

Ciencia ciudadana e interacciones entre aves nectarívoras y plantas de páramo en el Parque Nacional Cajas

Xavier Iñiguez Vela^{1,2,*}, Juan Manuel Aguilar Ullauri¹

¹Universidad del Azuay, Av. 24 de Mayo 7-77 y Hernán Malo, Cuenca, Ecuador.

²Consultores Ambientales Gesnam, Sucre 3-12 y Tomás Ordóñez, Cuenca, Ecuador.

*Autor para Correspondencia / Corresponding Author, e-mail: xiniguezvela134@gmail.com

Citizen science and interactions between nectarivorous birds and paramo plants at Cajas National Park

Resumen

En este estudio se analiza la red de interacciones entre aves nectarívoras y plantas de páramo en el Parque Nacional Cajas, Azuay, Ecuador, utilizando información de ciencia ciudadana de la plataforma eBird. La información para el análisis fue extraída de fotografías y videos disponibles en esta plataforma. En total se identificaron 24 interacciones entre ocho especies de aves y 14 géneros de plantas. A nivel de red se calculó el índice de conectancia (C), mientras que, a nivel de especie, se calculó el grado (D) o número de interacciones de cada especie. Se utilizó el software R para visualizar la red de interacción y calcular cada índice. Se encontró que el colibrí endémico *Metalura gorjivioleta*, *Metallura baroni*, y el Picoespina Dorsizaul, *Chalcostigma stanleyi*, así como el género *Gynoxys*, mostraron una mayor cantidad de interacciones, sugiriendo su importancia en los ecosistemas del Parque Nacional Cajas.

Palabras clave: Conectancia, eBird, grado, interacciones en el páramo, nectarívoro, red trófica, topología de la red.

Abstract

We analyzed the interactions between nectarivorous birds and paramo plants at Cajas National Park, Azuay, Ecuador, using citizen science information from the eBird platform. Our analysis was based on clues extracted from photographs and videos available on this platform. A total of 24 interactions were identified between eight nectarivorous birds and 14 plant genera. At the network level, we calculated connectance (C), and at the species level, we calculated degree (D), or the number of interactions of each species. We used the platform R to visualize the interactions network and calculate each index. We found that the endemic hummingbird Violet-throated Metaltail, *Metallura baroni*, and Blue-mantled Thornbill, *Chalcostigma stanleyi*, as well as genus *Gynoxys*, showed the majority of interactions, suggesting their importance for the ecosystems of Cajas National Park.

Keywords: Connectance, degree, eBird, nectarivorous, network topology, paramo interactions, trophic network.



Licencia Creative Commons
Atribución-NoComercial 4.0



Editado por /
Edited by:
Elisa Bonaccorso

Recibido /
Received:
25/05/2021

Aceptado /
Accepted:
04/04/2022

Publicado en línea /
Published online:
16/05/2022



La ciencia ciudadana tiene como objetivo el involucramiento de la sociedad para generar datos en varias ramas de la investigación. Entre estas ramas están los estudios ecológicos y de biodiversidad procedentes de grupos de colaboradores, expertos voluntarios o aquellos que disfrutan de la observación directa de la naturaleza. Estas personas depositan sus observaciones en plataformas web, generando información sobre presencia de especies en lugares inusuales. Esta información puede ayudar a la creación de mapas de distribución de especies, el estudio de la migración o cambios en distribución, los cuales pueden contribuir al conocimiento y la conservación de la biodiversidad [1-4].

La plataforma eBird del Laboratorio de Ornitología de la Universidad de Cornell, es una de las más utilizadas para la ciencia ciudadana ornitológica. Esta plataforma permite a cualquier observador registrar aves durante todo el año y en cualquier lugar del mundo para compartirlas a través de listados, fotos, audio y video, con científicos y otros miembros de la comunidad ornitológica, así como público en general [1, 5, 6]. Sin embargo, los aportes de los observadores están enfocados a registros de presencia, dejando en segundo plano información detallada sobre la ecología de las especies, como, por ejemplo, las interacciones entre aves y plantas.

Las interacciones entre los elementos de un ecosistema ayudan al planteamiento de estrategias de conservación, ya que abarcan el sistema global en el que se encuentra y su funcionamiento [7-9]. Entre estas, la polinización realizada por animales es un servicio ecológico que contribuye directamente al crecimiento de bosques y poblaciones de plantas, e indirectamente, a la captura de carbono, la calidad y la cantidad de agua [10-13].

Los altos Andes albergan especies raras, adaptadas a las condiciones del páramo, como bajas temperaturas y vientos constantes [14, 15]. Existe un amplio conocimiento en términos de su taxonomía y distribución, pero la información sobre sus interacciones con otras especies, incluyendo generalismo y especialismo, es todavía insuficiente [16-18]. Por otra parte, las interacciones de polinización de la comunidad de colibríes han sido analizadas en términos de estructura y funcionalidad [19], pero aún queda mucho por comprender sobre las funciones de otras aves nectarívoras en estos ecosistemas complejos y amenazados [18, 20].

Este trabajo intenta explorar la estructura de las interacciones entre las aves nectarívoras y plantas de páramo del Parque Nacional Cajas (PNC), en el sur de Ecuador, con base en datos de ciencia ciudadana. Específicamente, se analizó la topología de la red de interacciones entre aves nectarívoras y plantas, utilizando registros de la plataforma de ciencia ciudadana eBird (<https://ebird.org>), a través de la revisión de fotos y videos, con la finalidad de contribuir a entender esta estructura.

El PNC es un sistema de montañas ubicado a 35 km al oeste de la ciudad de Cuenca, en la provincia del Azuay, entre los 3160 m s.n.m y 4450 m s.n.m. Su biodiversidad incluye 157 especies de aves, una muestra representativa de los ecosistemas altoandinos que lo convierte en un destino atractivo para aficionados e investigadores [21].

Para definir la estructura de la red de aves nectarívoras y plantas del páramo del PNC se recopiló información de la plataforma eBird entre agosto 2020 y julio 2021 (Tabla 1).



Para ello se inspeccionaron aquellas fotografías y videos en los que se pudo identificar tanto el ave como el género de planta con el que interactuaba, considerando registros por encima de 3650 m s.n.m. La búsqueda estuvo enfocada en el registro de cada interacción, considerando solo la primera fotografía o video en donde se la identificó. Cuando la misma interacción era registrada por diferentes observadores, esta se consideraba como una sola.

Tabla 1. Enlaces de la plataforma eBird utilizados para la revisión de archivos fotográficos o de video en los que se registraron las interacciones entre aves nectarívoras y plantas de páramo en el Parque Nacional Cajas, Azuay.

Enlaces eBird	
https://ebird.org/checklist/S91765292	https://ebird.org/checklist/S7997623
https://ebird.org/checklist/S78185766	https://ebird.org/checklist/S72108145
https://ebird.org/checklist/S73631256	https://ebird.org/checklist/S7344323
https://ebird.org/checklist/S87868194	https://ebird.org/checklist/S40903418
https://ebird.org/checklist/S62650470	https://ebird.org/checklist/S78185766
https://ebird.org/checklist/S61806609	https://ebird.org/checklist/S55868579
https://ebird.org/checklist/S59193928	https://ebird.org/checklist/S61691392
https://ebird.org/checklist/S65126228	https://ebird.org/checklist/S40197885
https://ebird.org/checklist/S31313272	https://ebird.org/qc/checklist/S54186589
https://ebird.org/checklist/S65382486	https://ebird.org/checklist/S50046859
https://ebird.org/checklist/S72263692	https://ebird.org/checklist/S65382486
https://ebird.org/checklist/S64978494	https://ebird.org/checklist/S7997623
https://ebird.org/checklist/S72108145	https://ebird.org/checklist/S72172813
https://ebird.org/checklist/S34622332	https://ebird.org/checklist/S82538445
https://ebird.org/checklist/S50046859	https://ebird.org/checklist/S58832540
https://ebird.org/checklist/S59193928	https://ebird.org/checklist/S67570629
https://ebird.org/checklist/S34407583	https://ebird.org/checklist/S68783162
https://ebird.org/checklist/S71471660	https://ebird.org/checklist/S31313272
https://ebird.org/checklist/S31343070	https://ebird.org/checklist/S31313315
https://ebird.org/checklist/S36850087	https://ebird.org/checklist/S58782458
https://ebird.org/checklist/S65144195	https://ebird.org/checklist/S65131622
https://ebird.org/checklist/S77400347	https://ebird.org/checklist/S40903418
https://ebird.org/checklist/S62404444	https://ebird.org/checklist/S36987302
https://ebird.org/checklist/S60351219	https://ebird.org/checklist/S40037162
https://ebird.org/checklist/S65131615	https://ebird.org/checklist/S41041296

Enlaces eBird	
https://ebird.org/checklist/S64599396	https://ebird.org/checklist/S49708897
https://ebird.org/checklist/S58782458	https://ebird.org/checklist/S36877152
https://ebird.org/checklist/S31343135	https://ebird.org/checklist/S62650470
https://ebird.org/checklist/S53198394	

Se depuraron las observaciones considerando las especies nectarívoras presentes en este ecosistema, de acuerdo a lo propuesto en González et al. (2019), Aguilar & Iñiguez (2015) y Astudillo *et al.* (2015). Dada la dificultad de identificación en algunos de los archivos revisados, la identificación de las plantas se trabajó a nivel de género. Aunque la mayoría de géneros de plantas presenta una sola especie en el PNC, esta metodología presenta limitantes cuando se registran las interacciones con especies de *Puya* (Bromeliaceae) y *Gynoxys* (Asteraceae), para las que en el PNC se han reportado tres y cuatro especies, respectivamente [22].

La red de interacciones entre nectarívoros y plantas se calculó en el software R [23], RStudio Version 1.4.1106, con el paquete bipartite Version 2.16: Analysis of bipartite ecological webs, un paquete que incluye funciones para visualizar redes con dos niveles tróficos, e índices que calculan la estructura topológica de la red y la contribución de las especies [24]. La red se generó tomando en cuenta solamente la presencia o ausencia de la interacción (1 o 0, respectivamente), colocando en columnas las especies del nivel trófico superior (aves nectarívoras) y en filas aquellas del nivel trófico inferior (plantas) [24, 25]. Tratándose de un análisis exploratorio, cualitativo, se calculó solamente el índice de conectancia (Connectance, C), a nivel de red, y el índice grado (Degree, D) a nivel de especie. La conectancia mide la relación entre las interacciones observadas y el total de interacciones posibles dentro de la red, pudiendo considerar solo la presencia de una interacción y no la frecuencia con la que ocurre; el grado es el número de interacciones que tiene cada especie [26, 27].

En total se identificaron ocho especies de aves nectarívoras, seis colibríes (familia Trochilidae) y dos Tráupidos (familia Thraupidae), interactuando con 14 géneros de plantas (Fig. 1). De las 112 interacciones posibles entre los nectarívoros y los géneros de plantas identificados, se registraron 24, resultando en una conectancia de $C = 0,21$. Dos especies de colibríes, *M. baroni* y *C. stanleyi*, y el género *Gynoxys*, mostraron una mayor cantidad de enlaces (grado) (Fig. 1).

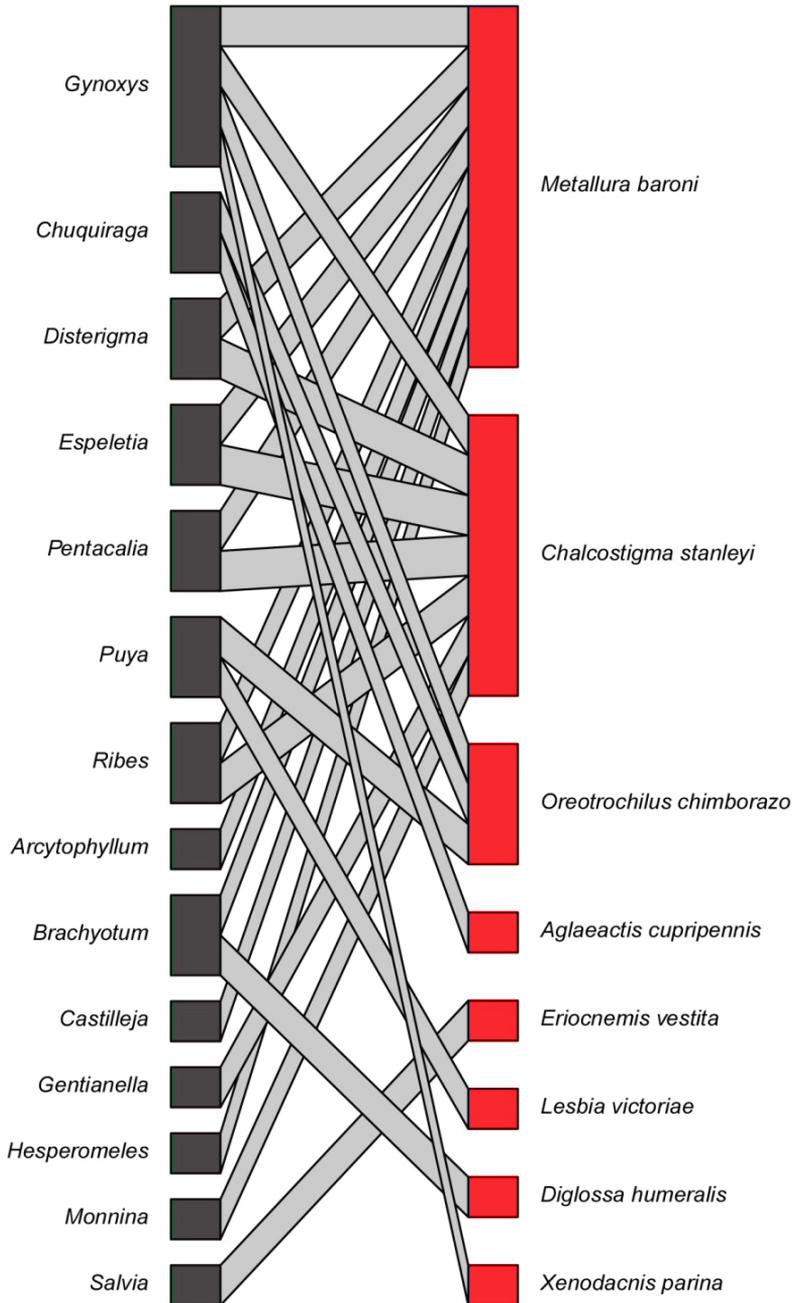


Figura 1. Red de interacciones entre aves nectarívoras y plantas de páramo en el Parque Nacional Cajas, basada en registros de ciencia ciudadana (eBird). Grado de interacción: *Metallura baroni* (9); *Chalcostigma stanleyi* (7); *Oreotrochilus Chimborazo* (3); las aves restantes interactuaron con un solo género de planta.



Este es el primer acercamiento del uso de ciencia ciudadana para identificar interacciones entre plantas de páramo y aves nectarívoras en el PNC. El valor de conectancia encontrado en este estudio ($C = 0,21$) resultó similar a lo encontrado por Pelayo *et al.* (2021) en el páramo de Piedras Blancas, en el Parque Nacional La Culata, Venezuela, en alturas superiores a los 4000 m s.n.m. En ese estudio se encontraron valores de conectancia de $C = 0,17$, $C = 0,20$, $C = 0,20$ y $C = 0,34$ en diferentes localidades [32]. Ramírez en 2013 calculó valores similares ($C = 0,17$) en el Parque Nacional Natural (PNN) Munchique, Colombia, entre los 2200 m s.n.m. y 2500 m s.n.m. [26]. Sin embargo, Córdova y Fajardo en 2018 encontraron valores más altos ($C = 0,533$ y $C = 0,375$) entre 2200 m s.n.m. y 3940 m s.n.m., en la provincia del Azuay, Ecuador [30]. De manera similar, Gonzalez *et al.* (2019) encontraron una mayor conectancia en un bosque achaparrado de los Andes centrales peruanos ($C = 0,385$), a 3800 m s.n.m. [31]. Si bien el cálculo del valor de conectancia no considera las frecuencias de las interacciones en este estudio, a diferencia de los mencionados, este puede también estar influenciado por el esfuerzo de muestreo, la riqueza de especies y el nivel de disturbio o intervención antrópica en el área donde se realiza la red de interacciones [19, 26, 28, 29]. También es importante resaltar que estos estudios se realizan en rangos altitudinales diversos y en ecosistemas que, aunque están en la misma región, tienen composiciones de especies diferentes, complicando su comparación.

Los resultados en relación al número de géneros de plantas con que interactúan las aves sugieren que el colibrí endémico *Metalura Gorjivioleta M. baroni* y el Picoespina *Dorsizaul C. stanleyi*, pueden ser especies importantes en la red de interacciones del PNC. Estos son resultados importantes a tomar en cuenta para futuras investigaciones que estén enfocadas en generar estrategias de conservación y rehabilitación de ecosistemas de páramo en el PNC y zonas adyacentes.

Es interesante tomar en cuenta que cuatro especies de aves interactuaron con *Gynoxys* (Fig. 1), buscando artrópodos y néctar en las hojas, y ocasionalmente visitando sus flores. El género *Gynoxys* es importante para la presencia y abundancia de varias especies de aves [33], siendo una fuente de recursos significativa para la avifauna de los páramos en el PNC [33, 20]. Si bien los programas de reforestación con plantas del género *Polylepis* han cobrado importancia en los altos Andes [33], resultados como los encontrados en este estudio para el género *Gynoxys* sugieren que deberían dedicarse mayores esfuerzos para generar conocimiento sobre especies de plantas que probablemente puedan jugar un rol esencial en el mantenimiento y conservación de los ecosistemas de páramo.

Las plataformas digitales de ciencia ciudadana generan mucha información, aunque, como en este caso, dicha información está sistematizada para trabajar registros de especies, limitando el estudio a datos de los contribuyentes que comparten sus fotografías o videos en la plataforma, encontrando que los colibríes son un grupo que destaca en interacciones. Esta situación limitó el análisis únicamente a índices que pueden considerar presencia de interacciones, dejando de lado conclusiones más fuertes que se generan de un análisis sistemático que considera la frecuencia de interacciones. Además, podría existir un sesgo en la cantidad de información que se puede obtener de cada especie, dado el interés ornitológico por cada una de ellas y por el área de estudio. Se recomienda utilizar las plataformas digitales especializadas y considerar describir comportamientos e interacciones de interés que detallen algo adicional al registro de una especie.



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad del Azuay y su programa de maestría en Estudios Socioambientales, a la Universidad de Cornell, la plataforma eBird y los distintos observadores que comparten sus registros en la web. A Paul Molina Abril por sus comentarios importantes sobre registros en los páramos del PNC, y al equipo de revisores y editores de la revista *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías* por sus comentarios para la mejora de este manuscrito.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Xavier Iñiguez Vela y Juan Manuel Aguilar Ullauri contribuyeron en la totalidad de la investigación, incluyendo su concepción, metodología, búsqueda y elaboración de la base de datos, análisis estadístico, tablas y figuras, la redacción y revisión del manuscrito.

CONFLICTO DE INTÉRESES

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en el presente trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Betancur, E., y Cañón, J. E. (2016). La ciencia ciudadana como herramienta de aprendizaje significativo en educación para la conservación de la biodiversidad en Colombia. *Revista Científica en Ciencias Ambientales y Sostenibilidad CAS*, 3(2), 1–15. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/287199617_Ciencia_Ciudadana_una_herramienta_para_impulsar_la_sostenibilidad_en_el_ambito_local
- [2] Borsellino, L. (2017). El uso de la fotografía y la ciencia ciudadana como herramientas para la conservación de la biodiversidad. *Revista Photo y Documento*, 3. Recuperado de https://redib.org/Record/oai_articulo1254789
- [3] Pocock, M. J. O., Chandler, M., Bonney, R., Thornhill, I., Albink, A., August, T., Bachman, S., Brown, P. M. J., Fernandes Cunha, D. G., Grez, A., Jackson, C., Peters, M., Romer Rabarjaonkk, N., Roy, H. E., Zaviero, T. y Danielsenk, F. (2018). A vision for global biodiversity monitoring with citizen science. *Advances in Ecological Research*, 59, 169–223. doi: <https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2018.06.003>
- [4] Tejada, I. y Medrano, F. (2018). El potencial de la ciencia ciudadana para el estudio de las aves urbanas en Chile. *Revista Diseño Urbano y Paisaje*, 33, 59–66. Recuperado de http://dup.ucentral.cl/dup_33/ivo_tejeda.pdf
- [5] Tejada, I. y Medrano, F. (2018). eBird como una herramienta para mejorar el conocimiento de las aves de Chile. *Revista Chilena de Ornitología*, 24(2), 85–94. Recuperado de http://redobservadores.cl/wp-content/uploads/2019/01/06_Tejeda-y-Medrano-2018_e-Bird_RChO_2018.pdf
- [6] eBird. (2021). *Acera de eBird*. Recuperado en mayo de 2021 de <https://ebird.org/about>
- [7] Mouillot, D., Bellwood, D. R., Baraloto, C., Chave, J., Galzin, R., Harmelin-Vivien, M., Kulbicki, M., Lavergne, S., Lavorel, S., Mouquet, N., Timothy Paine, C. E., Renaud, J. y Thuiller, W. (2013). Rare species support vulnerable functions in high-diversity ecosystems. *PLoS Biol*, 11(5), e1001569. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001569>
- [8] Owen, N. R., Gumbs, R., Gray, C. L. y Faith, D. P. (2019). Global conservation of phylogenetic diversity captures more than just functional diversity. *Nature Communications* 10:859. doi: <https://doi.org/10.1038/s41467-018-05126-3>
- [9] Runge, C. A., Withey, J. C., Naugle, D. E., Fargione, J. E., Helmstedt, K. J., Larsen, A. E., Martinuzzi, S. y Tack, J. D. (2019). Single species conservation as an umbrella for management of landscape threats. *PLoS ONE*, 14(1), e0209619. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209619>
- [10] Montagnini, F. y Jordan, C. (2005). Characteristics of tropical forests. *Tropical forest ecology. The basis for conservation and management*. 19-73. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/290486782_Characteristics_of_tropical_forests
- [11] Aizen, M. y Chacoff, N. (2009). Las interacciones planta-animal como servicio ecosistémico: el caso del mutualismo de polinización. En Medel, R., Aizen, M., y Zamora, R. (Eds.). *Ecología y evolución de interacciones planta-animal: conceptos y aplicaciones*. Talleres de Salesianos Impresores S. A. pp. 313–327.
- [12] Ghazoul, J. (2015). Forest goods and services. En Ghazoul, J. *Forests a very short introduction*. Oxford University Press.
- [13] Sosenski, P. y Domínguez, C. (2018). El valor de la polinización y los riesgos que enfrenta como servicio ecosistémico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 89, 961–970. doi: <https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2018.3.2168>
- [14] Cruden, R. W. (1972). Pollinators in high-elevation ecosystems: relative effectiveness of birds and bees. *Science*, 176(4042), 1439–1440. doi: <https://doi.org/10.1126/science.176.4042.1439>
- [15] Dellinger, A. S., Penneys, D. S., Staedler, Y. M., Fragner, L., Weckwerth, W. y Schönenberger, J. (2014). A specialized bird pollination system with a bellows mechanism for pollen transfer and staminal food body rewards. *Current Biology*, 24(14), 1–5. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.05.056>
- [16] Rojas-Nossa, S. (2007). Estrategias de extracción de néctar por Pinchafleres (Aves: *Diglossa* y *Diglossopsis*) y sus efectos sobre la polinización de plantas de los altos Andes. *Ornitología Colombiana*, 5, 21–39. Recuperado de <https://asociacioncolombianadeornitologia.org/wp-content/uploads/revista/oc5/pinchafleres21-39.pdf>
- [17] Herzog, S. y Kattan, G. (2012). Patrones de diversidad y endemismo en las aves de los Andes tropicales. En Herzog, S., Martínez, R., Jorgensen, P. y Tiessen, H. (Eds.). *Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales*. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI) y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE). pp. 287–305.



- [18] Aguilar, J. M. y Tinoco, B. A. (2017). Ecología de polinización de *Axinaea meriania* en los altos Andes del sur del Ecuador. Características de su néctar y aves polinizadoras. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 9(15), 61–65. doi: <http://doi.org/10.18272/aci.v9i15.757>
- [19] Tinoco, B. A., Graham, C. H., Aguilar, J. M. y Schleuning, M. (2016). Effects of hummingbird morphology on specialization in pollination networks vary with resource availability. *Oikos*, 126: 52–60. doi: <https://doi.org/10.1111/oik.02998>
- [20] Aguilar, J. M. y Iñiguez, X. (2015). Hábitos alimentarios de *Xenodacnis (Xenodacnis parina)* en los páramos del sur del Ecuador. *Ornitología Neotropical*, 26(2), 211–217. Recuperado de <https://journals.sfu.ca/orneo/index.php/orneo/article/view/29/20>
- [21] Astudillo, P. X., Tinoco, B. A. y Siddons, D. C. (2015). The avifauna of Cajas National Park and Mazán Reserve, southern Ecuador, with notes on new records. *Cotinga*, 37, 2–12. Recuperado de <https://www.neotropicalbirdclub.org/wp-content/uploads/2020/06/C37-Astudillo-et-al.pdf>
- [22] Minga, D., Ansaloni, R., Verdugo, A. y Ulloa Ulloa, C. (2016). *Flora del páramo del Cajas, Ecuador*. Imprenta Don Bosco.
- [23] R Development Core Team. (2012). *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Recuperado de <http://www.R-project.org/>
- [24] Dormann, C. F., Gruber, B. y Fründ, J. (2008). Introducing the bipartite package: analysing ecological networks. *R News*, 8(2), 8–11. Recuperado de https://www.r-project.org/doc/Rnews/Rnews_2008-2.pdf
- [25] Dormann, C. F., Fruend, J. y Gruber, B. (2021). *Package 'bipartite'*. Recuperado de <https://cran.r-project.org/web/packages/bipartite/index.html>
- [26] Ramírez, M. B. (2013). Redes de interacción mutualista colibrí-flor en el Parque Nacional Natural Munchique: ¿La pérdida de un colibrí endémico y en peligro crítico de extinción, acarrea el colapso del sistema? (Tesis de Magister). Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20678>
- [27] Martínez-Falcón, A. P., Martínez-Adriano, C. A. y Dáttilo, W. (2019) Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. En Moreno, C. E. (Ed.). *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo/LiberMex. pp. 265–283
- [28] Banasek-Richter, C., Bersier, L. F., Cattin, M. F., Baltensperger, R., Gabriel, J. P., Merz, Y., Ulanowicz, R. E., Tavares, A. F., Williams, D. D., De Ruiter, P. C., Winemiller, K. O. y Naisbit, R. E. (2009). Complexity in quantitative food webs. *Ecology*, 90(6), 1470–1477. doi: <https://doi.org/10.1890/08-2207.1>
- [29] Heleno, R., Devotob, M. y Pocock, M. (2012). Connectance of species interaction networks and conservation value: Is it any good to be well connected? *Ecological Indicators*, 14, 7–10. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.032>
- [30] Córdova, M. y Fajardo, P. (2018). Efectos de la disponibilidad de *Oreocallis grandiflora* (Lam.) R. Br. (Proteaceae) en las redes de interacción de polinización de colibríes en matorrales montano andinos al sur del Ecuador (Tesis de Biólogo). Universidad del Azuay. Recuperado de <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/8089>
- [31] Gonzalez, O., Díaz, C. y Britto, B. (2019). Assemblage of nectarivorous birds and their floral resources in an Elfin Forest of the central Andes of Peru. *Ecología Aplicada*, 18(1), 21–35. doi: <http://doi.org/10.21704/rea.v18i1.1302>
- [32] Pelayo, R. C., Llambi, L. D., Gámez, L. E., Barrios, Y. C., Ramirez, L. A., Torres, J. E. y Cuesta, F. (2021). Plant phenology dynamics and pollination networks in summits of the High Tropical Andes: A baseline for monitoring climate change impacts. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 9:679045. doi: <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.679045>
- [33] Tinoco, B. A., Astudillo, P. X., Latta, S., C., Strubbe, D., & Graham, C. H. (2013). Influence of Patch Factors and Connectivity on the Avifauna of Fragmented Polylepis Forest in the Ecuadorian Andes. *Biotropica*, 45(5), 602–611. doi: <https://doi.org/10.1111/btp.12047>