

## Análisis de la Interacción planta-colibrí en la reserva Mirador Recreo: una perspectiva coevolutiva

### Plant-colibri interaction analysis in the reserve Mirador Recreo: a coevolutive perspective Interaction plant

José Steven Cardozo Pinzón<sup>1</sup>, Daniela Fajardo Molano<sup>1</sup>, Suly Juliana Torres Villa<sup>1</sup>, María Del Pilar Sepúlveda Nieto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. Programa de Biología, Universidad del Quindío.

<sup>1,2</sup>. Maestría en Medio Ambiente, Universidad del Quindío.

Recibido: 15 de Octubre de 2018

Aceptado: 13 de Diciembre de 2018

\*Correspondencia del autor: Del Pilar Sepúlveda Nieto, E-mail: msepulveda@uniquindio.edu.co



#### Resumen

**Introducción:** Los procesos de interacción tienen lugar cuando dos o más organismos con relaciones ecológicas ejercen presiones selectivas mutuas y sincrónicas que pueden conducir a adaptaciones específicas recíprocas; en estas, intervienen fundamentalmente dos procesos: coadaptación y coespeciación. En el caso particular de las interacciones existentes entre los colibríes y plantas, existen vacíos importantes sobre la comprensión de estas interacciones. Frente a esto se puede decir que, muchos de los eventos de coadaptación de los grupos de angiospermas tropicales, específicamente de algunos miembros del género *Heliconia* sugieren fuertes afinidades coevolutivas con diversas especies de aves como los colibríes. **Objetivo:** Evaluar si existe correlación entre la longitud del perianto de algunas especies de *Heliconia* con la longitud del pico de algunas especies de colibríes, **Metodología:** Estudio realizado en la reserva Mirador Recreo, Colombia, se identificaron las especies de colibríes y *Heliconia*. Se tomaron medidas morfométricas del perianto de las especies presentes de *Heliconia* in situ y para la longitud del pico de los colibríes por material fotográfico de museo. Se evaluó la longitud de las flores con respecto a la longitud de los picos mediante una correlación de Person y un clustal. **Resultados.** Se halló que existe un valor de significancia de 0.022 para *Phaethornis guy* con *Heliconia griggsiana*; al igual que un agrupamiento de los colibríes con flores de heliconas con medidas cercanas; **Conclusiones:** Se evidencia especificidad en la selección evolutiva de picos afines a las cualidades estructurales de las flores de las especies de *Heliconia*.

**Palabras clave:** adaptación, Heliconias, colibrí, interacciones recíprocas, coevolución, morfología.

## Abstract

**Introduction:** Interaction processes take place when two or more organisms with close ecological relationships exert selective and mutual synchronic pressures that can lead to specific reciprocal adaptations; in these, two processes are basically involved: co-adaptation and co-pending. In the particular case of the interactions between hummingbirds and plants, there are significant gaps in the understanding of these interactions. In view of this, it can be said that many of the co-adaptation events of the tropical angiosperm groups, specifically of some members of the genus *Heliconia*, suggest strong coevolutionary affinities with different species of birds, such as hummingbirds. **Objective:** was evaluated if there is a correlation between the length of the perianth of some species of *Heliconia* with respect to the length of the peak of some species of hummingbirds. **Methodology:** this study was carried out in the reserve Mirador Recreo, Colombia, in which we made an identification of species of hummingbirds and *Heliconia*. Morphometric measurements were taken of the perianth of the present species of *Heliconia* in situ and the length of the hummingbirds' beak by photographic material of the museum. The length of the flowers was evaluated with respect to the length of the peaks by a correlation of Person and a clustal. **Results:** It was found that there is a significance value of 0.022 for the *Phaethornis guy* with *Heliconia griggsiana*; as well as a group of hummingbirds with flowers of helicones with close measurements. **Conclusion:** The specificity is evident in the evolutionary selection of peaks related to the structural qualities of the flowers of the *Heliconia* species

**Keywords:** adaptation, *Heliconia*, hummingbirds, reciprocal interactions, coevolution, morphology.

## Introducción

Recientemente, la interacción ave-planta ha sido analizada a nivel de comunidad con un nuevo enfoque de redes, mediante el cual se han descubierto patrones invariantes en la estructura de las interacciones de una comunidad. Dicha estructura se caracteriza por ser altamente asimétrica, tanto en la fuerza de dependencia planta-animal como en el grado de especialización de las especies (i.e., número de especies con las que cada una de las especies en la red interactúa), características que en conjunto pueden promover la coexistencia de una comunidad. (1-3).

En una perspectiva coevolutiva, diversos autores como Smith y colaboradores en 2007, sugieren que estos procesos de interacción tienen lugar cuando dos o más organismos con estrechas relaciones ecológicas ejercen presiones selectivas mutuas y sincrónicas, sin intercambio de material genético y que pueden conducir a adaptaciones específicas recíprocas (4); adaptaciones en las cuales participan fundamentalmente dos procesos: co-adaptación y coespeciación, pese a esto aún existen vacíos frente a las interacciones recíprocas y simultáneas que presentan las relaciones colibríes-plantas.

Lo anterior puede verse reflejado en muchas de las adaptaciones de las especies del género *Heliconia*, grupo de plantas monocotiledóneas, de origen tropical en el que se ha sugerido afinidades evolutivas (5); particularmente asociadas a la biología floral y su polinización exclusiva por parte de diversas especies de colibríes en la que un número considerable de especies del género *Heliconia* se han visto adaptadas a estas aves neotropicales (6) Este grupo vegetal está bien representado en las selvas neotropicales con una considerable diversidad en las zonas bajas, el Choco biogeográfico y los valles interandinos de Colombia, con lo cual han tejido complejas redes coevolutivas, con huéspedes como ácaros, murciélagos, insectos sociales o el más documentado por Stiles (1979), la coadaptación con los colibríes (6-8).

Los colibríes son aves, que han sido tomadas frecuentemente como modelos para el estudio de las interacciones mutualistas con las angiospermas que visitan, ya sea en busca de alimento o como refugio y a las que posiblemente se benefician contribuyendo con su polinización, estas interacciones competitivas inter e intraespecíficas han sido planteadas por el acceso al néctar (9).

A escalas locales, los colibríes y las heliconias dividen

sus recursos mutuos (néctar y servicios de polinización) a través de cambios coadaptados que involucran la longitud y la curvatura del pico del colibrí y la flor de algunas especies de este grupo vegetal, la particularidad de colectar el néctar por capilaridad con la lengua, la cual se puede extender hacia afuera hasta la misma distancia del tamaño del pico. (10, 11).

La repartición de recursos alimenticios por la diferenciación de nichos ecológicos hace posible la coexistencia entre las especies (12, 13). Las características morfológicas de la longitud y la forma del pico de los colibríes muestran un ajuste cercano con las flores de las que se alimentan, así como la cantidad de néctar que los colibríes pueden obtener (12, 14-16) lo que posiblemente influye en la selección de las flores (17, 18).

Colibríes con picos largos pueden obtener mayores cantidades de néctar producidos por flores grandes, mientras que aquellos colibríes que presentan picos pequeños son relegados a utilizar flores pequeñas con menor cantidad de néctar (13,16). Por lo anterior, la longitud del pico de los colibríes es un indicador de la separación de la selección de flores y la disponibilidad de especies de plantas con flor, por esta razón se tiene como objetivo evaluar si existe correlación entre la longitud del perianto de dos especies del género *Heliconia* y la longitud del pico de cinco especies de colibríes en la reserva Mirador Recreo.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El área de estudio se localizó en un fragmento boscoso de la vertiente occidental de la Cordillera central de Colombia, en un bosque húmedo premontano. Ubicado en la vereda Vista Hermosa, corregimiento de quebrada negra, en el municipio de Calarcá, departamento del Quindío. Esta formación ecosistémica se caracteriza por ser un bosque secundario en estado de recuperación.

### Fase de campo

El estudio se llevó a cabo en los meses de marzo y abril

del 2018, se localizaron y determinaron las especies de *Heliconias* y colibrís con la ayuda de bibliografía especializada y guías de campo. Se recolectaron 15 flores en antesis para cada especie de *Heliconia*, a cada una de ellas se le tomó datos relacionados con la longitud del perianto (19,20). El muestreo para los Colibríes se basó en la toma de las medidas correspondientes a la longitud del pico a través del programa imagen<sup>J</sup> por medio de fotografías de especímenes de las colecciones de referencia de los museos de centro y sur américa disponibles en la base de datos Bold systems <http://www.boldsystems.org/index.php> (21).

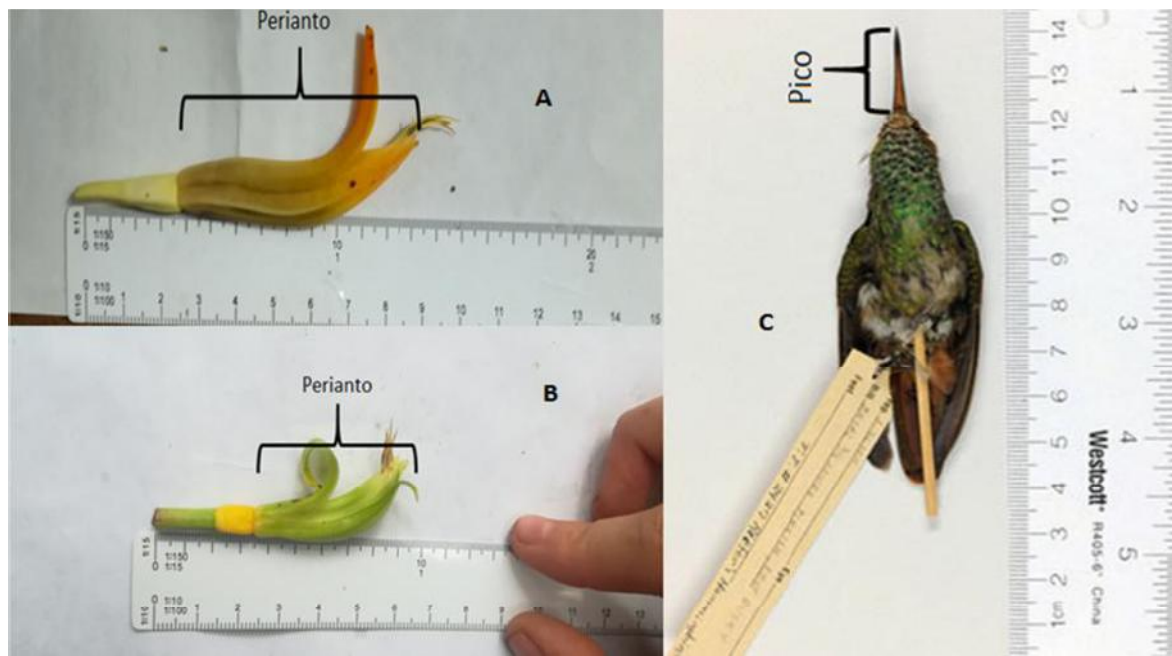
### Análisis de datos

Se realizó una correlación de Pearson en SPSS con las medidas morfométricas obtenidas (la longitud de periantos y la longitud de los picos), junto a un análisis de similaridad de distancias euclidianas con el algoritmo ward's methods, representado en un dendograma realizado con el software Past 3 (22).

## Resultados

Se hallaron dos especies del genero *Heliconia*; *Heliconia burleana* Abalo & G. Morales y *Heliconia griggsiana* L.B. Sm, por otro lado, se identificaron cinco especies de colibríes pertenecientes a la familia Trochilidae, *Amazilia tzacatl* de la Llave (1833); *Chlorostilbon melanorhynchus* Gould (1860); *Amazilia franciae* Bourcier & Mulsant 1846); *Coeligena coeligena* Lesson (1833) y *Phaethornis guy* Lesson (1833), los cuales interactuaban con las especies de *Heliconia*. En la correlación de Pearson se halló que la longitud del pico *P.guy* esta correlacionado con *H. griggsiana* con un nivel de significancia de 0.022, los demás datos no fueron estadísticamente significativos (Tabla 1).

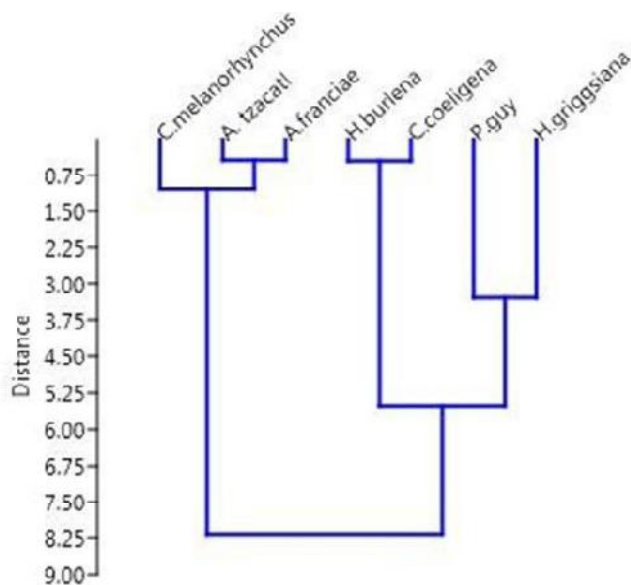
En el análisis de distancias Euclidianas, se obtuvo el agrupamiento de las especies de pico largo con flores largas, y las especies de que pico corto y recto con flores cortas. El cual nos muestra que, *P. guy* es más cercano a *H. griggsiana* y que *H. burleana* se agrupa con *C. coeligena* siendo esta última, una de las observaciones más frecuente en campo (figura 1).



**Figura 1.** Longitud del perianto de *H. griggsiana* (A), *H. burleana* (B) y del pico de *Amazilia tzacatl* Bourcier & Mulsant (C). Fuente autores.

**Tabla 2.** Rango de longitud, forma de la flor y pico de las especies de Heliconia y colibríes.

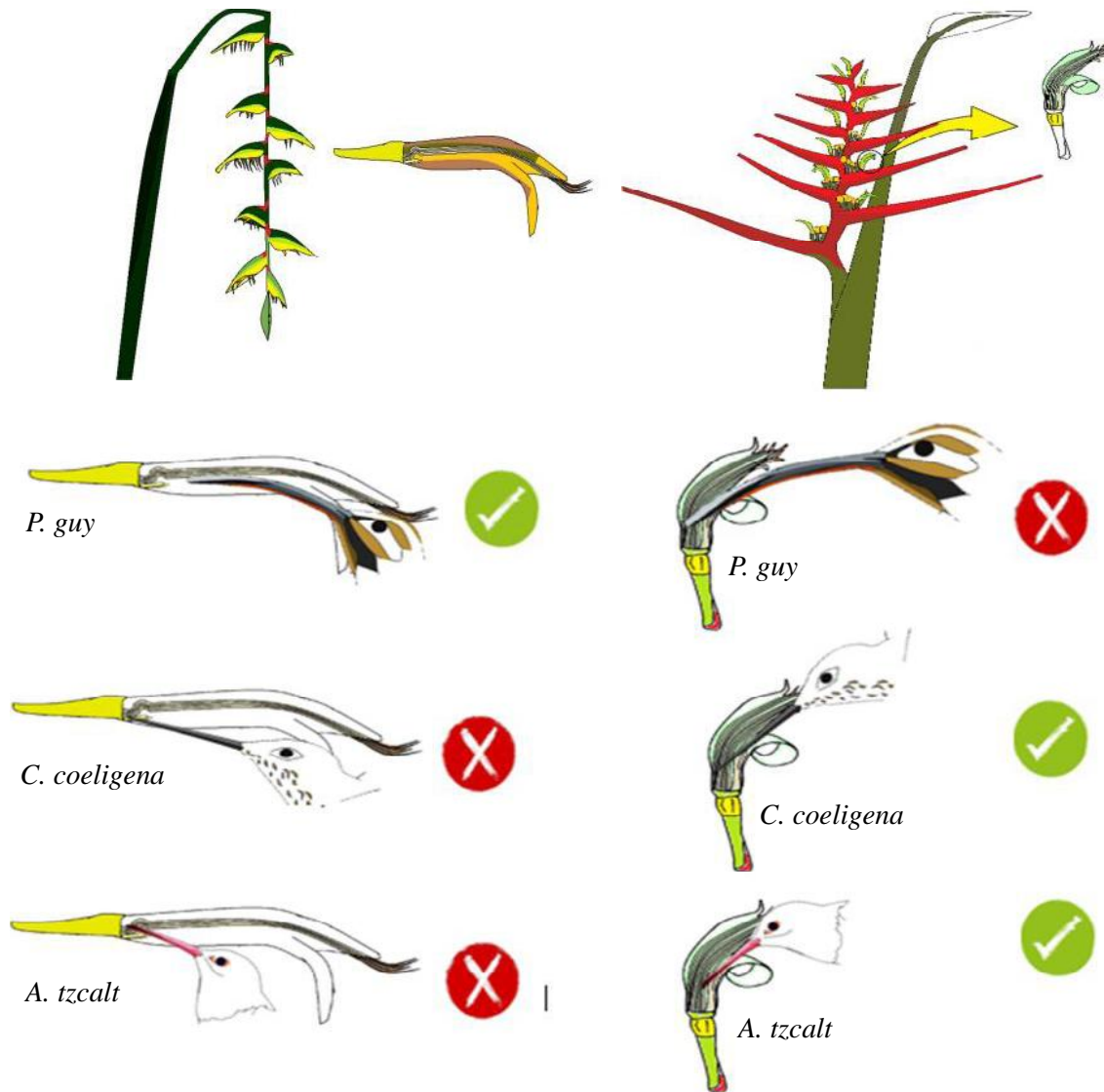
Especies	Rango de la longitud (cm)	Forma
<i>Heliconia burleana</i> Abalo & G. Morales	3-4	Parabólico
<i>Heliconia griggsiana</i> L.B. Sm.	5.6-6.5	Recto
<i>Amazilia tzacatl</i> de la Llave, 1833	1.8-2.2	Recto
<i>Chlorostilbon melanorhynchus</i> Gould, 1860	1.5-1.8	Recto
<i>Amazilia franciae</i> Bourcier & Mulsant, 1846	2-2.5	Recto
<i>Coeligena coeligena</i> Lesson, 1833	3-3.5	Recto
<i>Phaethornis guy</i> Lesson, 1833	4.1-4.6	Curvo



**Figura 2.** Dendrograma de las longitudes de perianto de las flores y del pico de las aves estudiadas. Fuente autores

**Tabla 3.** Correlación de Pearson de las longitudes del pico y perianto.

	<i>c. melanorhynchus</i>	<i>A. tzalcalt</i>	<i>A. francaiae</i>	<i>C. coeligena</i>	<i>P. guy</i>
<i>H. burlena</i>	0,101	0,84	0,866	0,487	0,437
<i>H. griggsiana</i>	0,932	0,28	0,268	0,295	0,022



**Figura 3.** Imágenes de especies de *Heliconia* que representan inflorescencias colgantes y erectas, flores no resupinadas y resupinadas, que demuestran interacciones con colibríes, con inflorescencias colgantes (izquierda), estambres colocadas dorsalmente con respecto a un polinizador que se aproxima, lo que da como resultado la colocación de polen en la parte superior del pico o la frente, este proceso también se da con las inflorescencias erectas que llevan flores resupinadas (derecha). Interacciones positivas para el proceso de polinización (verde); interacciones negativas (Rojo). Nombres de especies de izquierda a derecha: *H. griggsiana* y *H. burlena*. Fuente autores, adaptación de Iles *et al.* 2017 (23)

## Discusión

La morfología de los picos de las aves exhibe acoples con la morfometría floral de las especies del género *Heliconia*, esto podría deberse a que las hipótesis sugieren que históricamente estos grupos han estado relacionados a lo largo de una línea evolutiva, lo que podría promover el ajuste morfológico lo que promueve la reciprocidad coevolutiva de acuerdo a Stiles (1975) (24). Esto puede evidenciarse cuando los colibríes realizan visitas legítimas e ilegítimas en aquellas rutas en las cuales hay presencia de *Heliconias* en estado de floración, se ha documentado en numerosas ocasiones la estrecha relación entre estas aves neotropicales y las especies del género *Heliconia*, relacionado a la disponibilidad de una oferta calórica eficiente contenida en los tubos del perianto en los cuales hay una cantidad de néctar importante para los colibríes. Sin embargo, estos mecanismos de aislamiento por morfología floral no necesariamente implican la exclusión absoluta de algunos colibríes, si no que reflejan la especificidad de las flores con sus polinizadores.

Por este motivo las correlaciones son uno de los métodos más eficiente para observar las relaciones entre características morfométricas; como se evidencia en los resultados de Taylor (2005) en los cuales la morfología de los picos de las aves estudiadas exhibió un acople con la morfometría floral de las especies de *Heliconia* (11). Pese a la falta de correlación de las longitudes del perianto de las flores de las *Heliconias* con respecto a la longitud del pico de los colibríes, se expone otros factores que debe considerarse como lo es la resupinación de los pedicelos florales de algunas especies de *Helico-*

*nia* como una respuesta a mecanismos adaptativos que favorecen la relación de la planta con sus polinizadores particulares, lo que permitiría un mayor alcance a sus polinizadores; por otro lado no se tuvo en cuenta la longitud de la lengua del colibrí característica que le permite un mayor alcance dentro de la flor (10, 25).

Se tuvo un agrupamiento de *P. guy* y *H. griggsiana* a su vez *H. burleana* se agrupa con *C. coeligena* siendo estas última, una de las observaciones más frecuente en campo (figura 2). Aunque en los resultados estadísticos no se hayan agrupado el resto de especies; esto no quiere decir que no exista dicha interacción, puesto que otras variables como las cualitativas (forma del pico y hábito de la inflorescencia) pueden sustentar las relaciones (Figura 3). Con respecto al agrupamiento, las flores de las especies polinizadas por ermitaños son generalmente largas y / o curvas, por lo que el néctar es de difícil acceso por parte de organismos con formas diferentes a la de la flor. De esta manera promueve la variedad y plasticidad de los roles que pueden desempeñar las especies de colibríes dentro de una comunidad, pueden ser el reflejo de procesos evolutivos, no sólo de los colibríes, sino de las plantas que visitan (26).

## Conclusiones

Se evidencia especificidad en la selección evolutiva de picos afines a las cualidades estructurales de las flores de las especies de *Heliconias*, indicando que colibríes de pico largo, están más asociados a especies de *Heliconia* de flor larga, como es el caso de *P. guy* a *H. griggsiana* y especies de colibríes con el pico corto, a especies de *Heliconia* con la flor corta, *C. coeligena* a *H. burleana*.

## Referencias

1. Jordano, P., Bascompte J., Olesen J.M. Invariant properties in coevolutionary networks of plant–animal interactions. *Ecol Lett* 2003; 6 (1):69–81.
2. Bascompte J, Jordano P. The structure of plant-animal mutualistic networks. En: Pascual M, Dunne JA, Ed. *Ecological networks: linking structure to dynamics in food webs*. Vol 1. United States of America: Oxford University Press; 2006. 143-159.
3. Smith T, Smith R. *Ecología*. 6a edición Madrid: Pearson Educación. SA; 2007.
4. Smith T, Smith R. *Ecología*. 6a edición Madrid: Pearson Educación. SA; 2007.
5. Daniels GS, Stiles FG. The *Heliconia* taxa of Costa Rica keys and descriptions: Brenesia; 1979.
6. Stiles FG. Notes on the natural history of *Heliconia* (Musaceae) in Costa Rica. *Notas sobre la historia natural de Heliconia (Musaceae) en Costa Rica*. Brenesia. 1979 (Supl 15):151-180.
7. McKenna DD, Farrell BD. Tropical forests are both evolutionary cradles and museums of leaf beetle diversity. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2006; 103 (29):10947-10951.

8. Strong DR. Harmonious coexistence of hispine beetles on *Heliconia* in experimental and natural communities. *Ecology*. 1982; 63(4):1039-1049.
9. Cotton PA. Seasonal resource tracking by Amazonian hummingbirds. *Ibis*. 2007;149(1):135-142.
10. Ornelas J. Origen y evolución de los colibríes. *Inecol*. 1996; 42:1-5
11. Taylor, J., White, S.A. Observations of hummingbird feeding behavior at flowers of *Heliconia beckneri* and *H. tortuosa* in southern Costa Rica. *Ornitol. Neotrop*. 2007; 18: 133–138
12. Feinsinger, P., y R.K. Colwell. Community organization among neotropical nectar feeding birds. *Am zool*. 1978; 18: 779-795.
13. Lara, C., K. Lumbras, y M. González. Niche partitioning among hummingbirds foraging on *Penstemon roseus* (Plantaginaceae) in central Mexico. *Ornitol. Neotrop*. 2009; 20:73-83.
14. Snow, B. K. Lek behavior and breeding of Guy's Helmit Hummingbirds *Phaethornis guy*. *Ibis*. 1974; 116:278-297.
15. Colwell, R.K. Competition and coexistence in a simple tropical community. *Amer Nat*. 1973; 107:737-760.
16. Wolf. L.L., F.G. Stiles, y F.R. Hainsworth. Ecological organization of a tropical, Highland hummingbird community. *J Anim Ecol*. 1976; 45: 349-379.
17. Hainsworth, F.R. On the tongue of a hummingbird: its role in the rate and energetic of feeding. *Comp Biochem Physiol*. 1973; 46:64-78.
18. Stiles, F.G. Geographical aspects of bird-flower coevolution, with particular reference to Central America. *Ann. Mo. Bot. Gard*. 1981; 68:323-351.
19. Krees, W., Betancur, J., y Echeverri, B. *Heliconias llamadas de la selva colombiana*, Guía de Campo. Cristina Uribe Editores. Bogotá. 1999.
20. Hilty, S. L., y Brown, W. L. *Guía de las aves de Colombia*. Vol 2. Cali, Colombia: American Bird Conservancy. 2010.
21. Bold systems. (s.f.). Consultado Mayo 1, 2018, en: <http://www.boldsystems.org/index.php>.
22. Burbano-Álvarez, J.E. Evaluación de la hipótesis de co-evolución morfológica pico colibrí-corola planta en un sistema colibrí-flor alto andino en el sur de Colombia (Volcán Galeras), Colombia. 2012; 90 p. (Trabajo de pregrado, Universidad de Nariño, Colombia).
23. Iles, W. J. D., Sass, C., Lagomarsino, L., Benson-Martin, G., Driscoll, H., & Specht, CD. The phylogeny of *Heliconia* (Heliconiaceae) and the evolution of floral presentation. *Mol Phylogenet Evol* 2017; 117:150–167.
24. Stiles, F. G. R. Ecology, flowering phenology, and hummingbird pollination of some Costa Rican *Heliconia* species. *J. Ecology*. 1975; 56, 285–301.
25. Ouvernay, D., Ferreira, I., & Morrone, J. J. Areas of endemism of hummingbirds (Aves: Apodiformes: Trochilidae) in the Andean and Neotropical regions. *J. Zool*. 2018. 35, 1.
26. Andersson, L. An evolutionary scenario for the genus *Heliconia*. *Tropical forest: botanical dynamics, speciation and diversity*, 1989;1, 173-184.