

ECOLOGÍA DE LAS INTERACCIONES DE PLANTAS Y COLIBRÍES EN MASHPI, ECUADOR

Tatiana Santander, Esteban Guevara, Francisco Tobar, Holger Beck, Nicole Büttner, Andrea Nieto, Andrés Marcapata, Friederike Richter, María José Gavilanes, Cristian Poveda, Bryan Rojas, Rafael Wüest, Carolina Bello and Catherine H. Graham



June 02, 2021



Alaspungo



Contents

1. Introducción y descripción general del proyecto	1
2. Metodología	2
Transectos	2
Cámaras trampas	6
3. Patrones resultantes	6
Plantas y colibríes interactuando	6
Información y fenología de las plantas	11
La red de interacciones	14
4. Conclusiones	16
Agradecimientos	16

1. Introducción y descripción general del proyecto

Una de las principales hipótesis de cómo pueden coexistir tantas especies relacionadas es la partición de recursos. Las especies utilizan diferentes recursos, lo que limita la competencia y por tanto pueden coexistir. En el caso de los colibríes y las plantas, cada especie de colibrí se alimenta de un conjunto distinto de flores y cada especie de planta con flores es visitada por un subconjunto de colibríes. Las interacciones entre plantas y colibríes son mutuamente beneficiosas. Estas interacciones mutualistas entre colibríes y plantas son importantes desde la perspectiva de los colibríes porque los colibríes necesitan néctar para alimentar sus estilos de vida de alta energía, ya que a menudo revolotean, un comportamiento energéticamente costoso, para tomar néctar. Desde la perspectiva de las plantas, la mayoría de los colibríes polinizan las flores mientras se alimentan de néctar, aunque algunos colibríes toman el néctar de la base de la flor, engañando a la planta y no prestando el servicio de polinización. La intrincada red de interacciones entre los colibríes y sus plantas alimenticias evolucionó durante milenios como resultado de una coevolución difusa que produjo una notable variedad de formas y funciones morfológicas. Las actividades humanas en curso, como la deforestación y el cambio climático, amenazan estas redes de interacción, pero se sabe poco sobre cómo responderán los colibríes y sus plantas alimenticias. Para comprender la influencia de los seres humanos en esta compleja relación, se requieren datos precisos y de alta calidad sobre la presencia de los colibríes, las plantas con flores y las interacciones entre ellos a lo largo de amplias regiones y considerando un gradiente altitudinal.

La ladera noroccidental de los Andes de Ecuador es un lugar ideal para estudiar las interacciones planta-colibrí porque es uno de los lugares con mayor biodiversidad en la tierra donde múltiples especies que coexisten dependen unas de otras para sobrevivir. Existen aproximadamente 360 especies de colibríes en la tierra y la mayor diversidad se encuentra en los Andes, donde se pueden encontrar hasta 30 especies en un solo sitio. Además, aproximadamente 1600 especies de plantas vasculares se han registrado en la región. Nuestra área de estudio estuvo en la provincia de Pichincha (latitud 0°12' N a 0°10' S, longitud 78°59' W a 78°27' W) y cubre 107 kilómetros cuadrados con un rango de elevación desde los 800 a 3500 metros. El sitio de muestreo en la reserva Mashpi se encuentra entre 789 y 1315 metros a lo largo de este gradiente.

El objetivo del proyecto era determinar los factores abióticos y bióticos que impulsan la variación en las redes de interacción colibrí-planta a través de gradientes de elevación y uso de la tierra. Al evaluar estas interacciones mutualistas, podemos predecir cómo la diversidad de colibríes y plantas se verá influenciada por la elevación y las actividades antropogénicas. El proyecto está liderado por la Dra. Catherine Graham del Instituto Federal Suizo de Investigación y ejecutado por Aves y Conservación / BirdLife en Ecuador, Santa Lucía, Maquipucuna y Un Poco del Chocó con la colaboración de varias reservas como Mashpi, Las Grallarias, Amagusa, Sachatamia, Yanacocha (Fundación Jocotoco), Verdecocha, Puyucunapi (Mindo Cloud Forest), Rumisitana, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y la Comunidad Alaspungo. En Mashpi colaboramos con Carlos Morochz y Mateo Roldan para la logística, y Dario Medina, Anderson Medina, Kevin Cortez

y Andrés Paladines fueron asistentes locales.

2. Metodología

Para monitorear los patrones de abundancia, la fenología de la floración y la visita de los colibríes a las flores, usamos una combinación de transectos en el campo y cámaras trampa. Estos transectos tenían 1,5 km de longitud y se distribuían a lo largo del gradiente de elevación y de uso de la tierra, con 1 a 2 transectos por sitio. Visitamos cada uno de los 18 transectos (11 en el bosque y 7 en sitios disturbados) una vez al mes durante un período de dos años. En Mashpi muestreamos los transectos de Marzo 2017 a Mayo 2019.

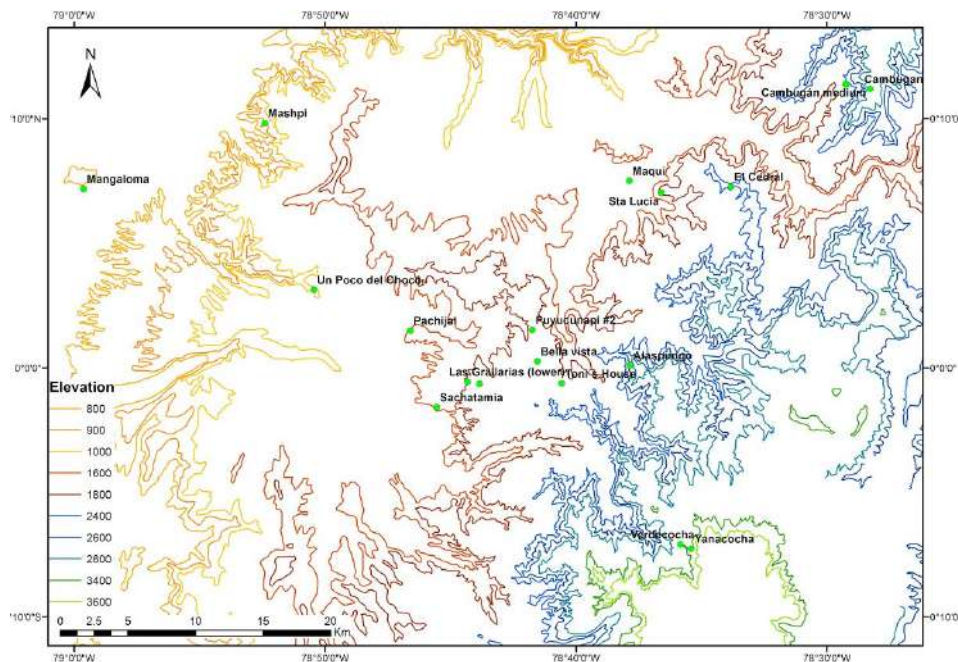


Figure 1: Localización de los sitios de muestreo en el gradiente de elevación.

Transectos

En Mashpi tenemos 2 transectos de 1.5 km cada uno. El transecto Mashpi Capuchino sigue el sendero del Mono Capuchino que comienza a 2.5 km de la entrada de la reserva y hay un letrero en la carretera principal. Una vez en el sendero es necesario descender por terrazas hechas de cajas plásticas de almacenamiento de refrescos. Una vez en la parte plana del sendero nuestro transecto comienza a 975 msnm descendiendo a menos de 800 msnm. El sendero del mono capuchino en Mashpi Lodge también se utiliza para atrapar mariposas en el contexto de un proyecto diferente (Figura 2).

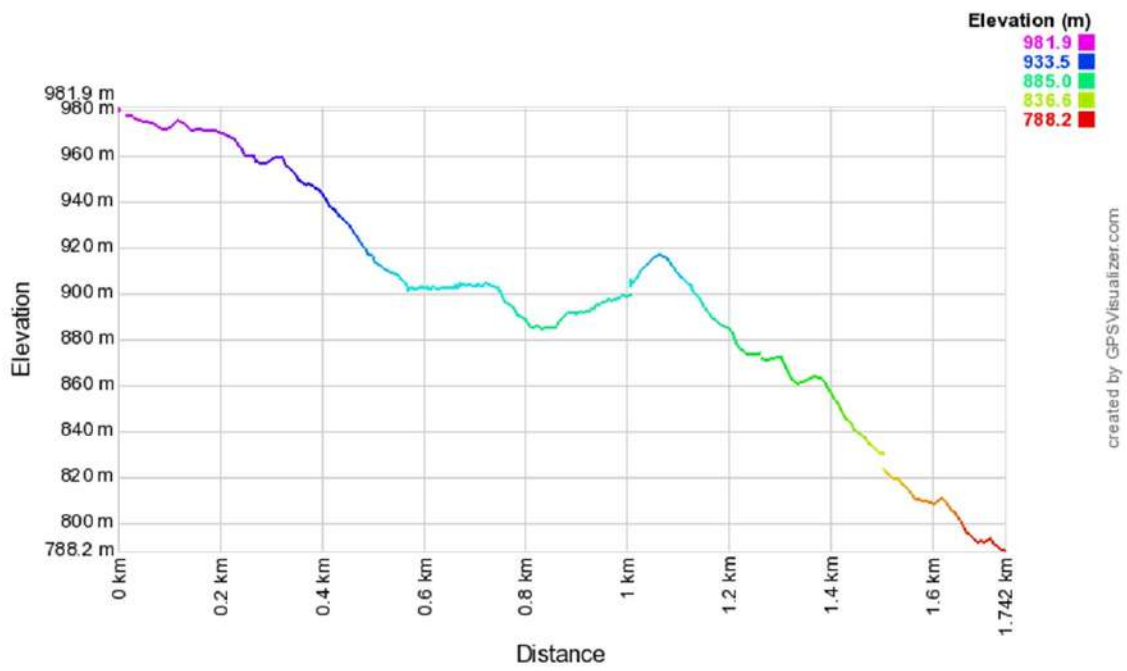


Figure 2: Gradiente de elevación del transecto.

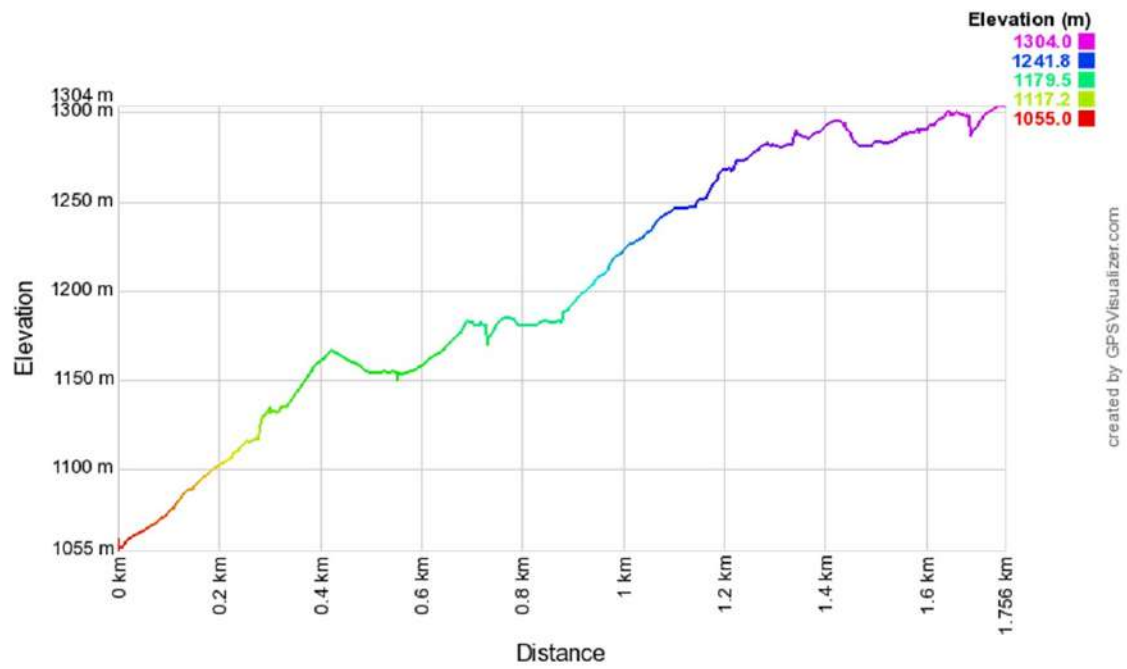


Figure 3: Gradiente de elevación del segundo transecto.

El transecto Mashpi Laguna se encuentra a lo largo del sendero Laguna. La entrada de este sendero no es obvia y no hay señalización pero está a unos 150 m del albergue en la vía principal y antes del primer arroyo que cruza la carretera. Este transecto comienza a 1030 msnm y asciende casi 300 m de altura por una pendiente pronunciada y no es de uso turístico. (Figure 3).

A lo largo de cada transecto, se tomaron de cuatro a cinco tipos de datos:

- **Conteo de flores:** Todas las plantas con síndrome de ornitofilia encontrada dentro de una distancia de ~ 5 metros del transecto fueron contadas e identificadas. Las características de las flores con síndrome de ornitofilia (ideales para colibríes) incluyen flores de colores brillantes (púrpura, rojo, naranja o amarillo) con corolas medianas a largas. Si bien la mayoría de las especies que utilizan los colibríes tienen estas características, nosotros fuimos conservadores y monitoreamos cualquier especie o planta en la que hayamos visto un colibrí alimentándose. Para cada planta, se contaron todas las flores o, en el caso de arbustos con más de ~ 100 flores, se contaron las todas las flores en 5 ramas representativas y se utilizaron para extrapolar el número de flores en la planta. Cada especie fue recolectada una vez y presada para ser archivada y/o verificar la identificación con un experto. Los especímenes de plantas fueron depositados en el Herbario de la Universidad Católica de Quito e Ibarra.
- **Observaciones de las interacciones:** Durante el censo de flores, se anotó cualquier interacción que ocurrió entre un colibrí con una flor.
- **Conteo de colibríes:** También se anotó cualquier colibrí escuchado o visto dentro de una distancia de 20 metros.
- **Morfología de las flores:** Se midieron varios rasgos morfológicos de las flores en al menos tres individuos por especie siempre que fue posible. Los rasgos florales incluidos fueron: a) longitud de la corola de la flor, es la distancia desde la abertura de la flor hasta la parte posterior de la corola, b) distancia efectiva de la corola se obtuvo cortando flores abiertas y midiendo la longitud de la corola que se extiende hasta los nectarios de la flor, c) abertura de la corola, d) longitud del estigma y de las anteras.
- **Concentración de néctar:** Estos datos se tomaron sólo en tres sitios correspondientes a transectos bajos, medianos y altos. Se midió la concentración de azúcar en hasta 12 flores por especie utilizando un refractómetro (se usó un tubo capilar para extraer el néctar).



Figure 4: La investigadora, Andreas Nieto, contando flores a lo largo de un transecto.

Cámaras trampas

Usamos cámaras de seguimiento para monitorear las interacciones entre colibríes y plantas. Se colocaron las cámaras, que toman una fotografía cada segundo, en flores individuales a lo largo de los transectos descritos anteriormente para capturar las visitas de las especies de colibríes. Colocamos cámaras en todas las plantas con flores a lo largo del transecto proporcionalmente a su abundancia. Las cámaras se encienden al amanecer y registran una imagen cada segundo durante varios días, lo que da como resultado un conjunto de datos de millones de imágenes. Estas imágenes se procesan de manera eficiente utilizando el programa Motion Meerkat o Deep Meerkat. Este programa se utiliza para clasificar las imágenes que tienen colibríes para que se puedan identificar manualmente (en el pasado, hemos podido identificar el 95% de las aves en las imágenes). Este enfoque minimiza la dependencia de las observaciones de flores por humanos que consumen mucho tiempo, aumentando enormemente la recopilación de datos en el tiempo y el espacio, lo que permite una evaluación rigurosa de la teoría de redes de interacción.



Figure 5: El investigador Holger Beck muestra cómo se configura una cámara para filmar una flor.

3. Patrones resultantes

Plantas y colibríes interactuando

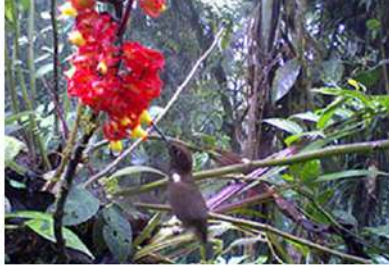
Mashpi reserve is the place with the greatest plant diversity among our study sites, 132 species used by hummingbirds have been identified in the two transects (Annex 1). Sin embargo, en nuestras cámaras registramos 223 diferentes interacciones entre 26 colibríes y 65 plantas (Figura 6).



Phaethornis symatophorus (Tawny-bellied Hermit)



Agelaiocercus coelestis ♂ (Violet-tailed Sylph)



Coeligena wilsoni (Brown Inca)



Heliodoxa jacula (Green-crowned Brilliant)

Figure 6: Ejemplos de algunos de los colibríes y plantas que capturamos con las cámaras.

Table 1: Lista de colibríes y número de interacciones.

Colibríes	No de Interacciones	No plantas interactuando
<i>Phaethornis yaruqui</i>	1014	47
<i>Agelaiocercus coelestis</i>	442	32
<i>Coeligena wilsoni</i>	337	30
<i>Phaethornis syrmatophorus</i>	168	19
<i>Thalurania colombica</i>	372	17
<i>Phaethornis striigularis</i>	45	13
<i>Urosticte benjamini</i>	114	12
<i>Doryfera ludovicae</i>	91	8
<i>Ocreatus underwoodii</i>	41	7
<i>Schistes geoffroyi</i>	16	7
<i>Polyerata rosenbergi</i>	7	5
<i>Eutoxeres aquila</i>	101	4
<i>Heliodoxa jacula</i>	22	3
<i>Polyerata amabilis</i>	3	3
<i>Thalurania fannyi</i>	10	3
<i>Amazilia tzacatl</i>	2	2
<i>Androdon aequatorialis</i>	8	2
<i>Adelomyia melanogenys</i>	2	1
<i>Boissonneaua jardini</i>	1	1
<i>Calliphlox mitchellii</i>	1	1
<i>Chlorostilbon melanorhynchus</i>	1	1
<i>Colibri delphinae</i>	1	1
<i>Discosura conversii</i>	1	1
<i>Florisuga mellivora</i>	1	1
<i>Heliodoxa imperatrix</i>	2	1
<i>Heliodoxa rubinoides</i>	8	1

El colibrí más común registrado fue *Phaethornis yaruqui* y la planta más común fue *Drymonia teuscheri*. Estas especies también interactúan con más especies.. En la tabla 1 y 2 podemos observar el número de interacciones para cada especie.

Table 2: Lista de plantas y número de interacciones.

Planta	No de interacciones	No de colibríes interactuando
<i>Drymonia teuscheri</i>	249	10
<i>Psammisia caloneura</i>	192	10
<i>Palicourea guianensis</i>	186	9
<i>Schlegelia sulphurea</i>	351	9

<i>Aphelandra flammea</i>	86	7
<i>Gasteranthus lateralis</i>	43	7
<i>Guzmania dissitiflora</i>	47	7
<i>Elleanthus smithii</i>	27	6
<i>Glossoloma sprucei</i>	41	6
<i>Heliconia harlingii</i>	194	6
<i>Heliconia willisiana</i>	70	6
<i>Psammisia sodiroi</i>	51	6
<i>Columnea rubriacuta</i>	142	5
<i>Columnea sp1</i>	61	5
<i>Costus pulverulentus</i>	42	5
<i>Guzmania eduardii</i>	58	5
<i>Palicourea sodiroi</i>	51	5
<i>Pitcairnia sp4</i>	74	5
<i>Besleria tambensis</i>	38	4
<i>Calathea roseobracteata</i>	15	4
<i>Gasteranthus imbaburensis</i>	30	4
<i>Palicourea harlingii</i>	83	4
<i>Pitcairnia brongniartiana</i>	79	4
<i>Renealmia ligulata</i>	9	4
<i>Trichodrymonia splendens</i>	61	4
<i>Anthopterus wardii</i>	21	3
<i>Cavendishia venosa</i>	3	3
<i>Columnea eburnea</i>	30	3
<i>Columnea minor</i>	15	3
<i>Columnea sp2</i>	6	3
<i>Costus laevis</i>	13	3
<i>Gasteranthus corallinus</i>	55	3
<i>Gasteranthus pansamalanus</i>	46	3
<i>Glossoloma scandens</i>	10	3
<i>Gurania macrophylla</i>	4	3
<i>Psamissia pauciflora</i>	41	3
<i>Tropaeolum adpressum</i>	7	3
<i>Burmeistera belutum</i>	6	2
<i>Burmeistera cyclostigmata</i>	6	2
<i>Columnea herthae</i>	5	2
<i>Elleanthus arpophyllostachys</i>	13	2
<i>Palicourea acanthacea</i>	2	2
<i>Palicourea asplundii</i>	2	2
<i>Palicourea chimboracensis</i>	39	2
<i>Pitcairnia barrigae</i>	8	2

<i>Pitcairnia stevensonii</i>	8	2
<i>Psamissia ulbrichiana</i>	35	2
<i>Psychotria</i> sp.	20	2
<i>Thibaudia litensis</i>	18	2
<i>Anthopterus verticillatus</i>	4	1
<i>Besleria solanoides</i>	7	1
<i>Calathea ischnosiphonoides</i>	1	1
<i>Calathea pluriplicata</i>	13	1
<i>Columnea laciniata</i>	1	1
<i>Columnea medicinalis</i>	6	1
<i>Columnea parviflora</i>	1	1
<i>Columnea picta</i>	33	1
<i>Drymonia serrulata</i>	2	1
<i>Faramea oblongifolia</i>	1	1
<i>Guzmania xanthobractea</i>	4	1
<i>Heliconia stricta</i>	12	1
<i>Pitcairnia spectabilis</i>	4	1
<i>Psammisia pauciflora</i>	19	1
<i>Psittacanthus hamulifer</i>	2	1
<i>Thibaudia martiniana</i>	8	1

Información y fenología de las plantas

Registramos la abundancia de flores de Marzo 2017 a Mayo 2019. Los meses con mayor abundancia de flores son Noviembre y Septiembre (Figura 7).

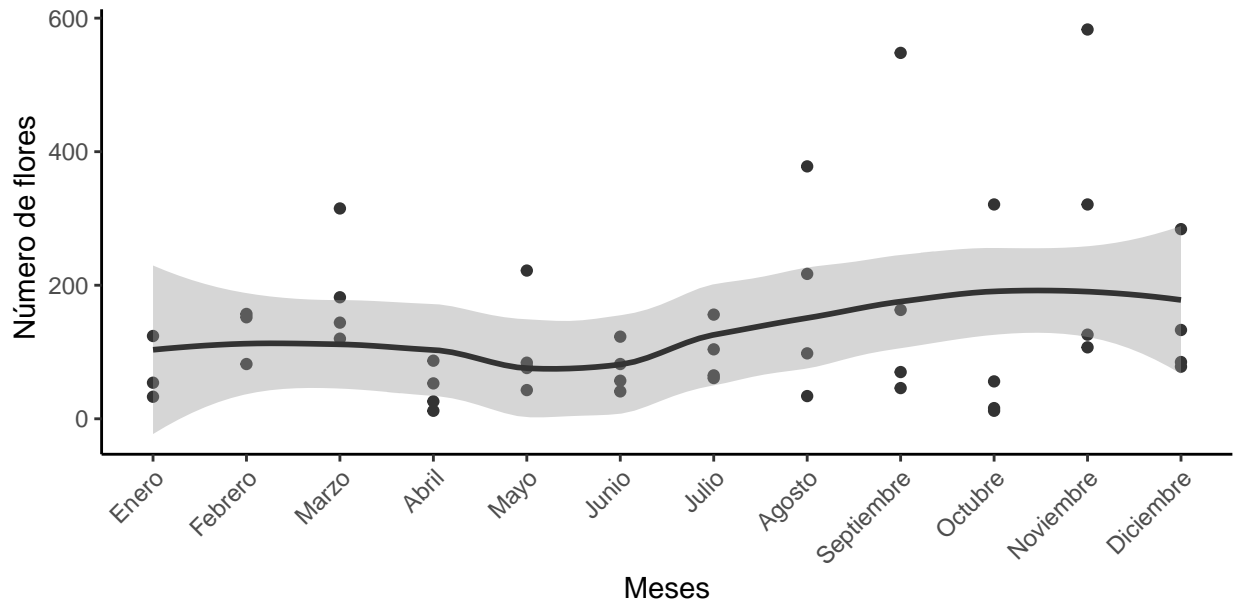


Figure 7: Abundancia de flores por mes. Los puntos representan la suma de flores en cada mes y la línea negra representa la tendencia media.

Sin embargo, no todas las plantas producen flores al mismo tiempo. En la figura 8 podemos observar la fenología de las especies de plantas más comunes.

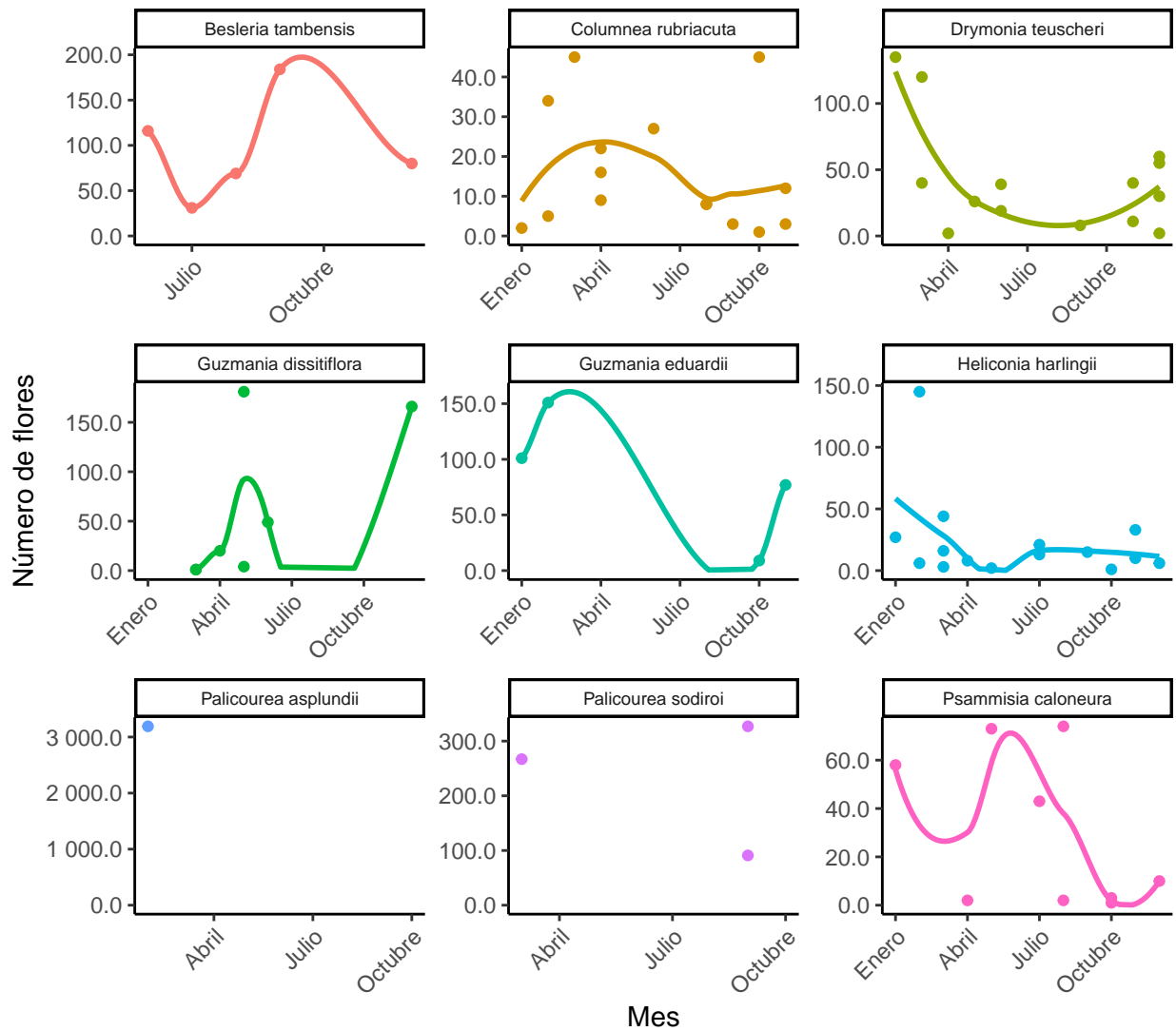


Figure 8: Fenología de las plantas más comunes por mes. Los puntos representan el número de flores contadas en cada mes y la línea representa la tendencia media. Cada color representa una especie de planta diferente.

A continuación, describimos las familias de plantas más representativas presentes en Mashpi.

GESNERIACEAE

Gesneriaceae, la familia de las violetas africanas tiene alrededor de 3000 especies, distribuidas principalmente en Centro y Sudamérica, Este y Sur de Asia, Europa y Oceanía. En Ecuador existen 200 especies agrupadas en 25 géneros. Pueden ser hierbas (*Kohleria*, *Diastema*), arbustos (*Glossoloma*, *Columnnea*) o muy raramente árboles pequeños (*Shuaria*, *Besleria*). Las Gesneriaceae suelen tener hojas opuestas, inflorescencia axilar o terminal (cima, racimo o fascículos), flores con cinco pétalos unidos para formar un tubo colorido con 4 o 5 lóbulos. Cuatro estambres didinamos (dos más largos y dos más cortos) generalmente fusionados y ubicados en la parte dorsal de la flor, un estilo alargado simple con el estigma generalmente bilobulado. En la provincia de Pichincha se han reportado 15 géneros y 89 especies. En nuestro estudio se registraron 64 especies, 12 son endémicas, 6 están en peligro de extinción (EN) y 6 son vulnerables (VU). Además, encontramos 3 especies que no fueron reportadas previamente para Pichincha, 2 nuevos registros para Ecuador y 5 nuevas especies. Mashpi, con 35 especies, tiene el mayor número de Gesneriaceae dentro del área de estudio. *Columnnea* (12 spp.), *Drymonia* (8 spp.), *Gasteranthus* (5 spp.) y *Glossoloma* (4 spp.) son los géneros con mayor número de especies. Hay seis endémicas y amenazadas: *Drymonia laciniosa* está en peligro (EN); *Drymonia collegarum*, *Glossoloma penduliflorum*, *Gasteranthus imbarburae*, *Gasteranthus lateralis* y *Paradrymonia splendens* son vulnerables (VU). Otros hechos importantes *Columnnea laciniata* representa el primer registro para Ecuador; se han descubierto dos nuevas especies de *Columnnea*. Además, *G. penduliflorum* y *Glossoloma scandens* presentan los primeros registros de Pichincha.

ERICACEAE

Ericaceae también conocida como la familia del arándano como “mortiño” está representada por 125 géneros y 4000 especies, ampliamente distribuidas en regiones templadas, subárticas y también en elevaciones altas en regiones tropicales. En Ecuador se han reportado 21 géneros y 240 especies. Las formas de vida incluyen arbustos leñosos (*Cavendishia*, *Macleania*), árboles (*Bejaria*, *Thibaudia*) o suffrutex (plantas pequeñas con tallos leñosos y ramas suaves como *Gaultheria*, *Disterigma*). Las plantas pueden ser erectas, postradas o trepadoras con hojas coriáceas. Las flores son perfectas (contienen anteras y estigmas), en su mayoría tubulares con 4 a 7 lóbulos, anteras en el doble de los pétalos, a menudo más grandes en uno o dos tubos terminales. La fruta suele ser una cápsula, una baya o una drupa. En la provincia de Pichincha hay 13 géneros y 73 especies. Durante el proyecto EPHI se registraron 45 especies y 18 son endémicas: una está en peligro crítico (CR), cuatro están en peligro (EN) y 10 especies son vulnerables (VU). *Macleania tropica* es el primer registro para el área de Pichincha, solo se conocía de Esmeraldas y Colombia. *Antoptherus ecuadorensis* y *Macleania alata* son los primeros registros realizados desde la colección tipo en 1979 y 1986 respectivamente (estas dos especies se recolectaron cerca de los transectos de estudio). Mashpi con 21 especies es nuevamente el sitio con mayor diversidad de Ericaceae. *Psammisia* (9 spp.) es con mucho, el género con mayor número de especies. Dentro de esta familia hay seis es-

pecies endémicas y vulnerables en Mashpi: *Anthopterus verticillatus*, *Macleania recumbens*, *Psammisia flaviflora*, *Thibaudia inflata*, *Thibaudia martiniana* y *Thibaudia litensis*.

BROMELIACEAE

Bromeliaceae pertenece a la familia de la piña, está representada por 50 géneros y 2000 especies, restringidas principalmente a América tropical. En Ecuador se han reportado 17 géneros y 450 especies. Son hierbas epífitas, litofíticas o terrestres. Sus hojas están dispuestas en espiral, generalmente rosuladas (distribución similar a los pétalos de rosa), sésiles (sin pecíolo), simples y con nervaduras paralelas. Inflorescencia terminal o lateral en panícula, racimo o espiga, brácteas florales generalmente de colores brillantes. Las flores son bisexuales o, a veces, unisexuales. Poseen sépalos y 3 pétalos, a veces revueltos formando un tubo. Estambres 6 en 2 verticilos de 3. El estilo es terminal y, a menudo, con 3 partes. Las frutas pueden ser bayas o con menos frecuencia cápsulas. Las semillas suelen ser poco aladas o plumosas. En la provincia de Pichincha se han reportado 13 géneros y 90 especies. Como parte de nuestro estudio, se registraron 48 especies y 17 son endémicas. Una especie está en peligro crítico (CR), dos están en peligro (EN) y seis son vulnerables (VU). En Mashpi se han registrado 17 especies, los géneros más diversos son *Guzmania* (11 spp.) y *Pitcairnia* (5 spp.) Cinco especies son endémicas y cuatro están amenazadas: *Tillandsia acostasolisii* está en peligro (EN), *Guzmania pseudospectabilis*, *Guzmania alborosea* y *Pitcairnia stevensonii* son vulnerables (VU) y *Guzmania jaramilloi*. Una nueva especie de *Pitcairnia* también fue reportada para esta área.

La red de interacciones

Los datos de interacción que recopilamos se pueden utilizar para explorar cómo se organiza la red de interacciones en Mashpi. En la figura 9 mostramos la estructura de la red.

Al analizar la estructura de la red, encontramos que la planta *Drymonia teuscheri* y el colibrí *Phaethornis yaruqui* son las especies clave que mantienen unida a la red. Si se pierden, la red se volverá menos estable. Por el contrario, *Palicourea asplundii* y *Caliphlox mitchellii* son especies muy especializadas, lo que significa que interactúan con un pequeño grupo de especies especializadas.

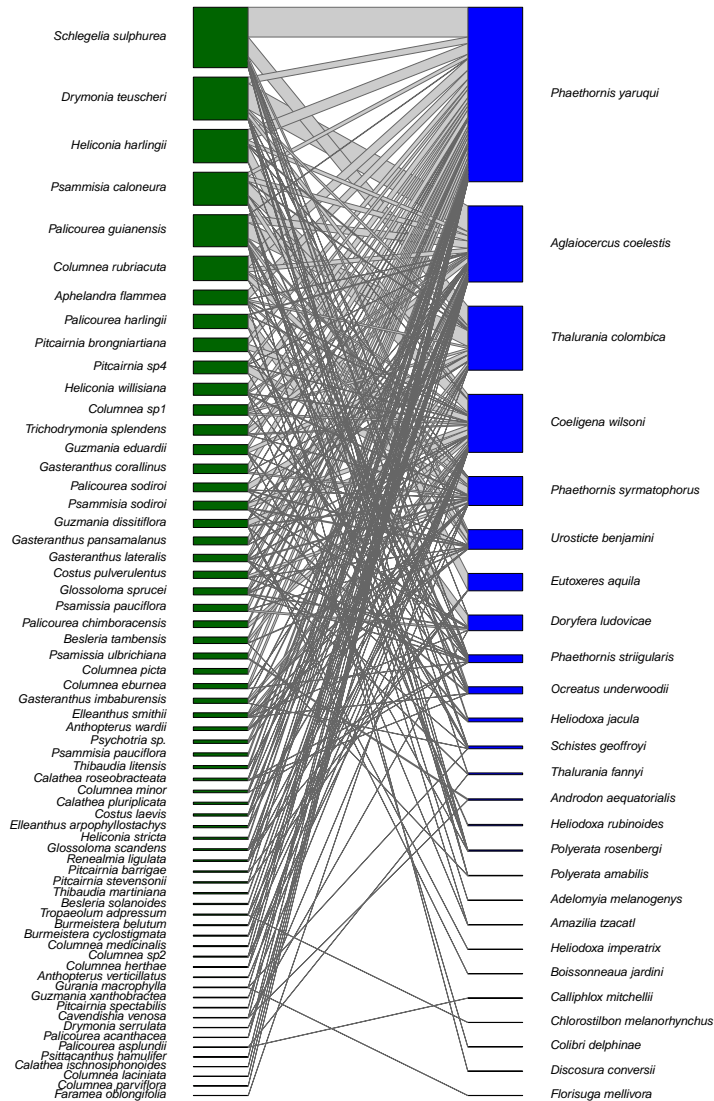


Figure 9: Red de interacciones. El azul representa los colibríes y el verde las plantas. Cada línea representa una interacción entre un colibrí y una planta obtenida en las observaciones de las cámaras. Las líneas más gruesas indican que la interacción fue común, mientras que las líneas delgadas indican que la interacción se produjo raramente. El tamaño de la barra de color muestra el número de interacciones de un colibrí o una planta que participaron en una interacción.

4. Conclusiones

- Muchas especies similares pueden ocurrir en el mismo lugar porque usan diferentes recursos.
- Los esfuerzos de conservación deben considerar no sólo las especies sino también las interacciones entre especies.
- Las plantas claves como *Drymonia teuscheri* y *Psammisia caloneura* se puede utilizar para procesos de restauración en Mashpi. Estas especies ofrecen recursos a más colibríes que las otras plantas en las que registramos colibríes alimentándose (14 especies).
- *Calliphlox mitchellii* es el colibrí más especializado. Especies como *Palicourea asplundii* is son clave para mantener este colibrí en Mashpi.
- Mashpi no mostró un pico de floración marcado. Sin embargo, los meses con mayor abundancia de flores son octubre y noviembre.
- Mashpi es el lugar con la mayor diversidad de plantas y colibríes entre nuestros sitios de estudio.
- *Calliphlox mitchellii* y *Colibri delphinae* fueron especies de colibrí que solo registramos en Mashpi Laguna. *Discosura conversii*, *Androdon aequatorialis*, *Polyerata amabilis* y *Polyerata rosenbergi* fueron especies de colibrí registradas únicamente en Mashpi Capuchin.

Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Europeo de Investigación (acuerdo de subvención de la UE 787638), la Fundación Nacional de Ciencias de Suiza (subvención n° 173342) y la National Geographic Society (acuerdo de subvención 9952-16) por el apoyo financiero. También estamos agradecidos con Arq. Roque Sevilla por el permiso y apoyo con el proyecto en Mashpi Lodge. El Ministerio del Ambiente de Ecuador otorgó el permiso de investigación N° 016-2019-IC-FLO-FAU-DNB / MAE requerido para realizar el trabajo de campo.