproducción sexual de las plantas y constituyen uno de los más eficientes mecanismos de transporte de polen al interior de los ecosistemas. Los colibríes (Trochilidae) son el principal grupo de aves nectarívoras del neotrópico (Mendoza & Dos Anjos 2006) y representan un grupo numérica y ecológicamente dominante en las interacciones entre las aves y las flores (Stiles 1981).

La interacción planta-colibrí es un mutualismo que implica adaptaciones o co-adaptaciones orientadas sobre un vector de polen y una fuente de néctar en condiciones óptimas. Las características del néctar, sus patrones de disponibilidad y de secreción, la producción de flores y las aves visitantes de las mismas, son importantes para entender el comportamiento de forrajeo de las aves sobre las flores e igualmente para todo lo relativo con el transporte de polen (Mendoza & Dos Anjos 2006). Aunque los patrones morfológicos (pico, envergadura) difieren significativamente

entre especies (Brown & Bowers 1985), las adaptaciones que presentan les permiten aprovechar el recurso néctar y desempeñar así un papel importante en la polinización de numerosas especies de angiospermas (Brown & Bowers 1985, Hilty & Brown 1986, Mendoca & Dos Anjos 2006 y McDade & Weeks 2004). Las interacciones entre plantas y polinizadores están influenciadas por factores bióticos (estructura floral, tiempo de anthesis, presencia de diversas especies animales), así como por abióticos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, velocidad del viento). En Colombia, diversas investigaciones han abordado las interacciones entre colibríes y plantas desde una perspectiva palinológica, tanto en localidades de la región andina (Gutiérrez & Rojas 2001) donde son frecuentes las áreas transformadas y fragmentadas y en áreas del bosque húmedo y muy húmedo tropical en la Amazonia (Rodríguez-F. & Stiles 2005, Rosero-L. & Sazima 2004, Amaya-M. *et al.* 2001), donde se mantienen extensos bloques de hábitat original y la fragmentación no ha alcanzado niveles críticos que perturben las interacciones bióticas.

Aunque la formación bosque tropical seco en Colombia (BsT) alcanza mayor extensión en la región Caribe, los procesos de transformación de las coberturas vegetales originales han significado la pérdida de la continuidad de extensos bloques originales de bosque, que en la actualidad quedan reducidos a fragmentos aislados inmersos en una matriz agropecuaria (Rangel 2012, Carvajal-C. 2014). La fragmentación y la constante disminución del tamaño de las áreas con condiciones originales que se producen, afectan aspectos de la composición a nivel taxonómico y la estructura de las comunidades (Carvajal-C. 2014) y probablemente también funciones ecológicas fundamentales como los mecanismos de transporte, especialmente lo relativo a la polinización, como ha sido documentado en otras localidades de Colombia (Tobar *et al.*

2001). Investigaciones sobre la interacción colibrí-flor en la formación bosque tropical seco en Colombia son escasas. A este respecto se rescata la contribución de Peñuela *et al.* (2010). Con el fin de caracterizar la comunidad de colibríes en remanentes de bosque tropical seco, producto de la transformación y fragmentación de extensos bloques originales y documentan sus relaciones ecológicas con la comunidad vegetal fuente de sus recursos, se planteó esta investigación que busca de manera complementaria obtener información acerca de la influencia del tipo de bosque según su composición florística y estructura y la oferta de recursos energéticos para los colibríes, condiciones que inciden decisivamente en la interacción colibrí-planta.

METODOLOGÍA

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en remanentes de bosques en el municipio de Chimichagua, departamento del Cesar, Colombia. Se seleccionaron tres localidades de muestreo cuya ubicación (ilustración cartográfica) se encuentra en Delgado-G. *et al.* (2012) y en Câtel *et al.* (2013). El monto anual de la precipitación en los alrededores es de 1619 mm. El régimen de distribución de las lluvias es bimodal tetraestacional, el periodo más lluvioso comprende desde agosto hasta noviembre; el otro periodo de lluvias va desde abril hasta junio. El mes más lluvioso es octubre. El periodo seco de mayor intensidad va desde diciembre hasta marzo, el mes más seco es enero, la otra época seca está representada por el mes de julio. La temperatura promedio es 27.7°C y la evapotranspiración potencial anual es de 1918 mm (Rangel-Ch. & Carvajal 2009, 2013).

En los alrededores del área de estudio (BsT), se diferenciaron dos grandes formaciones vegetales. En los sitios planos y en ocasiones inundados (llanura de inundación), se establece la vegetación de la clase fitosociológica

Spondio mombinis – *Attaleetea butyraceae*, que incluye palmares y palmares mixtos, en los cuales *Attalea butyracea* es especie característica-dominante. En áreas de tierra firme en sitios ligeramente inclinados, en algunos casos pedregosos, se establece la vegetación de la clase fitosociológica *Spondio mombinis* – *Handroanthetea ochracei*, bosques en los cuales *Spondias mombin* (jobo) es especie dominante (Avella & Rangel 2013). Entre las presiones más fuertes sobre los remanentes de vegetación y la fauna asociada a la misma, se encuentra la ganadería intensiva, la roza y quema frecuente para cultivos y la tala del bosque y entresaca de madera para venta y uso doméstico.

Localidad 1: municipio de Chimichagua, vereda la Democracia (N9°21'33,9"-W73°48'40,3"), altitud 70 m. El fragmento tiene un área de 897 ha. Suelo de textura arenosa, de estructura migajosa fina y con fragmentos redondeados de grava, con muy buena permeabilidad. La pendiente varía entre plana (<10%) a ligeramente inclinada (11-30%). La vegetación actual se incluye en la asociación *Astrocaryo malybo* – *Ataleetum butyraceae* Avella & Rangel (2013), palmares mixtos muy intervenidos entre cuyas especies dominantes-diagnósticas figuran *Astrocaryum malybo* (palma estera), *Cochlospermum vitifolium* (algodoncillo) y *Attalea butyracea* (palma de vino). Como especies asociadas se encontraron a *Mabea montana*, *Cordia collococca*, *Cordia* sp, *Clavija cauliflora*, *Hymenaea courbaril*, *Spondias mombin*, *Cecropia peltata*, *Myroxylon balsamum* y *Nectandra turbacensis*. La cobertura de la hojarasca varía 50% y 90%. La intervención humana sobre el sitio es alta, hay tala y quemas. Hay presencia constante de ganado y en sectores alejados cultivos de palma.

Localidad 2: municipio de Chimichagua, vereda Torrecilla, Cerro Chimichagua-Ecce Homo (N9°17'30,0"-W73°46'14,5") altitud

entre 60 a 210 m, con un área de 34.15ha. Suelo de textura limo arcillosa, con estructura en bloques regulares de 1 a 2cm, suelos muy pedregosos. Pendiente fuerte entre el 30 y 80%. Los parches relictuales de vegetación se agrupan en la unidad de vegetación a nivel de alianza *Albizzia niopoidis* – *Spondion mombinis* que incluye diferentes tipos de bosques dominados por *Spondias mombin* (Avella & Rangel 2013). Entre las especies asociadas figuran *Chrysophyllum lucentifolium*, *Zapoteca formosa*, *Acalypha macrostachya*, *Hiraea ternifolia*, *Pseudobombax septenatum*, *Tabebuia serratifolia*, *Centrosema vexillatum* y *Pithecellobium roseum*, entre otros. La capa de hojarasca cubre entre el 25 y el 75% del área en época de lluvia y alcanza el 100% en época seca. El bosque se encuentra en recuperación. No hay intervención antrópica fuerte debido a las rocas, a la pendiente y a que según los pobladores está prohibida la tala porque el terreno es propiedad del estado, aunque en los alrededores es frecuente la presencia de ganado vacuno. La intervención humana es leve.

Localidad 3: municipio de Chimichagua, vía corralito (N9°17'34,1"-W73°46'16,2"), altitud entre 30 y 70m y un área de 2.34ha. Suelo limo –areno- arcilloso, con fracción gravosa, porcentaje de raíces muy bajo y bastantes fragmentos de roca. Pendiente entre plana (<10%) hasta bastante inclinada (30-80%). Los parches de vegetación se agrupan en la asociación Pradosio colombiana – *Spondietum mombinae* Avella & Rangel (2013), en los cuales son especies importantes *Astronium graveolens*, *Chrysophyllum lucentifolium*, *Spondias mombin*, *Casearia* aff. *praecox*, *Acacia huilana*, *Psychotria microdon* y *Capparis frondosa*. La capa de hojarasca de poco espesor, cubre hasta el 40% del área en época de lluvia y hasta el 100% en época seca. Se presenta ingreso de ganado y tala constante; la intervención humana es alta.

Fase de campo

Se realizaron cinco salidas de campo entre septiembre (mes 1 en las figuras y tablas) y diciembre (mes 2) de 2010; enero-febrero (mes 3), febrero-marzo (mes 4) y en mayo (mes 5) de 2011.

Durante un día se capturaron los colibríes empleando diez (10) redes de niebla con un ojo de malla de 32 mm (16x16 mm). De cada colibrí capturado, se recolectaron las cargas de polen de cuatro partes del cuerpo: cabeza, maxila, garganta y mandíbula utilizando gelatina coloreada, de acuerdo con la técnica descrita por Amaya-Márquez (1991). Cada individuo fue determinado y en un formato de campo se registraron datos de sexo, peso y medidas morfométricas (longitud total, del ala, la cola, culmen total y expuesto, ancho y alto del pico). Una vez tomados los datos, los individuos fueron liberados.

Observación. En cada localidad, se realizaron observaciones directas (utilizando binoculares Bushnell de 10x50 mm) entre las 0600 y 1100 y entre las 1500 y 1700 horas, a plantas de diferentes especies que fueron visitadas por colibríes, o que tenían flores con características afines al síndrome de ornitofilia (Buzato 1995, Gutiérrez 2005, Rodríguez-F. & Stiles 2005). De cada visita, se registraron la hora, especie de colibrí y especie de la planta visitada, el número de flores visitadas, el tiempo invertido en la visita y el comportamiento de forrajeo (en vuelo suspendido o perchando).

Recursos florales. Con el fin de conocer la abundancia y disponibilidad de los recursos florales para la comunidad de colibríes, se registró la fenología de la floración y la abundancia de las flores. En cada localidad de muestreo se realizaron dos transectos de 200 m de largo por 5 m de ancho (0.1 ha), en los cuales se marcaron con una placa metálica los individuos de las especies que estaban en

floración. Cada once días, se contó el número de flores de cada individuo marcado (Stiles 1979, Durán & Katan 2005). En el caso de las plantas que presentaron más de 200 flores, se modificó el método descrito por Parada-Q. *et al.* (2012), se contó el número de flores de cinco ramas, se promedió y se extrapoló al total de ramas presentes en el individuo, para aproximarse al número total de flores. De cada especie vegetal, se registraron datos de la longitud total y la efectiva de la corola (Gutiérrez 2005) de por lo menos diez flores, el color de la corola, forma (recta o curva) y hábito de crecimiento de la planta (arbóreo, arbustivo, herbáceo o trepador). Se recolectaron muestras de estas plantas que fueron determinadas en el Herbario Nacional Colombiano (COL) y sirvieron igualmente para elaborar las láminas palinológicas de referencia.

Producción de néctar. El día anterior a la medición del volumen y de la concentración de néctar, se extrajo el néctar y se embolsaron las flores abiertas con tela de tul (Gutiérrez 2005, Rodríguez-F. & Stiles 2005, Ramírez-Burbano *et al.* 2007). Para las mediciones solamente se tuvieron en cuenta las especies vegetales a las cuales se les pudo hacer un registro continuo de datos: *Aphelandra pulcherrima*, *Pogonopus speciosus* y *Adenocalymma cf. magdalenense*. El volumen y la concentración de néctar se midieron durante un día, con registros cada dos horas, entre las 0600 y las 1800 horas. Para la recolección de néctar se utilizaron capilares de 15 μ l con los cuales se midió el volumen de néctar. La concentración de azúcar fue medida en brix con un refractómetro manual (Rodríguez-F. 2004, Ramírez-B. *et al.* 2007).

Fase de laboratorio. Las muestras de plantas recolectadas en campo se determinaron utilizando claves convencionales, por consulta en las colecciones del Herbario Nacional (COL) de la Universidad Nacional de Colombia y con la ayuda de especialistas de COL. Se revisaron

las láminas de referencia (gelatina coloreada) recolectadas en campo, se elaboró un manual de referencia, tomando en cuenta para cada palinomorfo las características morfométricas recomendadas en las guías del laboratorio de palinología del Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

De cada individuo de colibrí se revisaron las cargas de polen transportadas, utilizando un microscopio óptico de luz, los palinomorfos se identificaron por comparación con los atlas de polen de la región (García *et al.* 2011) y con la colaboración de palinólogos especialistas. Para el análisis de información solamente se incluyeron especies con una representación mayor de diez granos en el total de las muestras (17) recolectadas.

Análisis estadísticos

Índice de Valor de Importancia de los Recursos (IVIR) Amaya-Márquez *et al.* (2001). Se utilizó para determinar la importancia de cada uno de los recursos de la comunidad vegetal visitados por los colibríes. Para las observaciones directas de la interacción, se tomó en cuenta el número total de visitas. En este índice, mientras mayor sea el valor de IVIR, mayor será la importancia del recurso para la comunidad de colibríes. Se realizaron análisis por separado teniendo en cuenta las capturas (polen) y las observaciones de visitas, y uno general donde incluyen los resultados de las dos variables anteriores. El índice se expresa como la sumatoria de las intensidades de uso del recurso (PixFix), sobre el número total de especies de colibríes evaluadas en la comunidad (N).

$$IVIR = \frac{\sum_x^n (PixFix)}{N}$$

Dónde: Pix = Frecuencia de uso del recurso floral por la especie x de colibrí. Se calculó con base en la frecuencia de registros del polen i en la especie x de colibrí, sobre la

frecuencia total de registros de polen de todos los recursos florales utilizados por la especie de colibrí x.

Fix = # individuos especie x de colibrí que hicieron uso del recurso i / # total de individuos de la especie x evaluados.

N = Número total de especies de colibríes evaluadas en la comunidad.

Razón corola total / culmen expuesto (Ct/Cex). Este análisis evalúa la relación entre los transportadores de polen y el recurso visitado. Se muestra un ajuste morfológico alto, si los valores son iguales a uno; si el valor es mayor, indica que las flores son más grandes que el pico y si son menores a uno, que el culmen de los colibríes es más largo. Se calculó tomando en cuenta la longitud total de la corola y el culmen expuesto de las especies de colibríes, empleando la fórmula propuesta por Rodríguez-F. (2004). Los resultados fueron evaluados mediante el coeficiente de correlación no paramétrico de Spearman

RESULTADOS

Comunidad de colibríes

Durante los cinco meses de muestreo en los tres remanentes de bosque tropical seco (BsT) se registraron 235 individuos, 17 fueron por capturas y 218 por observaciones. Entre los dos métodos empleados para el registro de individuos de cada especie de colibrí, obviamente las observaciones fueron más eficaces con una representatividad del 92.77% frente al 7.23% de las capturas.

La comunidad de colibríes está compuesta por *Lepidopyga goudoti* y *Phaethornis anthophilus*, pertenecientes a las subfamilias Trochilidae y Phaethonitidae respectivamente. Las dos especies de colibríes, estuvieron presentes en todos los meses de muestreo. *L. goudoti*, presentó una abundancia total de 205 individuos; en el mes uno (septiembre) 66 individuos, en el mes tres (enero) con 44

individuos y en el mes cuatro (marzo) con 37 individuos. De *P. anthophilus*, se contabilizaron 30 individuos; en enero (mes tres) con once individuos, mayo (mes cinco) ocho individuos y en septiembre (mes uno) con siete individuos.

Recursos vegetales utilizados

En los transectos se registraron once especies vegetales que presentaron síndrome de ornitofilia o que igualmente fueron visitadas por colibríes. La más abundante fue *Aphelandra pulcherrima* con 54 individuos en la localidad uno, en el bosque de *Spondias mombin* y *Albizia niopoides*; 24 en la localidad dos, bosque de *Pradosia colombiana* y *Spondias mombin*. En el palmar de *Astrocaryum malybo* y *Attalea butyracea* (localidad tres) fueron abundantes *Cochlospermum vitifolium* (19 individuos) y *Arrabidaea cf. corallina* (13 individuos). Otras especies registradas aparecen en la Tabla 1.

Plantas y colibríes

Según los resultados de cada una de las condiciones evaluadas, se contabilizaron

32 especies vegetales utilizadas por la comunidad de colibríes, que pertenecen a 20 familias, de las cuales presentaron mayor riqueza Bignoniaceae (4 especies), Fabaceae y Malvaceae (3), Rubiaceae, Urticaceae y Convolvulaceae (2).

En la Tabla 2 se presenta un análisis discriminado según las opciones que se evaluaron; las que involucraron a un mayor número de especies fueron:

Especies que se presentaron en las tres opciones (transectos - síndrome de ornitofilia, observaciones de visitas y análisis de cargas de polen): cinco.

Especies presentes únicamente en los transectos (síndrome de ornitofilia; no se observaron visitas y no se encontraron en las cargas de polen): cuatro.

Especies sobre las cuales solamente se observaron visitas (no aparecieron en los transectos ni en los análisis de polen): seis.

Especies únicamente encontradas en los análisis polínicos (ausentes en los transectos (ornitofilia) y sobre las cuales no se observaron visitas): 14.

Tabla 1. Abundancia (número de individuos) de once especies vegetales de angiospermas visitadas por los colibríes en 0.2 has de cada tipo de bosque (síndrome de ornitofilia).

Especie Vegetal	Localidad 1 Bosque de <i>Spondias mombin</i> y <i>Albizia niopoides</i>	Localidad 2 Bosque de <i>Pradosia colombiana</i> y <i>Spondias mombin</i>	Localidad 3 Palmar de <i>Astrocaryum malybo</i> y <i>Attalea butyracea</i>
<i>Aphelandra pulcherrima</i>	54	24	0
<i>Pogonopus speciosus</i>	2	0	0
<i>Coursetia ferruginea</i>	2	0	0
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0	0	19
<i>Tabebuia chrysea</i>	0	0	3
<i>Arrabidaea cf. corallina</i>	1	1	13
<i>Tabebuia ochracea</i>	0	0	3
<i>Ceiba pentandra</i>	1	0	0
<i>Capparidastrium frondosum</i>	1	0	0
<i>Calycophyllum candidisium</i>	0	1	0
<i>Cecropia cf. peltata</i>	0	0	4

Tabla 2. Especies vegetales visitadas por los *Lepidopyga goudoti* y *Phaethornis anthophilus* en los tres remanentes de BsT, en Chimichagua-Cesar (Colombia).

Especie (Familia) Especies en las tres opciones	Transectos Sindr.ornit.	Observ. (visitas)	Análisis Polen
<i>Aphelandra pulcherrima</i> (Acanthaceae)	X	X	X
<i>Arrabidaea cf. corallina</i> (Bignoniaceae)	X	X	X
<i>Tabebuia ochracea</i> (Bignoniaceae)	X	X	X
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Cochlospermaceae)	X	X	X
<i>Pogonopus speciosus</i> (Rubiaceae)	X	X	X
Especies con síndrome Ornitofilia – y visitadas			
<i>Ceiba pentandra</i> (Bombacaceae)	X	X	
Especies visitadas y presentes en análisis polínicos			
<i>Ipomoea trifida</i> (Convolvulaceae)		X	X
<i>Ipomoea batatoides</i> (Convolvulaceae)		X	X
Especies con síndrome Ornitofilia y análisis de polen			
<i>Tabebuia chrysea</i> (Bignoniaceae)	X		X
Especies con síndrome Ornitofilia			
<i>Capparidastrum frondosum</i> (Capparaceae)	X		
<i>Coursetia ferruginea</i> (Fabaceae)	X		
Morfoespecie sp. 6. Indeterminado (DALC149)	X		
<i>Cecropia cf. peltata</i> (Cecropiaceae)	X		
Especies visitadas			
<i>Pithecellobium roseum</i> var. <i>roseum</i> (Fabaceae)		X	
<i>Trichilia hirta</i> (Meliaceae)		X	
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Rubiaceae)		X	
<i>Coussapoa cf. asperifolia</i> (Urticaceae)		X	
<i>Lantana camara</i> (Verbenaceae)		X	
<i>Ipomoea hederifolia</i> (Convolvulaceae)		X	
Especies presentes en análisis polínicos			
<i>Tabernaemontana amygdalifolia</i> (Apocynaceae)			X
<i>Vriesia cf. heliconoides</i> (Bromeliaceae)			X
<i>Senna reticulata</i> (Fabaceae)			X
<i>Psittacanthus rhynchanthus</i> (Loranthaceae)			X
<i>Sterculia apetala</i> (Malvaceae)			X
<i>Malvaviscus arboreus</i> (Malvaceae)			X
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> (Malvaceae)			X
<i>Passiflora edulis</i> (Passifloraceae)			X
<i>Securidaca cf. pubescens</i> (Polygalaceae)			X
<i>Cupania cf. rufescens</i> (Sapindaceae)			X
<i>Hemistylus cf. odontophylla</i> (Urticaceae)			X
<i>Triplaris americana</i> (Polygonaceae)			X
<i>Bignonia diversifolia</i> (Bignoniaceae)			X
Palinomorfo indeterminado			
Total 31 (20 familias)	11	14	22

Producción de flores

Para el conteo de la producción de flores se incluyeron a las especies (síndrome de ornitofilia) que se encontraron en los diferentes transectos realizados (dos de 0.1 ha por sitio), a excepción de *Tabebuia chrysea*. En las cinco salidas de campo se contaron en total 22.752 flores.

Las especies que mostraron mayor producción de flores (Tabla 3) fueron *T. ochracea* (*Handroanthus ochraceus*) con 6650 flores, que solamente se encontró en el palmar de *Astrocaryum malybo* y *Attalea butyracea*, y *C. candidissimum* con 5062 flores que se encontró solamente en el bosque de *Pradosia colombiana* y *Spondias mombin*. Otras especies con abundante producción de flores

fueron *Aphelandra pulcherrima* con un total de 3638 flores en dos de los tipos de bosque junto con *Ceiba pentandra* (2500) y *Pogonopus speciosus* (1508) en el bosque de *Spondias mombin* y *Albizia niopoides*.

Arrabidaea cf. corallina produjo flores (2062) en las tres localidades estudiadas.

Épocas de floración

La segregación en la producción de flores según períodos climáticos (precipitación) muestra las siguientes condiciones:

Época seca. Seis especies (63.6%) presentaron floración durante esta época, especialmente entre enero y marzo: *Aphelandra pulcherrima* (también con un pico de floración en diciembre), *Coursetia ferruginea* (pico entre enero y febrero), *Cochlospermum vitifolium* (pico entre enero y febrero), *Tabebuia ochracea*, *Ceiba pentandra* y *Capparidastrum frondosum* (Figura 1).

Época húmeda. En el período húmedo de mayor intensidad inmediatamente después del período seco corto (julio) denominado “veranillo”, entre agosto y octubre presentaron picos de floración *Pogonopus speciosus* y *Arrabidaea cf. corallina* (también presentó floración en enero-febrero). Durante el ciclo lluvioso de menor intensidad en mayo, *Cecropia cf. peltata*, *Calycophyllum candidisium* y

también *Arrabidaea cf. corallina* presentaron sus picos de floración (Figura 2).

Interacción colibrí-flor: Índice de valor de importancia del recurso (IVIR)

La comunidad de colibríes de la zona de estudio visitó a 32 especies de plantas. Se realizaron tres análisis de IVIR, uno para la información generada con datos de las observaciones sobre visitas de los colibríes al recurso vegetal (13), otro con base en las cargas de polen (once a especies determinadas y una a una morfoespecie indeterminada) y uno general, en el cual se combinaron los resultados de los dos métodos anteriormente mencionados (22).

Para el caso de las observaciones de las visitas de los colibríes al recurso vegetal (Tabla 4), *Arrabidaea cf. corallina* fue el recurso más importante (IVIR=0.14840) en los tres remanentes, seguida por *Aphelandra pulcherrima* (IVIR=0.05356) y *Pogonopus speciosus* (IVIR=0.02773). Otra especie importante pero con valores bajos fue *Cochlospermum vitifolium*. El coeficiente no paramétrico de Spearman (rs), muestra un valor rs=0.618 y p=0.002, lo cual indica que hay correlación lineal positiva entre las variables consideradas y que existen diferencias significativas en las frecuencias de visitas de cada especie de colibrí a las plantas (fuente de recursos).

Tabla 3. Producción (número) de flores en los tres relictos boscosos estudiados.

Meses	Localidad 1 Bosque de <i>Spondias mombin</i> y <i>Albizia niopoides</i>					Localidad 2 Bosque de <i>Pradosia colombiana</i> y <i>Spondias mombin</i>					Localidad 3 Palmar de <i>Astrocaryum malybo</i> y <i>Attalea butyracea</i>					TOT.
	sept	dic	ene -feb	feb -mar	may	sept	dic	ene -feb	feb -mar	may	sept	dic	ene -feb	feb -mar	may	
<i>Aphelandra pulcherrima</i>	0	1642	393	1.5	0	0	604	992	5.5	0	0	0	0	0	0	3638
<i>Pogonopus speciosus</i>	1337	157	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1508
<i>Coursetia ferruginea</i>	0	0	246	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	337
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	263	43	0	306
<i>Arrabidaea cf. corallina</i>	0	0	0	0	42	0	0	0	0	208	1377	0	430	5	0	2062
<i>Tabebuia ochracea</i> (<i>Handroanthus ochraceus</i>)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6650	0	6650
<i>Ceiba pentandra</i>	0	0	0	2500	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2500
<i>Capparidastrum frondosum</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Calycophyllum candidisimum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5062	0	0	0	0	0	5062
<i>Cecropia cf. peltata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	314	314

Interacción colibri-flor en tres remanentes de bosque tropical seco

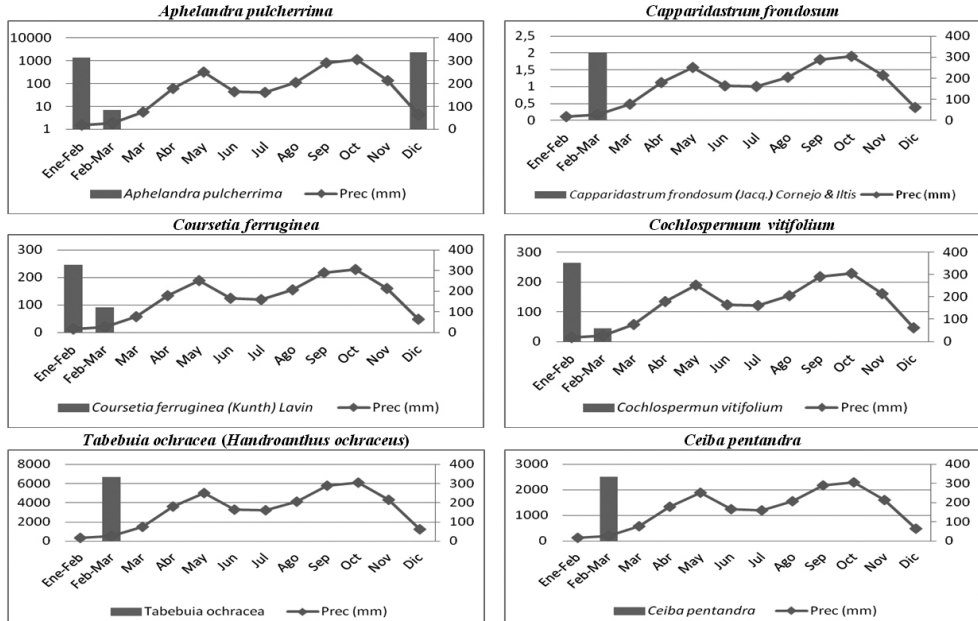


Figura 1. Especies con pico de floración en las épocas secas en los relictos del bosque seco tropical del Cesar.

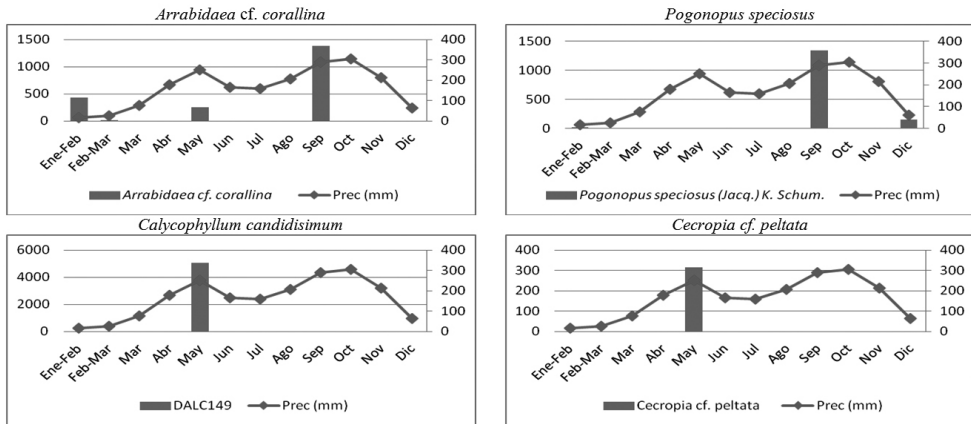


Figura 2. Especies con pico de floración en las épocas húmedas en los relictos del bosque seco tropical del Cesar.

Lepidopyga goudoti utiliza todos los recursos (12), mientras que *Phaetornis anthophilus* solamente utiliza los cuatro con más altos valores.

Para los análisis de cargas de polen (Tabla 5), el recurso más importante fue *Pogonopus*

speciosus con un valor de $IVIR=0.29643$, seguido por *Aphelandra pulcherrima* ($IVIR=0.09286$) y *Hemistylus cf. odontophylla* ($IVIR=0.03294$). *L. goudoti* presentó polen de todas las especies que figuraron como recursos importantes, mientras que *P. anthophilus* solamente utilizó seis especies.

Tabla 4. Índice de Valor de Importancia del recurso con base en las visitas observadas reseñadas en los remanentes de BsT en Chimichagua-Cesar.

Especie	Intensidad de uso por colibríes		Valor IVIR
	<i>L. goudoti</i>	<i>P. anthophilus</i>	
<i>Arrabidaea cf. corallina</i>	0.10320	0.19360	0.14840
<i>Aphelandra pulcherrima</i>	0.06712	0.04000	0.05356
<i>Pogonopus speciosus</i>	0.01546	0.04000	0.02773
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.00776	0.02560	0.01668
<i>Tabebuia ochracea</i>	0.00870	0.00000	0.00435
<i>Ceiba pentandra</i>	0.00132	0.00000	0.00066
<i>Ipomoea trifida</i>	0.00043	0.00000	0.00021
<i>Ipomoea batatoides</i>	0.00043	0.00000	0.00021
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	0.00024	0.00000	0.00012
<i>Coussapoa cf. asperifolia</i>	0.00003	0.00000	0.00001
<i>Pithecellobium roseum</i>	0.00003	0.00000	0.00001
<i>Trichilia hirta</i> L.	0.00003	0.00000	0.00001
<i>Ipomoea hederifolia</i> L.	0.00003	0.00000	0.00001

Tabla 5. Índice de Valor de Importancia del Recurso según las cargas de polen recolectadas de cada especie de colibrí (solamente se incluyeron las especies con más de diez granos de polen en los análisis).

Especie vegetal	Intensidad de uso		Valor IVIR
	<i>L. goudoti</i>	<i>P. anthophilus</i>	
<i>Pogonopus speciosus</i>	0.19286	0.40000	0.29643
<i>Aphelandra pulcherrima</i>	0.08571	0.10000	0.09286
<i>Hemistylus cf. odontophylla</i>	0.02143	0.04444	0.03294
DESC. sp.1 (indet.)	0.00952	0.04444	0.02698
<i>Sterculia apetala</i>	0.02143	0.01111	0.01627
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.02143	0.00000	0.01071
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.00952	0.01111	0.01032
<i>Psittacanthus rhynchanthus</i>	0.00952	0.00000	0.00476
<i>Cupania cf. rufescens</i>	0.00952	0.00000	0.00476
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.00238	0.00000	0.00119
<i>Securidaca cf. pubescens</i>	0.00238	0.00000	0.00119
<i>Vriesia cf. heliconoides</i>	0.00238	0.00000	0.00119

En el análisis general para las tres localidades (Tabla 6), los recursos más importantes para los colibríes fueron *Pogonopus speciosus* (IVIR=0.06207), *Aphelandra pulcherrima* (IVIR=0.06021) y *Cochlospermum vitifolium* (IVIR=0.01095). *Lepidopyga goudoti* utiliza las 22 especies, mientras que *Phaetornis anthophilus* solamente utiliza siete.

Néctar. Para las estimaciones de los volúmenes de néctar, solamente se tomaron en cuenta las especies vegetales a las cuales se les pudo hacer un registro continuo de datos, *Aphelandra pulcherrima*, *Pogonopus speciosus* y *Adenocalymma cf. magdalenense*; esta última se registró en la localidad 1, palmar

de *Astrocaryum malybo* y *Attalea butyracea*, por fuera de los transectos (conteos). En general, los volúmenes oscilaron entre 0.4 a 6.4 μ l y las concentraciones de néctar en promedio estuvieron entre 13.1 a 31.8 brx para las especies analizadas. *A. pulcherrima* presento volúmenes de 0.4 μ l y concentraciones de 13.1% (brx), *P. speciosus* (6.4 μ l y 16%) y *A. cf. magdalenense* volúmenes de 3.8 μ l y concentraciones de 31.8%. Si se comparan estos valores con el número de flores en *A. pulcherrima* (3638) y *P. speciosus* (1508) se resalta el papel importante de *P. speciosus* en cuanto al volumen de néctar, que se relaciona con el valor más alto en el IVR de las especies utilizadas por los dos colibríes.

Tabla 6. Índice de Valor de Importancia del recurso vegetal (especies más utilizadas) por los dos especies de colibríes en los remanentes de BsT en Chimichagua-Cesar.

Especie Vegetal	Intensidad de uso		Valor IVIR
	<i>L. goudoti</i>	<i>P. anthophilus</i>	
<i>Pogonopus speciosus</i>	0.02330	0.10083	0.06207
<i>Aphelandra pulcherrima</i>	0.06709	0.05333	0.06021
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	0.00856	0.01333	0.01095
<i>Hemistylus cf. odontophylla</i>	0.00019	0.00333	0.00176
DESC. sp.1 (indet.)	0.00009	0.00333	0.00171
<i>Arrabidaea cf. corallina</i>	0.00238	0.00000	0.00119
<i>Tabebuia ochracea</i>	0.00238	0.00000	0.00119
<i>Ceiba pentandra</i>	0.00105	0.00000	0.00052
<i>Sterculia apetala</i>	0.00019	0.00083	0.00051
<i>Malvaviscus arboreus</i>	0.00009	0.00083	0.00046
<i>Ipomoea trifida</i>	0.00034	0.00000	0.00017
<i>Ipomoea hederifolia</i>	0.00034	0.00000	0.00017
<i>Calycophyllum candidissimum</i>	0.00019	0.00000	0.00010
<i>Psittacanthus rhynchanthus</i>	0.00009	0.00000	0.00004
<i>Cupania cf. rufescens</i>	0.00009	0.00000	0.00004
<i>Coussapoa cf. asperifolia</i>	0.00002	0.00000	0.00001
<i>Pithecellobium roseum</i>	0.00002	0.00000	0.00001
<i>Trichilia hirta</i>	0.00002	0.00000	0.00001
<i>Ipomoea batatoides</i>	0.00002	0.00000	0.00001
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>	0.00002	0.00000	0.00001
<i>Securidaca cf. pubescens</i>	0.00002	0.00000	0.00001
<i>Vriesia cf. heliconoides</i>	0.00002	0.00000	0.00001

Relación entre longitud de pico y de la corola (corola total/culmen expuesto)

Según los valores que presentaron las dos especies de colibríes para esta relación se visitaron flores con corolas más largas que el valor de culmen de cada especie de colibrí. En la figura 3, se puede observar que las especies vegetales que mostraron valores mayores fueron *Tabebuia rosea* y *Cochlospermum vitifolium*, mientras que el valor más bajo lo presentó *Calycophyllum candidissimum*.

P. anthophilus el colibrí de mayor tamaño, mostró el mejor ajuste (relación) con *Pogonopus speciosus*, *Arrabidaea cf. corallina* y con *Aphelandra pulcherrima*. El menor ajuste morfológico fue con *Cochlospermum vitifolium* (Ct/Cex=3.2)

Lepidopyga goudoti visitó flores cuya relación, son el doble del tamaño de su culmen (Corola total-(Ct)/Culmen expuesto-(Cex)=2.9). *Pogonopus speciosus* fue el recurso más importante

y con mejor ajuste (2.0) en la relación morfológica. Al igual que en el caso de *P. anthophilus*, la especie con la cual presento un ajuste menor fue *Cochlospermum vitifolium* (Ct/Cex=5.3). Entre el número de recursos que visitan los colibríes y la relación Ct/Cex ($r_s=-0.79039$ y $p=0.0001$), hay una correlación inversa, indicando que colibríes con culmen expuesto pequeños, visitan corolas mucho más largas, mientras que colibríes con culmen expuesto más grande, visitan corolas casi iguales o de menor tamaño que su pico.

CONSIDERACIONES FINALES-DISCUSSION

La comunidad de colibríes en las localidades de bosque tropical seco (BsT) evaluadas, está compuesta por *Phaethornis anthophilus* y *Lepidopyga goudoti*. Ardila & Ardila (2013) habían reseñado la presencia de estas especies y de otras seis en diferentes localidades y hábitat del municipio de Chimichagua, alrededores de la ciénaga de Zapatosa.

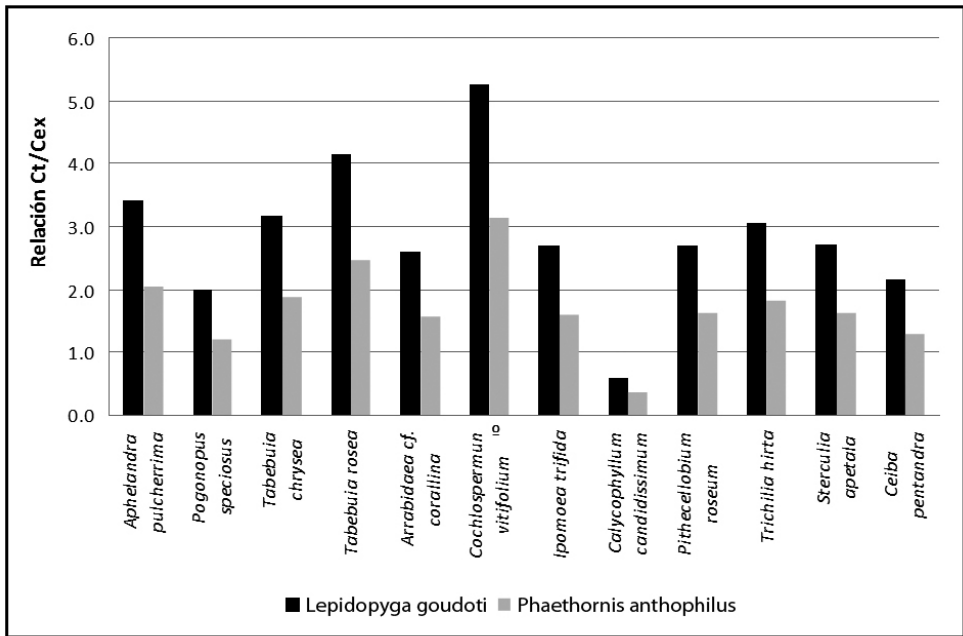


Figura 3. Relación entre longitud de picos y corolas de las flores visitadas por las especies *L. goudoti* y *P. anthophilus*.

Las fuentes de recursos energéticos para los colibríes, provienen de 31 especies y una morfoespecie de plantas (Tabla 2). Las familias que presentaron mayor riqueza, fueron Bignoniaceae (4 especies), Fabaceae (3), Malvaceae (3), Rubiaceae (2), Urticaceae (2) y Convolvulaceae (2). Se encontraron diferentes hábitos de crecimiento, herbáceo, arbustivo, trepadores, arbóreo y el epífita. Entre las especies características de los tipos de vegetación caracterizados por Avella & Rangel-Ch. (2013) en el municipio de Chimichagua hay especies importantes en la interacción con los colibríes como *Tabebuia chrysea* (*Handroanthus*), *Ceiba pentandra*, *Coursetia ferruginea*, *Sterculia apetala*, *Cochlospermum vitifolium*, *Tabebuia ochracea*, *Capparidastrium frondosum*, *Tabebuia rosea*, *Aphelandra pulcherrima* y *Pogonopus speciosus*. Se resalta así el papel de estas aves en el mantenimiento de la estructura y composición florística de los ensambles de vegetación. Las flores visitadas fueron en su mayoría tubulares con colores

brillantes y contrastantes como el rojo, el morado y el violeta (síndrome de ornitofilia, Amaya *et al.* 2001) y se encontró buen ajuste entre el tamaño de la corola y la longitud y la forma del pico de los colibríes, condición también encontrada por otros autores (Snow & Snow 1972, Wolf *et al.* 1976, Stiles 1981, Brown & Bowers 1985, Amaya-Márquez *et al.* 2001, Gutiérrez & Rojas 2001, Vasconcelos & Lombarda 2001, Rosero-Lasprilla & Sazima 2004). También se presentaron visitas a flores de color blanco y amarillo como *Cochlospermum vitifolium*, *Sterculia apetala*, *Ceiba pentandra*, mencionadas como especies adaptadas a la polinización por insectos, pero que igualmente atraen a especies de colibríes, especialmente de pico corto. Estas especies se ajustan propiamente al síndrome de antófilia (Stiles 1981), donde lo importante en la selección de las plantas a usar por los colibríes, es la cantidad y la calidad del néctar y la eficiencia de extracción del mismo, por lo cual, el color es sólo una guía que el colibrí aprende a usar o a ignorar

según la recompensa que le dé la flor. Debido a esto, flores con corolas cortas, anchas o con los pétalos no fusionados, como sucedió con *Cochlospermum vitifolium*, pueden tener varios vectores de polen como abejas, aves o mureciélagos por el fácil acceso al néctar. Esta especie de planta fue visitada por las dos especies de colibríes registradas, pero presentó un mayor ajuste morfológico y de importancia del recurso para *Phaetornis anthophilus* (IVIR=0.01333).

A pesar de la diferencia temporal tan marcada en la disponibilidad de las flores, el uso no selectivo de los recursos en los tres remanentes de bosque tropical seco evaluados, puede ser de gran ventaja para la subsistencia de las dos especies de colibríes en el área de estudio, ya que las relaciones muy estrechas o especializadas, donde una parte no puede mantenerse si la otra falta, pueden limitar la persistencia tanto de las plantas como de los animales. A este respecto, nuestros resultados son consistentes con los de Wolf *et al.* (1976), Delgado (1999), Gutiérrez & Rojas (2001), Rodríguez-Flores & Stiles (2005) y Ramírez-Burbano *et al.* (2007).

En *A. pulcherrima* y *P. speciosus*, especies visitadas por los colibríes y cuyos granos también aparecieron en los análisis de polen, las concentraciones de néctar oscilaron entre 13.1 y 16%, valor que se encuentra dentro de las estimaciones (13-30%) de Baker (1975). Cuando se incluye en la consideración a *A. cf. magdalenense* especie que no se encontró en los transectos efectuados, ni se observaron visitas, ni su grano de polen se encontró en los análisis respectivos, el límite superior de la variación se incrementa hasta 31.8 brix.

Nuestros resultados son parecidos a los encontrados por Arizmendi & Ornelas (1990) en México, donde la concentración de néctar varió entre 12.7-29.9% y a los de otros trabajos que se desarrollaron en formaciones vegetales

diferentes a las de Chimichagua (Snow & Snow 1986, Gutiérrez & Rojas 2001, Rosero-Lasprilla & Sazima 2004, Rodríguez-Flores & Stiles 2005 y Leon-C. & Toloza-M. 2009).

Lepidopyga goudoti visitó flores con corolas más largas que su pico, lo cual puede sugerir una transferencia secundaria de polen, tal como lo indicaron Leon-C & Toloza-M (2009) o por la posibilidad que tiene un colibrí de extender su lengua dentro de la flor más allá de la punta del pico, hasta alcanzar la cámara de néctar. Por su parte, *Phaetornis anthophilus*, visitó especies con flores que tenían un ajuste morfológico mayor entre las longitudes de su culmen y la corola, condición que probablemente se relaciona con una mayor eficiencia en la extracción de néctar. Los valores que se encontraron en este caso, son similares a los de otras especies de colibríes (Amaya-Márquez *et al.* 2001, Gutiérrez & Rojas 2001, Rosero-Lasprilla & Sazima 2004, Rodríguez-Flores & Stiles 2005).

Los resultados del análisis de las cargas de polen en los picos de los colibríes confirman las bondades de la perspectiva palinológica (Amaya-Márquez *et al.* 2001) en la investigación de la interacción colibrí-planta, que igualmente mejora sensiblemente cuando se incluyen la cuantificación de las visitas y los rasgos morfológicos de la flor (síndrome de ornitofilia) en la vegetación del sitio a estudiar.

AGRADECIMIENTOS

Al grupo de investigación Biodiversidad y Conservación y al laboratorio de Palinología del Instituto de ciencias Naturales de la Universidad Nacional. A CORPOCESAR. A los pobladores de Chimichagua. A Liliana Rosero L (UPTC). A Marisol Amaya y a Rodulfo Ospina (Biología, U.N.) por sus detalladas sugerencias que mejoraron la versión final.

LITERATURA CITADA

- AMAYA-MÁRQUEZ, M. 1991. Análisis palinológico de la flora del Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas) visitada por colibríes (Aves: Trochilidae). Bogotá. Trabajo de grado (Bióloga). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- AMAYA-MÁRQUEZ, M., G. STILES & J.O. RANGEL-CH. 2001. Interacción planta–colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. *Caldasia* 23 (1): 301–322.
- ARIZMENDI MA. DEL C. & J. F. ORNELAS. 1990. Hummingbirds and their floral resource in a Tropical Dry Forest in Mexico. *Biotropica* 22 (2): 172-180.
- AVELLA, A. & J.O. RANGEL-CH. 2013. Los bosques de los alrededores de las ciénagas del Sur del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatoso y ciénagas del Sur del Cesar. Biodiversidad, conservación y manejo*: 285-299. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- ARDILA, M. & I. ARDILA. 2013. Aves de las ciénagas del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatoso y ciénagas del Sur del Cesar. Biodiversidad, conservación y manejo*: 559-598. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- BAKER, H. 1975. Sugar concentrations in nectars from hummingbird flowers. *Biotropica* 7 (1): 37-41.
- BROWN, J. & M. BOWERS. 1985. Community organization in hummingbirds: relationships between morphology and ecology. *The Auk* 102: 251–269.
- BUZATO, S. 1995. Estudo comparativo de flores polinizadas por Beija-flores em três comunidades da mata Atlântica no Sudeste do Brasil. Tesis de postgrado (Doctor). Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Biología.
- CARVAJAL-C., J.E. 2014. Efectos de la transformación del paisaje sobre la comunidad de reptiles en localidades del caribe. Tesis de Doctorado. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- CÂTEL, F., J.O. RANGEL-CH., A. AVELLA. 2013. Biomasa aérea en los bosques alrededor de las ciénagas de Zapatoso y del Sur del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatoso y ciénagas del Sur del Cesar. Biodiversidad, conservación y manejo*: 651-671. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- DELGADO, A. C. 1999. Disponibilidad y uso de los recursos florales en una comunidad de aves nectarívoras (Familia Trochilidae) en la Orinoquía colombiana. Bogotá. Trabajo de grado (Bióloga). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- DELGADO-G., P., A. LOPERA-T. & J.O. RANGEL-CH. 2012. Variación espacial del ensamblaje de escarabajos coprófagos (Scarabaeidae: Scarabaeinae) en remanentes de bosque seco en Chimichagua (Cesar, Colombia). En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). *Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia*: 833-849. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- DURÁN, S. & G. KATTAN. 2005. A test of the utility of exotic tree plantations for understory birds and food resources in de Colombian Andes. *Biotropica* 37(1):129-135.
- GARCÍA-M., Y., J.O. RANGEL-CH. & D. FERNÁNDEZ. 2011. Flora palinológica de la vegetación acuática, de pantano y de la llanura aluvial de los humedales de los departamentos de Córdoba y Cesar (Caribe colombiano). *Caldasia* 33(2): 573-618.

- GUTIÉRREZ, A. & S. ROJAS. 2001. Dinámica anual de la interacción colibrí-flor en ecosistemas altoandinos del volcán Galeras, Sur de Colombia. Trabajo de grado (Biólogos). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- GUTIÉRREZ, A. 2005. Ecología de la interacción entre colibríes (Aves: Trochilidae) y plantas que polinizan en el bosque altoandino de Torca. Tesis de postgrado (Biología), Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- HILTY, S. & W. BROWN. 1986. A Guide to the Birds of Colombia. Princeton University Press. 836 p.
- LEÓN-CAMARGO, D. & D. TOLOZA-MORENO. 2009. Ciclo anual de los colibríes y su interacción con las plantas ornitófilas en el Parque Natural Municipal Ranchería, Paipa – Boyacá (Colombia). Trabajo de Grado. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Facultad de Ciencias. Escuela de Biología. Tunja.
- MCDADE, L. & J. WEEKS. 2004. Nectar in hummingbird-pollinated. Neotropical plants I: Patterns of production and variability in 12 species. *Biotropica* 36 (2): 196–215.
- MENDOÇA, L. & L. DOS ANJOS. 2006. Feeding behavior of hummingbirds and perching birds on *Erythrina speciosa* Andrews (Fabaceae) flowers in an urban area, Londrina, Parana, Brazil. *Revista Brasileira de Zoología* 23 (1): 42-49.
- PARADA-QUINTERO, M., D. ALARCÓN-JIMÉNEZ & L. ROSERO-LASPRILLA. 2012. Fenología de la floración de especies ornitófilas de estratos bajos en dos hábitats alto-andinos del Parque Natural Municipal Ranchería (Paipa-Boyacá-Colombia). *Caldasia* 34(1):139-154.
- PEÑUELA, G., L. ARCHILA, M. BELTRÁN & J. PARRA. 2010. *Amazilia castaneiventris*. En: J. Parra, M. Beltrán, A. Delgadillo & S. Valderrama (compiladores). Project Chicamocha II. Saving threatned dry forest biodiversity final report. Proyecto Chicamocha Colombia. Fundación Conserva. ProAves Colombia. Conservation International. BirdLife International. Colombia (Bogotá).
- RANGEL-CH., J.O. 2012. La vegetación de la región Caribe de Colombia: composición florística y aspectos de la estructura. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XII. La región Caribe de Colombia: 365-476. Universidad Nacional de Colombia – Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- RANGEL-CH., J.O. & J.E. CARVAJAL-C. 2009. Clima de la serranía del Perijá. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica VIII. Media y baja montaña de la serranía de Perijá: 3-49. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-CORPOCESAR. Bogotá D.C.
- RANGEL-CH., J.O. & J.E. CARVAJAL-C. 2013. Clima de los alrededores de las ciénagas del centro y del Sur del departamento del Cesar. En: J.O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar. Biodiversidad, conservación y manejo: 105-131. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.
- RAMÍREZ-BURBANO, M.; J. SANDOVAL-SIERRA & L. GÓMEZ-BERNAL. 2007. Uso de recursos florales por el Zamarrillo Multicolor *Eriocnemis mirabilis* (Trochilidae) en el Parque Nacional Natural Munchique, Colombia. *Ornitología Colombiana* 5: 64-77.
- RODRÍGUEZ-FLORES, C. 2004. Composición y caracterización morfológica de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en bosques de tierra firme del Parque Nacional Natural Amacayacu (Amazonas, Colombia). Trabajo de grado (Bióloga). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias. Departamento de Biología. Bogotá D.C.
- RODRÍGUEZ-FLORES, C. & G. STILES. 2005. Análisis ecomorfológico de una comunidad

- de colibríes ermitaños (Trochilidae, Phaethorninae) y sus flores en la Amazonia colombiana. *Ornitología Colombiana* 3: 7–27.
- ROSERO-LASPRILLA, L. & M. SAZIMA. 2004. Interacciones planta–colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15: 183–190.
- SNOW, B. & D. SNOW. 1972. Feeding niches of hummingbirds in a Trinidad Valley. *J. Anim. Ecol.* 41 (2): 471-485.
- SNOW, D. & B. SNOW. 1986. Feeding ecology of hummingbirds in the Serra Do Mar, Southeastern Brazil. *Hornero* 12: 286-296.
- STILES, F. G. 1981. Geographical aspects of Bird–flower coevolution, with particular reference to Central America. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 68: 323–351.
- STILES, G. 1979. El ciclo anual en una comunidad coadaptada de colibríes y flores en el bosque tropical muy húmedo de Costa Rica. *Biología Tropical* 27 (1): 75–101.
- TOBAR, D., J.O. RANGEL-CH. & M.G. ANDRADE. 2001. Las cargas polínicas en las mariposas (Lepidoptera: Ropalocera) de la parte alta de la cuenca del Río Roble-Quindío-Colombia. *Caldasia* 23(2): 549-557.
- VASCONCELOS, M.F. & J. A. LOMBARDI. 2001. Hummingbirds and their flowers in the *Campos rupestres* of Southern Espinhaço Range, Brazil. *Melopsittacus* 4 (1): 3-30.
- WOLF, L., G. STILES & F. HAINSWORTH. 1976. Ecological organization of a tropical, highland hummingbird community. *The Journal Animal Ecology* 45 (2): 349-379.

Recibido: 05/11/2013

Aceptado: 25/05/2015