



FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGIA

ESCUELA DE BIOLOGIA

**RELACION ENTRE LA CORRESPONDENCIA DE RASGOS
MORFOLÓGICOS EN LA FRECUENCIA DE VISITA DE UNA
RED DE INTERACCIÓN PLANTA-COLIBRIÍ DEL BOSQUE
MONTANO ALTO DE LA PROVINCIA DEL AZUAY.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

Bióloga

Autora

Gabriela Palacios Martínez

Director

Boris Tinoco PhD

Director externo

Bryan Rojas

CUENCA, ECUADOR

2023

Resumen:

Colibríes y flores son parte de una fuerte coevolución que moldea los rasgos morfológicos que permite interacciones de polinización. Analizamos la frecuencia de visitas y la correspondencia morfológica en una red de interacción planta-colibrí de un bosque montano alto, en el Azuay. La toma de datos de interacciones se realizó con cámaras trampa. Para medir la correspondencia morfológica entre colibríes y flores se utilizó la diferencia absoluta entre la longitud del pico y la longitud de la corola. Obtuvimos un total de 30 interacciones de 6 especies de colibríes y 6 especies de plantas. Para el análisis de los datos realizamos dos regresiones lineales, una con la presencia de todas las plantas, y una sin la presencia de *Oreocallis grandiflora*. Los resultados no mostraron una relación entre la correspondencia morfológica y la tasa de visita. Estos resultados indican el alto generalismo de los colibríes.

Palabras clave: Correspondencia, Interacciones, corola, frecuencia, morfología, pico, relación

Abstract:

Hummingbirds and flowers are part of strong coevolutionary relationships that shape pollination interactions. We examined the frequency of visits and trait matching in a network of plants and hummingbirds in a montane forest located in Delegsol, Azuay. We gathered field data about hummingbird-plant interactions using camera traps. Trait matching between hummingbirds and flowers was measured as the absolute difference between the bill length and corolla length. We obtained a total of 30 interactions between six species of hummingbirds and six species of plants. For data analysis, we employed two linear regressions, one with all the data and one excluding the plant *Oreocallis Grandiflora*. The results did not show a relationship between trait matching and visitation rates. These results indicate the high generalization of hummingbirds.

Keywords: bill, corolla, frequency, interactions, relationship., trait matching



Este certificado se encuentra en el repositorio digital de la Universidad del Azuay, para verificar su autenticidad escanee el código QR

Este certificado consta de: 1 página

Dedicatoria

Dedicado a mis dos madres, por luchar incansablemente, darme su amor y su apoyo incondicional, y a mi hija Valentina mi principal motivación, este logro es más tuyo que mío.

Agradecimiento

Agradezco a mis dos directores de tesis Bryan Rojas MSc y Boris Tinoco Ph.D por haberme guiado en la realización de este trabajo, ha David Siddnos por su apoyo y colaboración, agradezco a mi familia, principalmente a mis hermanos por acompañarme siempre, a mis padres Laura y Damián por su guía y apoyo para poder lograr alcanzar mis objetivos.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	i
Agradecimiento	ii
INDICE DE CONTENIDOS.....	iii
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1. ÁREA DE ESTUDIO	4
2.3. PROCESAMIENTO DE DATOS	7
3. RESULTADOS	8
4. DISCUSIÓN.....	11
5. CONCLUSIÓN	12
6. BIBLIOGRAFÍA.....	13

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Datos promediados de LCT que corresponde a la longitud total del pico y LCE, que corresponde a la longitud del pico más el culmen expuesto, de las especies que intervienen en las interacciones en la localidad “La Tranca”	6
Tabla 2 Datos de la longitud de la corola y apertura de corola con la clasificación según la apertura de las especies de plantas, que están presentes en la localidad “La Tranca”	6
Tabla 3 Correspondencia morfológica entre las especies de plantas y colibríes de La Tranca. La correspondencia LCT es el valor absoluto de la diferencia entre la longitud del pico con el culmen expuesto y la longitud de la corola y correspondencia LCE es el valor absoluto de la longitud total del pico y la longitud de la corola.....	7
Tabla 4 Número de interacciones planta-colibrí registradas durante el periodo de estudio en el matorral montano de la localidad “La Tranca”, cantón Chordeleg.....	9

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa del área de estudio “La Tranca” ubicación del sitio dentro del cantón Chordeleg, ubicación del cantón dentro de la Provincia del Azuay.....	4
Figura 2 Relación entre la correspondencia morfológica y la frecuencia de visitas en una red de interacción-planta colibrí de “La Tranca” sitio perteneciente al bosque montano de la provincia del Azuay	10
Figura 3 Relación entre la correspondencia morfológica y la frecuencia de visitas en una red de interacción-planta colibrí de “La Tranca” sitio perteneciente al bosque montano de la provincia del Azuay, sin tomar en cuenta las interacciones con <i>O.grandiflora</i>	11

1. INTRODUCCIÓN.

Las especies están organizadas en comunidades, interactuando entre ellas a través de una amplia variedad de relaciones. Existen casos en las que estas interacciones resultan en un beneficio mutuo, como las que son parte de interacciones de polinización (mutualismo) (Sobral & Magrach, 2019). Las especies se han adaptado y co-evolucionado creando sistemas de interacción mutualistas, en donde los individuos que participan de estas interacciones se benefician mutuamente (Cai et al., 2020).

La polinización ocurre en las plantas angiospermas en donde el polen es transportado por el viento o por la interacción de las distintas especies. Englobando los procesos que intervienen en la reproducción de una planta con flor, incluyendo la floración (fenología), las visitas florales y el transporte del polen (Carranza-Quiceno & Estévez-Varón, 2008), este es un proceso vital para el mantenimiento de las poblaciones de plantas angiospermas y de la biodiversidad de polinizadores.

Existen varios ejemplos de rasgos morfológicos sujetos a una continua coevolución, por ejemplo, la longitud de la probóscide de una polilla, o la longitud del pico de un colibrí, a menudo coinciden con la longitud de la corola de las flores de las que se alimentan (Dalsgaard et al., 2021). A través del tiempo y dentro de los distintos hábitats, las especies interactúan con diferentes objetivos, como por ejemplo los polinizadores interactúan con las plantas para obtener energía de los recursos disponibles (Castellanos et al., 2004).

La preferencia de la especie que está visitando los diferentes recursos puede ser marcada por la correspondencia de rasgos morfológicos o la disponibilidad del recurso (Bender et al., 2018). La correspondencia de rasgos es un factor importante en las interacciones de las especies, en donde existen diferentes grados de correspondencia, las especies que interactúan con un menor número de recursos son especialistas (Brosi & Briggs, 2013) y las especies que interactúan con un mayor

número de recursos son más generalistas. Uno de los principales grupos que se benefician de las adaptaciones de las plantas para atraer a los polinizadores son los colibríes, los cuales se alimentan principalmente de néctar (Rodríguez-flores & Stiles, 2005).

Las plantas han adaptado sus rasgos morfológicos para ser más atractivas para cierto grupo de especies además de estas adaptaciones, también ofrecen una recompensa a sus polinizadores por el servicio prestado, sabemos que los colibríes son recolectores oportunistas que visitan flores compartidas con otros grupos de polinizadores (Leimberger et al., 2022). Este grupo de aves son particularmente importantes para la polinización de los ecosistemas vegetales en áreas de elevada altitud, debido a la habilidad de termorregulación que poseen, lo cual les permite sobrevivir en condiciones extremas, incluso en temperaturas bajas, donde los polinizadores ectotermos no suelen ser abundantes (Cruden 1972), también debido a sus características físicas, como un cuerpo más grande a comparación con los insectos, los colibríes pueden llegar a ser polinizadores eficientes llevando una alta carga de polen y pudiendo transportarlo a mayores distancias (Vargas-Valverde et al.) Las interacciones planta-colibrí dependen en gran medida de los requerimientos energéticos de las aves y del comportamiento ínter e intraespecífico de las especies involucradas en la interacción (Carranza-Quiceno & Estévez-Varón, 2008).

Podemos suponer que las especies que son más generalistas promueven la estabilidad de la red por que mantienen los enlaces de la misma, por otro lado, las especies con mayor especialización tienen mayor beneficio en las funciones ecosistémicas, porque mejoran la reproducción de las plantas manteniendo el transporte específico de polen entre las plantas (Tinoco et al., 2017).

La estrecha relación que existe entre los colibríes y las flores de ciertas familias de plantas está determinada principalmente por las características morfológicas de cada especie y el acoplamiento entre estructuras (pico vs. corola) (Rodríguez-flores & Stiles, 2005). En donde las plantas adaptan el tamaño de sus corolas y el color de sus flores para atraer a visitantes (Maglianesi et al., 2014). Sin embargo, existe evidencia que sugiere que la correspondencia de rasgos entre colibríes y flores no se cumple a cabalidad, pues algunas especies han sido observadas alimentándose de flores con corolas más largas o cortas que sus picos. Por lo tanto, en este trabajo

buscamos identificar si existe esta relación entre la correspondencia de rasgos y la frecuencia de visitas de una red planta colibrí en “La Tranca” sitio perteneciente al bosque montano de la provincia del Azuay.

1.1.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Explorar la frecuencia de interacciones entre los colibríes y plantas en la localidad La Tranca, perteneciente al bosque montano alto
- Evaluar la correspondencia de las longitudes del pico y la corola entre colibríes y plantas en la localidad La Tranca perteneciente al bosque montano alto
- Explorar si existe una relación significativa entre la correspondencia de rasgos, de las longitudes del pico y la corola con la frecuencia de interacción.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1. ÁREA DE ESTUDIO.

La zona de estudio se ubica en la provincia del Azuay, pertenece al área de bosque y vegetación protectora del Collay, en la parroquia Delegsol del cantón Chordeleg a 52 kilómetros de distancia de la ciudad de Cuenca. Esta área es conocida localmente como “La Tranca”

(UTM 750818;9668801) (Fig. 1). El sitio se encuentra a 3010 ms.n.m. con precipitaciones anuales que fluctúan entre los 600 mm hasta los 2500 mm (GAD Municipal Parroquial Rural “Delegsol.”, 2015). La composición prístina vegetal del lugar es bosque montano alto, las especies más representativas del lugar son: *Oreocallis grandiflora*, *Miconia aspergillaris*, *Morella* spp, *Viburnum triphyllum*, *Weinmannia* spp, *Cedrela* spp y *Berberis* spp. Dentro de este ecosistema podemos observar claros de bosque y áreas de potreros (Chumi & Qhizpi, 2018).

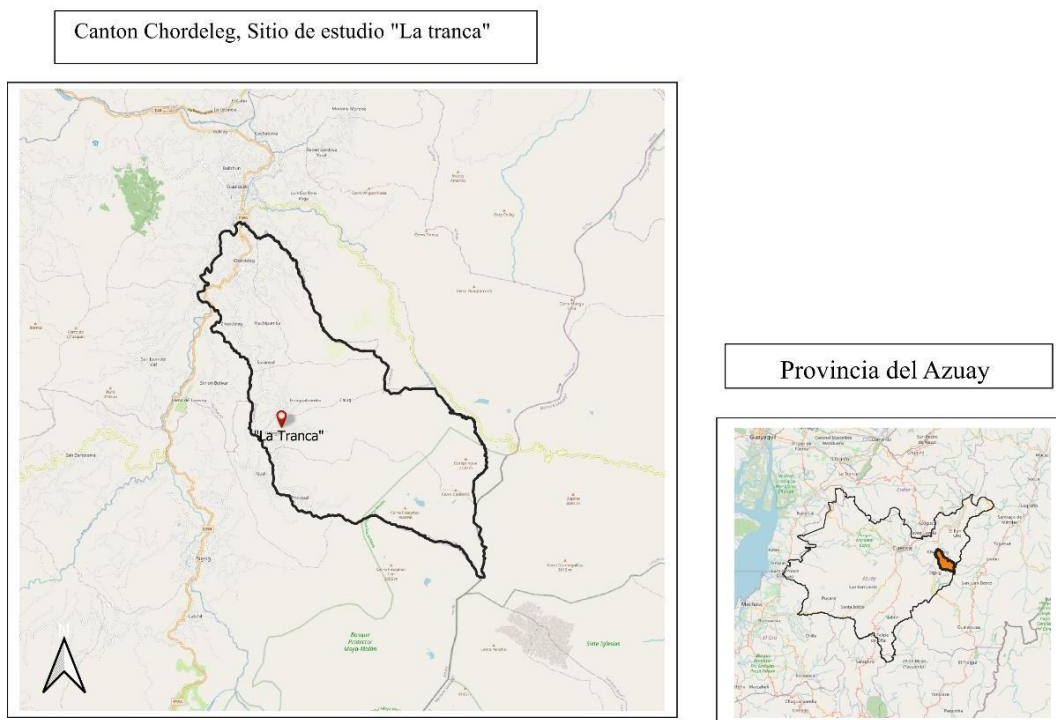


Figura 1. Mapa del área de estudio “La Tranca” ubicación del sitio dentro del cantón Chordeleg, ubicación del cantón dentro de la Provincia del Azuay.

2.2. TOMA DE DATOS:

Para la toma de datos de las interacciones planta-colibrí se establecieron 3 transectos de 300 m cada uno. En cada transecto se realizó un censo de flores en el que se contó el número de flores por cada individuo de cada especie dentro del transecto. Establecimos 3 categorías para la abundancia de flores: alta, media y baja, esto con el fin de establecer el número de cámaras para cada especie de planta del sitio estudiado. Las plantas que presentaron mayor número de inflorescencias tuvieron mayor número de cámaras por especie. La elección de especies se hizo en base a la información de interacción planta-colibrí de la investigación realizada por Arias et al (2022). En cada muestreo se colocaron ~27 cámaras trampa PlotwatcherPro, © 2008–2018 Day

6 Outdoors que grabaron de 6h00 a 18h00, tomando una foto por segundo por tres días consecutivos con el fin de registrar imágenes en donde observamos a los colibríes alimentándose de las flores y posiblemente polinizándolas. La toma de datos se hizo en tres ocasiones, la primera en el mes de agosto 2022, la segunda en octubre/noviembre 2022 y la tercera en enero del 2023.

Rasgos morfométricos.

Los datos de rasgos morfométricos pueden ser recopilados de individuos capturados en su hábitat natural, de especímenes de colecciones biológicas o por medio de la investigación de bases de datos de estudios previos (Alarcon, Horihuela, & Ordoñez, 2017). Para los datos morfométricos utilizamos bases de datos pertenecientes al laboratorio de Ecología Funcional de la universidad del Azuay, aquí se reúne información de las especies estudiadas. En base a esto se creó una base de datos para los colibríes (Tabla 1) utilizando las siguientes medidas:

LCT, la longitud del culmen total, se mide en línea recta con un calibrador, desde el inicio de la parte córnea del pico en la parte frontal del cráneo hasta la punta. LCE, la longitud del culmen expuesto, se mide en línea recta con un calibrador, desde el inicio de las plumas de la frente hasta la punta del pico (Alarcon, Horihuela, & Ordoñez, 2017).

Tabla 1 Datos promediados de LCT que corresponde a la longitud total del pico y LCE, que corresponde a la longitud del pico más el culmen expuesto, de las especies que intervienen en las interacciones en la localidad “La Tranca”.

Especie de colibrí	LCT (mm)	LCE (mm)
<i>Aglaectis cupripennis</i>	20,4	16,8
<i>Coeligena iris</i>	34,9	28,4
<i>Colibri corruscans</i>	27,9	23,2
<i>Heliangelus viola</i>	18	14,7
<i>Lesbia victoriae</i>	18,7	15,3
<i>Metallura tyrianthina</i>	15,4	12,1

Para las medidas morfométricas de las flores, tomamos los datos del trabajo de investigación de (Cabezas, Fernández, 2021). En donde a las flores colectadas y almacenadas fueron fotografiadas con una base de medida de referencia y fueron etiquetadas para un siguiente proceso de medición de características morfológicas. Las fotografías de las flores y sus ediciones se procesaron con el software ImageJ (Cabezas, Fernández, 2021). Se eligieron los caracteres relevantes para el acceso de los colibríes al recurso floral (néctar) como: longitud del tubo floral y apertura de la corola. (Tabla 2).

Tabla 2 Datos de la longitud de la corola y apertura de corola con la clasificación según la apertura de las especies de plantas, que están presentes en la localidad “La Tranca”.

Especie de planta	Longitud de la corola(mm)	Apertura de la corola (mm)
<i>Brachyotum confertum</i>	22	3,6
<i>Macleania rupestris</i>	17,9	2,7
<i>Oreocallis grandiflora</i>	31,3	27,3
<i>Barnadesia arborea</i>	17,1	4,2
<i>Oreocallis grandiflora</i>	31,3	27,3
<i>Oreocallis grandiflora</i>	31,3	27,3
<i>Macleania rupestris</i>	17,8	2,7
<i>Salvia corrugata</i>	11,8	2,6
<i>Viola arguta</i>	5,2	2,8
<i>Salvia corrugata</i>	11,8	2,6
<i>Brachyotum confertum</i>	22	3,6
<i>Viola arguta</i>	5,2	2,8
<i>Macleania rupestris</i>	17,8	2,7
<i>Disterigma alaternoides</i>	3,8	1,6
<i>Oreocallis grandiflora</i>	31,3	27,3
<i>Salvia corrugata</i>	11,8	2,6

2.3. PROCESAMIENTO DE DATOS:

Los videos, fueron procesados en el software *DeepMeerkat* (Weinstein., 2018). Este programa procesa videos, buscando posibles secciones de movimiento creando fotogramas que contienen posibles interacciones con colibríes. Después, manualmente se revisaron las imágenes seleccionadas por el software para identificar las especies de colibríes que están interactuando.

Análisis estadístico

Se obtuvo la correspondencia morfológica con respecto al largo del pico de los colibríes y la longitud de la corola, para medir el acoplamiento que existe entre el pico y la corola, con el valor absoluto de la resta de la longitud de la corola y la longitud del pico (Tabla 3). Una mayor correspondencia morfológica es representada con valores cercanos a 0, siendo 0 un ajuste morfológico perfecto, mientras más lejos los valores están de 0 estos representan una menor correspondencia morfológica (León-Camargo & Rangel-Churio, 2015).

Tabla 3 Correspondencia morfológica entre las especies de plantas y colibríes de La Tranca. La correspondencia LCT es el valor absoluto de la diferencia entre la longitud del pico con el culmen expuesto y la longitud de la corola y correspondencia LCE es el valor absoluto de la longitud total del pico y la longitud de la corola.

Especie de flor	Especie de colibrí	Correspondencia LCT	Correspondencia LCE
<i>Brachyotum confertum</i>	<i>Aglaectis cupripennis</i>	1,6	5,2
<i>Macleania rupestris</i>	<i>Aglaectis cupripennis</i>	2,5	1,1
<i>Oreocallis grandiflora</i>	<i>Aglaectis cupripennis</i>	10,9	14,5
<i>Barnadesia arborea</i>	<i>Coeligena iris</i>	17,8	11,3
<i>Oreocallis grandiflora</i>	<i>Colibri corruscans</i>	3,4	8,1
<i>Oreocallis grandiflora</i>	<i>Heliangelus viola</i>	13,3	16,6
<i>Macleania rupestris</i>	<i>Heliangelus viola</i>	0,2	3,1
<i>Salvia corrugata</i>	<i>Heliangelus viola</i>	6,2	2,9

Para los análisis estadísticos de los datos obtenidos se utilizó R software (R Development Core Team, 2013). Se realizó un gráfico de histogramas para comprobar la normalidad, los datos de la frecuencia de visitas con respecto a la correspondencia morfológica, mostraron una distribución de Poisson. Para normalizar los datos se aplicó la transformación logarítmica.

Para comparar los dos modelos de regresión lineal, utilizamos el criterio de información de Akaike (AIC) con el fin de seleccionar el modelo con el mejor ajuste y menor complejidad. El valor del AIC fue más bajo para el modelo con la variable LCT, por lo que se eligió esta variable como la más robusta para realizar las regresiones.

Se realizaron dos regresiones lineales en donde la variable respuesta fue la frecuencia de interacciones y la variable predictora fue la correspondencia de rasgos morfológicos. En uno utilizamos todas las especies de colibríes y plantas presentes en las interacciones, y en el segundo modelo eliminamos las interacciones con *Oreocallis grandiflora*, debido a que al no tener tubo floral los datos con respecto a la correspondencia morfológica podrían confundir los resultados.

3. RESULTADOS

Obtuvimos un total de 134 interacciones, con un total de 14 combinaciones planta-colibrí, en estas interacciones participaron 6 especies diferente de colibríes y 6 especies diferentes de plantas. *Oreocallis grandiflora* fue la especie que mayor número de visitas representando el 70% de visitas. (Tabla 4)

Tabla 4 Número de interacciones planta-colibrí registradas durante el periodo de estudio en el matorral montano de la localidad “La Tranca”, cantón Chordeleg.

Especie de flor	Especie de colibrí	Número de interacciones
<i>Oreocallis grandiflora</i>	<i>Heliangelus viola</i>	70
<i>Oreocallis grandiflora</i>	<i>Aglaectis cupripennis</i>	15
<i>Salvia corrugata</i>	<i>Lesbia victoriae</i>	8
<i>Viola arguta</i>	<i>Metallura tyrianthina</i>	8
<i>Brachyotum confertum</i>	<i>Aglaectis cupripennis</i>	6
<i>Oreocallis grandiflora</i>	<i>Metallura tyrianthina</i>	6
<i>Brachyotum confertum</i>	<i>Metallura tyrianthina</i>	5
<i>Viola arguta</i>	<i>Lesbia nuna</i>	4
<i>Oreocallis grandiflora</i>	<i>Colibri coruscans</i>	3
<i>Salvia corrugata</i>	<i>Metallura tyrianthina</i>	3
<i>Barnadesia arborea</i>	<i>Coeligena iris</i>	2
<i>Salvia corrugata</i>	<i>Lesbia nuna</i>	2
<i>Salvia corrugata</i>	<i>Heliangelus viola</i>	1
<i>Viola arguta</i>	<i>Heliangelus viola</i>	1

las regresiones lineales no mostraron resultados significativos, en cuanto a que la correspondencia de rasgos determine la frecuencia de visitas, con la presencia de todas las especies obtuvimos los siguientes valores ($\beta + -1,82$ $p > 0.05$) (Figura 2)

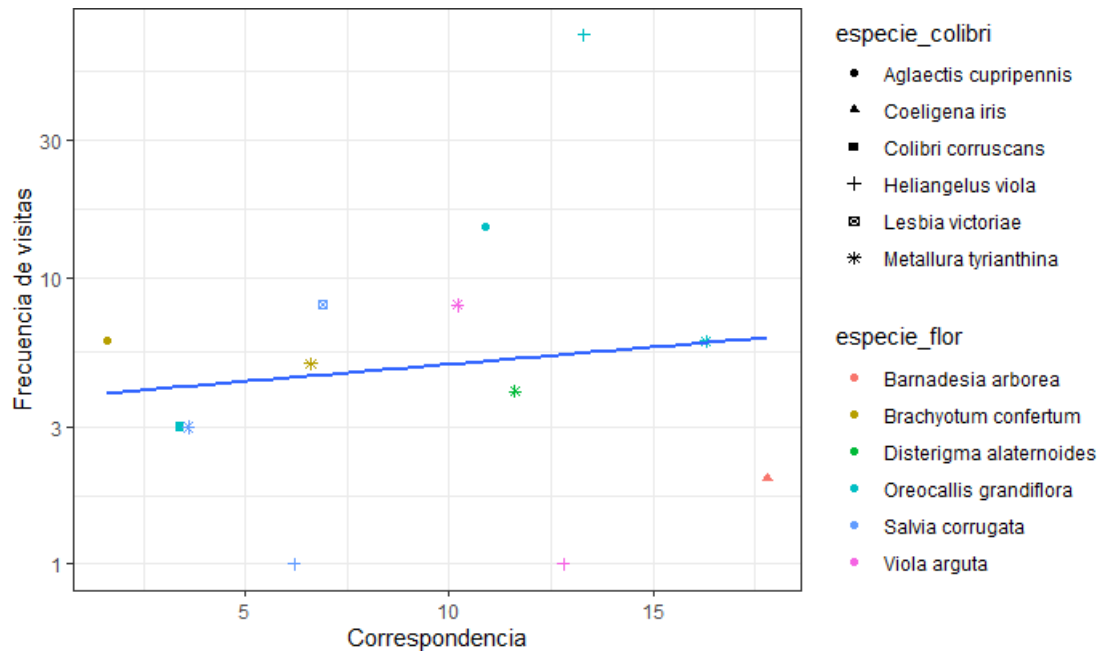


Figura 2 Relación entre la correspondencia morfológica y la frecuencia de visitas en una red de interacción-planta colibrí de “La Tranca” sitio perteneciente al bosque montano de la provincia del Azuay.

Al excluir las interacciones con *Oreocallis grandiflora*, se pudo observar una tendencia de los datos a mostrar una relación de dependencia entre la correspondencia morfológica y el número de visitas, en donde a mayor correspondencia, mayor será la frecuencia de visita (Figura 3), sin embargo, los modelos no son estadísticamente significativos ($\beta + -1,93$ $p > 0.05$).

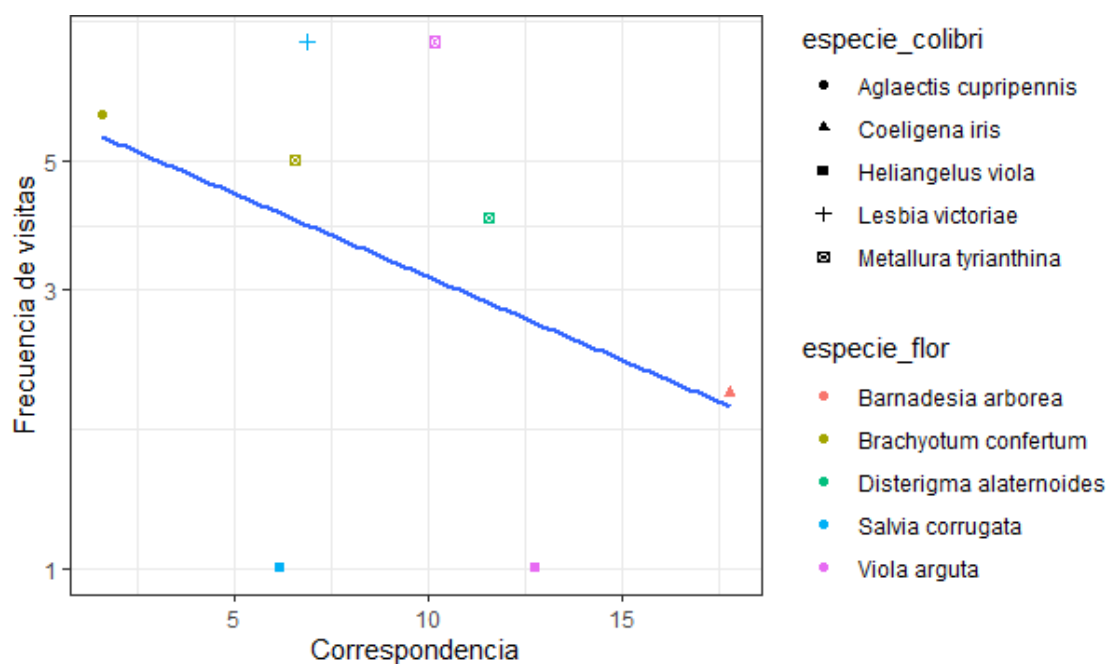


Figura 3 Relación entre la correspondencia morfológica y la frecuencia de visitas en una red de interacción-planta colibrí de “La Tranca” sitio perteneciente al bosque montano de la provincia del Azuay, sin tomar en cuenta las interacciones con *O. grandiflora*

4. DISCUSIÓN:

La regresión lineal con todas las especies que interactuaron, no encontramos un valor significativo que nos muestre que la frecuencia de visitas depende de la correspondencia morfológica. Sin embargo, en el segundo modelo en donde excluimos las interacciones con *Oreocallis grandiflora* para la regresión lineal, observamos una tendencia positiva de respuesta con respecto al número frecuencia de visitas y la correspondencia morfológica.

Los resultados de este estudio concuerdan con los que exponen en Sanchez & Tuberquia (2019) en donde la correspondencia morfológica no intervenía en la mayor frecuencia de visitas. Esto podría deberse a la estructura vegetal que hay en el sitio ya que el paisaje puede influir sobre la proporción de especies polinizadas por colibríes (Amaya-Márquez et al., 2001). Debido a que la estructura vegetal determina la distribución de recursos en un área, su disponibilidad y la diversidad de los mismos, puede también influir en el aprovechamiento de las flores más abundantes del sitio. Estos factores pudieron intervenir en los resultados del presente estudio en donde se esperaba que la frecuencia de visitas dependiera de la correspondencia entre las longitudes del pico y de la corola de la flor.

Al comparar los resultados obtenidos en la frecuencia de visitas (Tabla 4) pudimos observar que la especie con mayor número de interacciones fue *Oreocallis grandiflora*, esta especie tiene flores tubulares y largas lo que permite a los colibríes alcanzar con facilidad las recompensas florales (Landázuri & Mogrovejo, Martha). Además, la estacionalidad, la disponibilidad de flores y la producción de grandes cantidades de néctar de *O. grandiflora* (Tinoco et al., 2017), posiblemente pudo estar influyendo en que los colibríes tengan una mayor frecuencia de visitas a esta especie sin que la correspondencia morfológica juegue un papel fundamental (Leimberger et al., 2022), ya que los colibríes de pico largo pueden acceder a las flores de corola corta y los colibríes de pico corto también podrían acceder a flores de corola más larga, si es que la apertura del tubo es lo suficientemente ancha para permitir este acceso.

Cuando removimos *O. grandiflora* del modelo de regresión lineal (Figura 3) observamos una tendencia de los datos con relación a la morfología y la frecuencia de visitas, lo que nos puede estar mostrando que los colibríes son más generalistas en esta área, aprovechando los discursos que están disponibles como en el estudio de (Gutiérrez A), en donde dentro de una red de interacción los colibríes también se comportan de manera más generalista, esta tendencia también nos puede mostrar que las otras especies de plantas con menor frecuencia de visitas tienen relaciones más estrechas con un número limitado de polinizadores, lo cual evidencia la importancia de la especialización y repartición de recursos pudiendo reafirmar los procesos de coevolución que beneficia al transporte de polen y la reproducción de las plantas (Amaya-Márquez et al., 2001).

5. CONCLUSIÓN:

No encontramos una relación entre correspondencia morfológica del pico de colibrí y largo de la corola, indicando que los colibríes podrían ser generalistas en relación a las flores que visitan. Ese generalísimo sería beneficioso para los colibríes pues le permitiría aprovechar todos los recursos disponibles en el ambiente; sin embargo, para las plantas, ese comportamiento no sería beneficioso, pues incrementa el chance de recibir polen de otras especies con la visita de un colibrí. Sin embargo, este es un estudio a corto plazo, y sería importante tomar en cuenta otras

características como la disponibilidad y distribución de los recursos y la cantidad de néctar que las plantas ofrecen a sus polinizadores podría influir en los resultados.

6. BIBLIOGRAFÍA:

Amaya-Márquez, M., Stiles, G., & Rangel-Cii, O. (2001). Interacción planta-colibrí en Amacayacu (Amazonas, Colombia): una perspectiva palinológica. *Caldasia*, 23(1).

Bender, I. M. A., Kissling, W. D., Blendinger, P. G., Böhning-Gaese, K., Hensen, I., Kühn, I., Muñoz, M. C., Neuschulz, E. L., Nowak, L., Quitián, M., Saavedra, F., Santillán, V., Töpfer, T., Wiegand, T., Dehling, D. M., & Schleuning, M. (2018). Morphological trait matching shapes plant–frugivore networks across the Andes. *Ecography*, 41(11). <https://doi.org/10.1111/ecog.03396>

Brosi, B. J., & Briggs, H. M. (2013). Single pollinator species losses reduce floral fidelity and plant reproductive function. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(32). <https://doi.org/10.1073/pnas.1307438110>

CABEZAS, FERNÁNDEZ, N. G. (2021). Caracterización de recursos florales aprovechados por colibríes en una gradiente de disturbio en bosques montanos del cantón de Cuenca. In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

Cai, W., Snyder, J., Hastings, A., & D’Souza, R. M. (2020). Mutualistic networks emerging from adaptive niche-based interactions. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-19154-5>

Carranza-Quiceno, J. a., & Estévez-Varón, J. V. (2008). Ecología de la polinización de Bromeliaceae en el dosel de los bosques neotropicales de montaña. *Boletín Científico Centro de Museos de Historia Natural*, 12.

Castellanos, M. C., Wilson, P., & Thomson, J. D. (2004). “Anti-bee” and “pro-bird” changes during the evolution of hummingbird pollination in *Penstemon* flowers. *Journal of Evolutionary Biology*, 17(4). <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2004.00729.x>

*cruden*1972. (n.d.).

Dalsgaard, B., Maruyama, P. K., Sonne, J., Hansen, K., Zanata, T. B., Abrahamczyk, S., Alarcón, R., Araujo, A. C., Araújo, F. P., Buzato, S., Chávez-González, E., Coelho, A. G., Cotton, P. A., Díaz-Valenzuela, R., Dufke, M. F., Enríquez, P. L., Martins Dias Filho, M., Fischer, E., Kohler, G., ... Martín González, A. M. (2021). The influence of biogeographical and evolutionary histories on morphological trait-matching and resource specialization in mutualistic hummingbird–plant networks. *Functional Ecology*, 35(5). <https://doi.org/10.1111/1365-2435.13784>

En, P., Bosque, E. L., De Torca, A., & Aquiles Gutiérrez, P. (n.d.). *ECOLOGÍA DE LA INTERACCIÓN ENTRE COLIBRÍES (Aves: Trochilidae) Y PLANTAS QUE*.

LANDÁZURI, B., & Mogrovejo, Martha. (n.d.). *UNIVERSIDAD DEL AZUAY FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ESCUELA DE BIOLOGÍA, ECOLOGÍA Y GESTIÓN*
Contribución de vectores diurnos y nocturnos a la polinización de Oreocallis grandiflora.

Leimberger, K. G., Dalsgaard, B., Tobias, J. A., Wolf, C., & Betts, M. G. (2022). The evolution, ecology, and conservation of hummingbirds and their interactions with flowering plants. *Biological Reviews*, 97(3). <https://doi.org/10.1111/brv.12828>

León-Camargo, D., & Rangel-Churio, J. O. (2015). Interacción colibrí-flor en tres remanentes de bosque tropical seco (BsT) del municipio de Chimichagua (Cesar, Colombia). *Caldasia*, 37(1). <https://doi.org/10.15446/caldasia.v37n1.50812>

Maglianesi, M. A., BlüThgen, N., BöHning-Gaese, K., & Schleuning, M. (2014). Morphological traits determine specialization and resource use in plant-hummingbird networks in the neotropics. *Ecology*, 95(12). <https://doi.org/10.1890/13-2261.1>

Rodríguez-flores, C. I., & Stiles, F. G. (2005). Análisis ecomorfológico de una comunidad de colibríes ermitaños (Trochilidae) y sus flores en la Amazonia colombiana. *Ornitología Colombiana*, 3.

- Sanchez, J. D., & Tuberquia Dino. (n.d.). *Estudios en Biodiversidad del Alto de San Miguel PDF*.
- Sobral, M., & Magrach, A. (2019). Restaurando la funcionalidad de los ecosistemas: la importancia de las interacciones entre especies. *Ecosistemas*, 28(2).
- Tinoco, B. A., Graham, C. H., Aguilar, J. M., & Schleuning, M. (2017). Effects of hummingbird morphology on specialization in pollination networks vary with resource availability. *Oikos*, 126(1). <https://doi.org/10.1111/oik.02998>
- Vargas-Valverde, I., Campos-Alvarado, A., Botánico Nacional, J., de La Habana, U., & Rocío, E. (n.d.). *Hummingbird-plant interaction networks in an open area with oak groves in Cerro de La Muerte, Costa Rica*.