

ECOLOGÍA DE LAS INTERACCIONES DE PLANTAS Y COLIBRÍES EN SANTA LUCÍA, 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	10
La red de interacciones	13
4. Conclusiones	15
Agradecimientos	15

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 Santa Lucía se encuentra entre 1732 y 2478 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 Santa Lucía colaboramos con la comunidad, especialmente con Noé Morales y Edison Tapia quienes fueron nuestros asistentes de

campo.

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 Santa Lucía muestreamos los transectos de Febrero 2017 a Junio 2019.

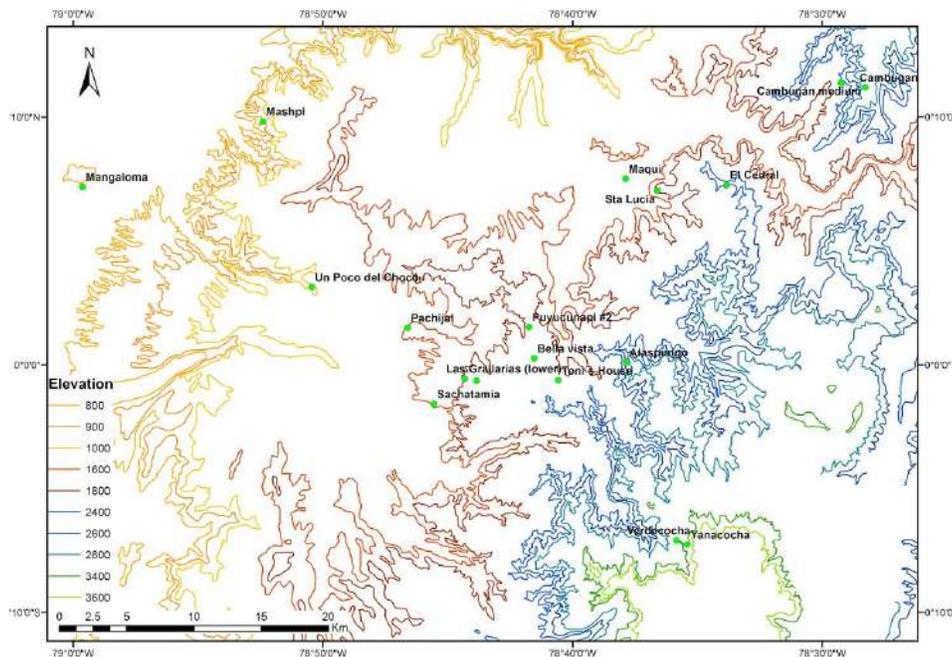


Figure 1: Localización de los sitios de muestreo en el gradiente de elevación.

Transectos

En Santa Lucía tenemos 2 transectos de 1.5 km cada uno. El transecto (compuesto por dos sub-transectos) comienza a unos 15 minutos del lek Gallito de las Rocas de Santa Lucía cerca de un pequeño arroyo a unos 1730 m de elevación. El primer sendero cruza un puente que permite la observación en un hábitat ribereño. Luego serpentea hasta 1.880 m (en la mayoría de las partes empinadas) a través de un bosque maduro con árboles gigantes (por ejemplo, Myrtaceae y Lauraceae). Las plantas del sotobosque de la familia Rubiaceae hacen que este transecto sea rico en colibríes. El sendero es estrecho

y en la mayoría de las partes hay un arroyo profundo en un lado que permite buenas vistas (Figura 2).

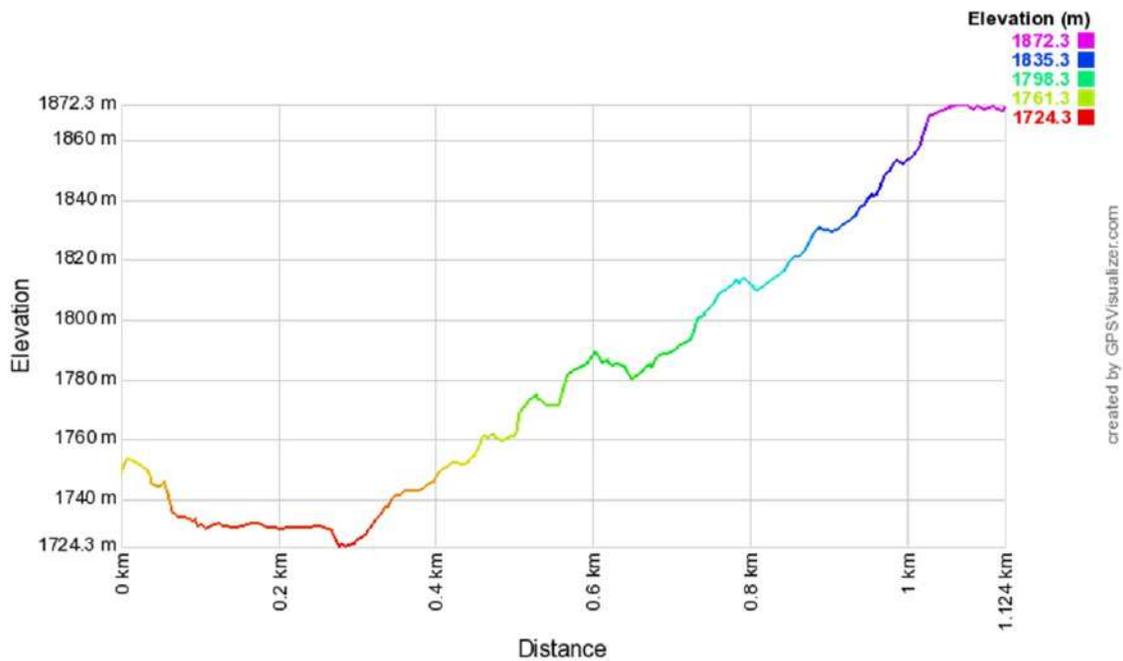


Figure 2: Gradiente de elevación del transecto.

El segundo sendero se ubica en la parte superior de la reserva. Aquí el bosque es menos denso, pero todavía está bordeado por una vegetación primaria antigua. El transecto termina a una altura de poco más de 2000 m (Figure 3).

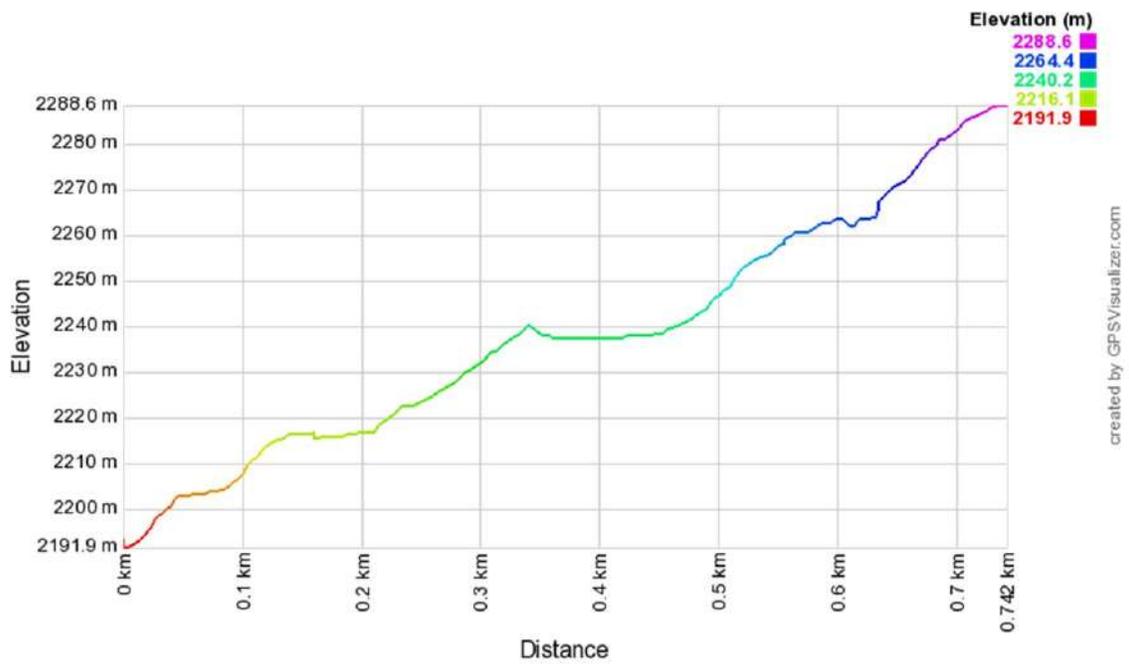


Figure 3: Gradiente de elevación del segundo transecto.

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

El bosque de Santa Lucía es administrado por la comunidad local donde los colibríes utilizan 102 especies de plantas de acuerdo con los resultados de nuestro proyecto (Anexo 1). Sin embargo, en nuestras cámaras registramos 266 diferentes interacciones entre 18 colibríes y 68 plantas (Figura 6).



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>Agelaiocercus coelestis</i>	2635	54
<i>Phaethornis syrmatophorus</i>	1615	43
<i>Coeligena wilsoni</i>	563	41
<i>Adelomyia melanogenys</i>	535	24
<i>Heliangelus strophianus</i>	543	21
<i>Coeligena torquata</i>	431	20
<i>Ocreatus underwoodii</i>	294	19
<i>Heliodoxa rubinoides</i>	98	8
<i>Diglossa albilatera</i>	14	7
<i>Doryfera ludovicae</i>	173	6
<i>Heliodoxa imperatrix</i>	31	6
<i>Schistes geoffroyi</i>	19	6
<i>Boissonneaua flavescens</i>	34	4
<i>Urosticte benjamini</i>	7	3
<i>Amazilia tzacatl</i>	1	1
<i>Colibri coruscans</i>	1	1
<i>Phaethornis striigularis</i>	1	1
<i>Phaethornis yaruqui</i>	1	1

El colibrí más común registrado fue *Agelaiocercus coelestis* y la planta más común fue *Centropogon solanifolius*. Aunque estas son las especies más comunes, no son necesariamente las especies que interactúan con más especies. El colibrí que más interactúa es *Agelaiocercus coelestis* y la planta que tiene más interacciones es *Fuchsia macrostigma*. 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>Fuchsia macrostigma</i>	166	11
<i>Centropogon solanifolius</i>	710	9
<i>Heliconia burleana</i>	65	9
<i>Palicourea sodiroi</i>	470	9
<i>Psammisia ulbrichiana</i>	50	9
<i>Bomarea pardina</i>	188	8
<i>Mezobromelia capituligera</i>	306	8
<i>Besleria solanoides</i>	429	7
<i>Glossoloma oblongicalyx</i>	268	7
<i>Guzmania squarrosa</i>	174	7
<i>Macleania bullata</i>	66	7
<i>Macleania recumbens</i>	116	7
<i>Palicourea lineata</i>	383	7
<i>Pitcairnia sodiroi</i>	329	7
<i>Psammisia sodiroi</i>	179	7
<i>Guzmania gloriosa</i>	46	6
<i>Centropogon nigricans</i>	112	5
<i>Drymonia teuscheri</i>	307	5
<i>Heliconia impudica</i>	260	5
<i>Kohleria affinis</i>	181	5
<i>Psammisia oreogenes</i>	90	5
<i>Renealmia fragilis</i>	64	5
<i>Tillandsia complanata</i>	89	5
<i>Centropogon llanganatensis</i>	26	4
<i>Columnea kuczyniakii</i>	132	4
<i>Columnea medicinalis</i>	50	4
<i>Columnea strigosa</i>	59	4
<i>Gasteranthus pansamalanus</i>	14	4
<i>Gasteranthus quitensis</i>	80	4
<i>Guzmania jaramilloi</i>	118	4
<i>Pitcairnia nigra</i>	161	4
<i>Renealmia sessilifolia</i>	251	4
<i>Bomarea multiflora</i>	35	3

<i>Burmeistera cylindrocarpa</i>	11	3
<i>Calathea ischnosiphonoides</i>	65	3
<i>Columnea ciliata</i>	146	3
<i>Columnea leopardus</i>	22	3
<i>Columnea picta</i>	24	3
<i>Drymonia collegarum</i>	85	3
<i>Elleanthus robustus</i>	26	3
<i>Gasteranthus lateralis</i>	47	3
<i>Gasteranthus leopardus</i>	27	3
<i>Guzmania xanthobracteata</i>	47	3
<i>Palicourea demissa</i>	80	3
<i>Renealmia aurantifera</i>	16	3
<i>Burmeistera pterifolia</i>	7	2
<i>Burmeistera pterofolia</i>	3	2
<i>Drymonia tenuis</i>	14	2
<i>Erythrina edulis</i>	155	2
<i>Mikania sp.</i>	2	2
<i>Podandrogyne sp1</i>	63	2
<i>Sertifera purpurea</i>	10	2
<i>Tropaeolum adpressum</i>	7	2
<i>Abutilon sp.</i>	13	1
<i>Begonia longirostris</i>	2	1
<i>Centropogon comosus</i>	9	1
<i>Columnea aff picta</i>	2	1
<i>Drymonia brochidodroma</i>	2	1
<i>Elleanthus aurantiacus</i>	1	1
<i>Erythrina megistophylla</i>	89	1
<i>Faramea calyptrata</i>	2	1
<i>Faramea quinqueflora</i>	3	1
<i>Manettia trianae</i>	10	1
<i>Meriania tomentosa</i>	1	1
<i>Pachycaulos nummularium</i>	1	1
<i>Psammisia aberrans</i>	19	1
<i>Psammisia ecuadorensis</i>	1	1
<i>Psammisia sp.</i>	10	1

Información y fenología de las plantas

Registramos la abundancia de flores de Febrero 2017 a Junio 2019. Los meses con mayor abundancia de flores son Octubre y Julio (Figura 7).

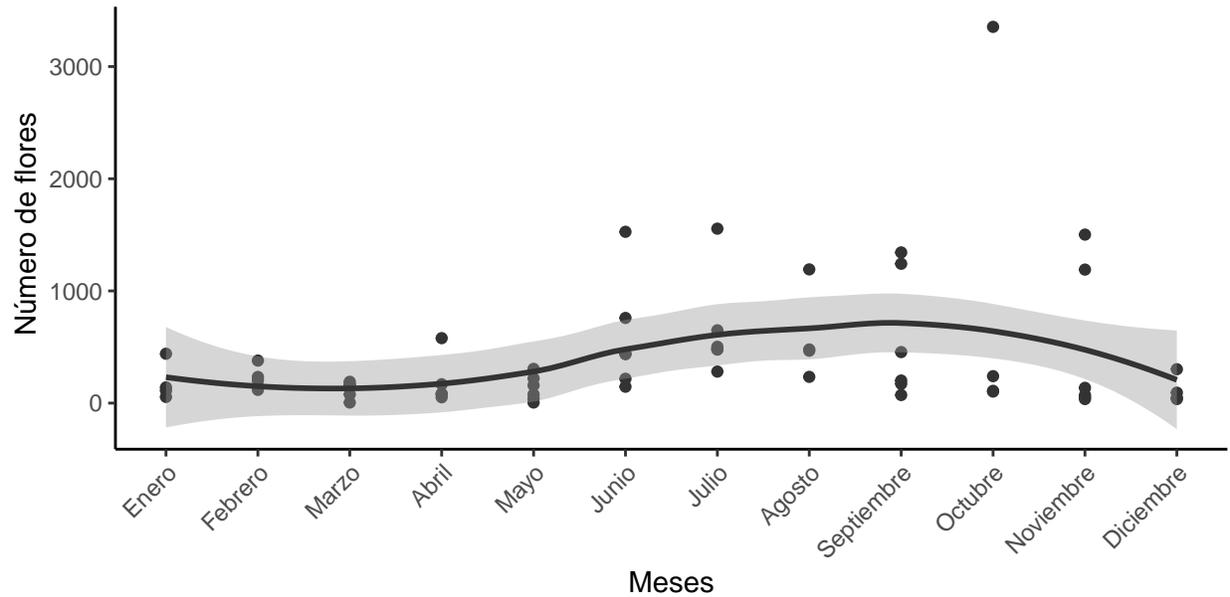


Figure 7: Abundancia de flores por mes. Los puntos representan la suma de flores en cada mes y la línea negra representa la tendencia media.

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.

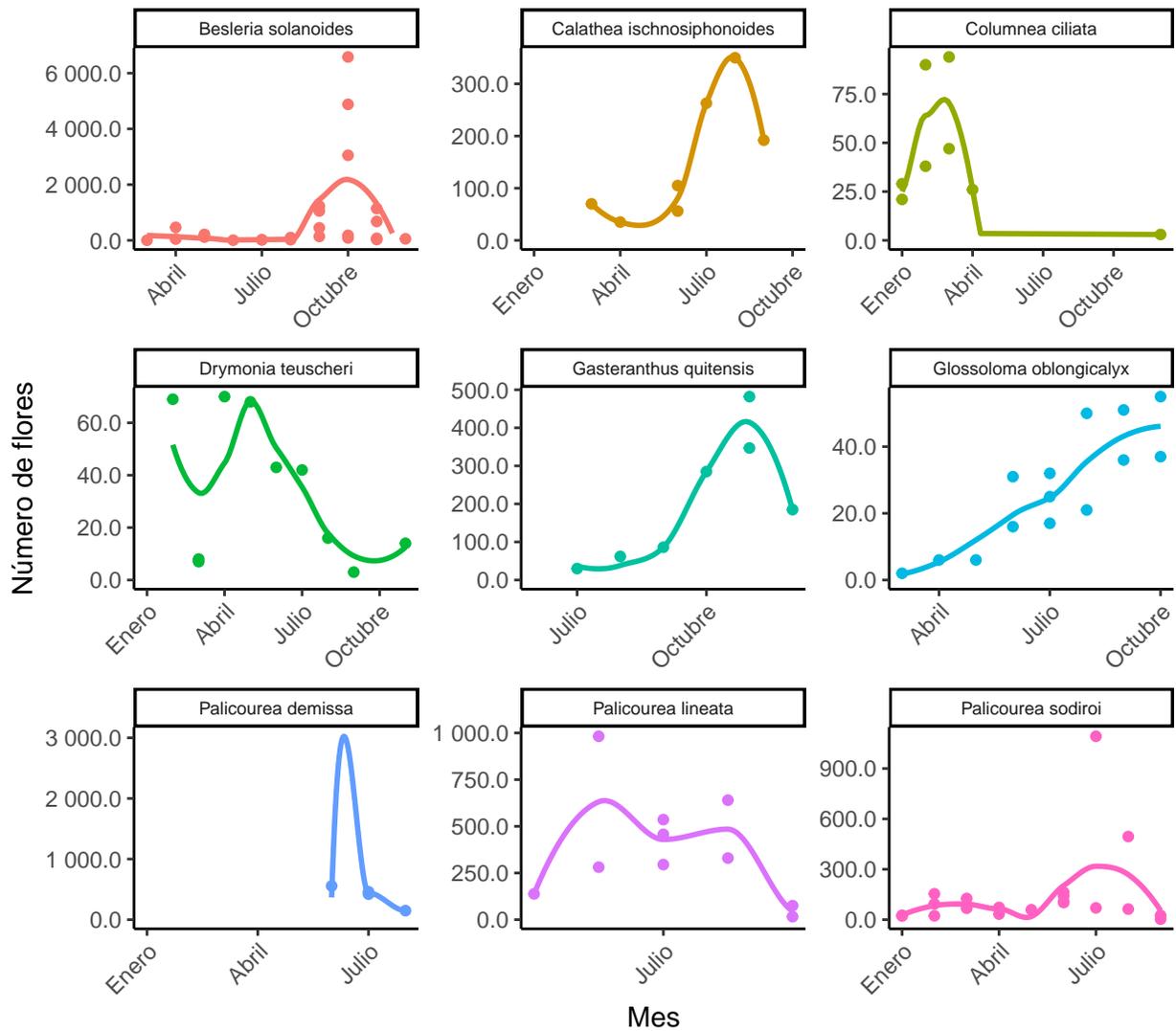


Figure 8: Fenología de las plantas más comunes por mes. Los puntos representan el número de flores contadas en cada mes y la línea representa la tendencia media. Cada color representa una especie de planta diferente.

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

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*, *Columnea*) o muy raramente árboles pequeños (*Shuaría*, *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. Hay 22 especies en Santa Lucía. Los géneros *Columnea* (6 spp.) y *Gasteranthus* (4 spp.) tienen más especies. Cuatro especies son endémicas y amenazadas: *Columnea ovatifolia* está en peligro de extinción (EN) y *Columnea katzensteiniae*, * *Drymonia collegarum*, *Gasteranthus lateralis** son vulnerables (VU). También hay una nueva especie *Columnea* que se comparte con Las Gralarias, Puyucunapi y Sachatamia.

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). Una especie de *Pitcairnia* es probablemente nueva y está restringida en el área de Mashpi. En Santa Lucía están presentes catorce especies. *Guzmania* es el género más diverso con 8 especies. Cuatro especies son endémicas: *Pitcairnia sodirio*, *Guzmania jaramilloi*, *Pitcairnia fusca* y *Guzmania bakeri*, esta última está en categoría vulnerable (VU) a la extinción.

La red de interacciones

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

Al analizar la estructura de la red, encontramos que la planta *Fuchsia macrostigma* y el colibrí *Agelaiocercus coelestis* son las especies clave que mantienen unida a la red. Si se pierden, la red se volverá menos estable. Por el contrario, *Meriania tomentosa* y *Phaethornis striigularis* son especies muy especializadas, lo que significa que interactúan con un pequeño grupo de especies especializadas.

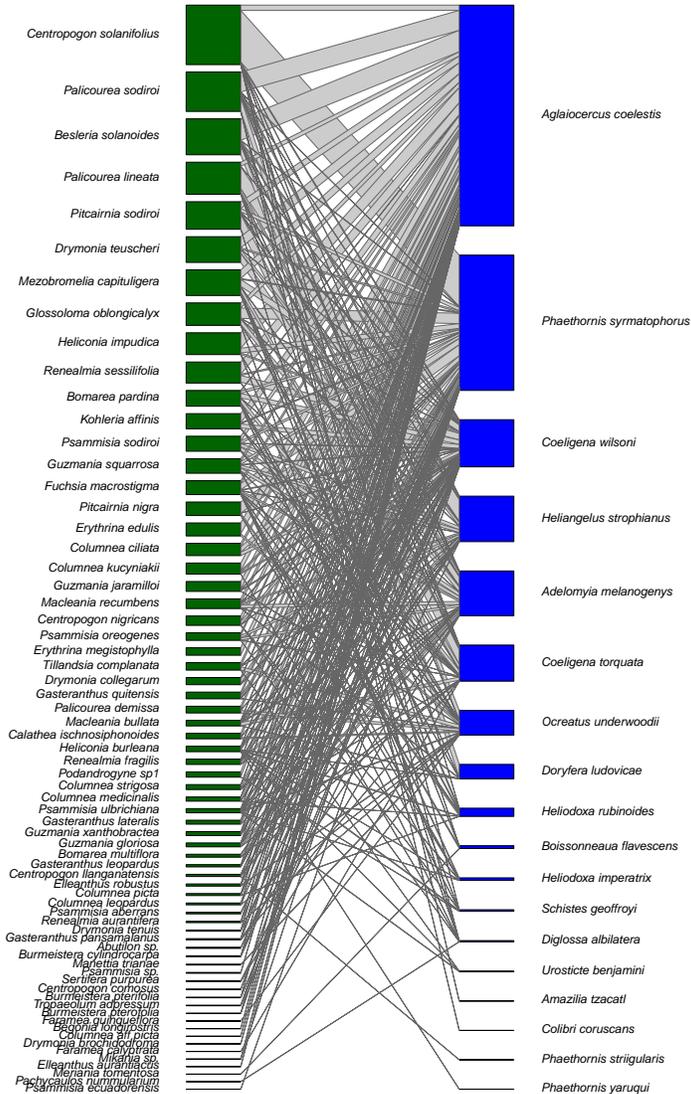


Figure 9: Red de interacciones. El azul representa los colibríes y el verde las plantas. Cada línea representa una interacción entre un colibrí y una planta obtenida en las observaciones de las cámaras. Las líneas más gruesas indican que la interacción fue común, mientras que las líneas delgadas indican 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 *Fuchsia macrostigma* y *Centropogon solanifolius* se puede utilizar para procesos de restauración en Santa Lucía. Estas especies ofrecen recursos a más colibríes que las otras plantas en las que registramos colibríes alimentándose (12 especies).
- *Phaethornis striigularis* es el colibrí más especializado. Especies como *Centropogon llanganatensis* is son clave para mantener este colibrí en Santa Lucía.
- Santa Lucía muestra un claro pico de floración durante junio y julio.
- Santa Lucía tiene una comunidad de colibríes compuesta por algunas especies del altiplano. Además, también se registró en Santa Lucía el colibrí *Colibri coruscans*, típico de las zonas perturbadas.
- En Santa Lucía se registró una nueva especie de planta, *Columnea sp.nov* . Esta especie también está presente en Sachatamia, Puyucunapi y Las Gralarias.

Agradecimientos

Agradecemos al Consejo Europeo de Investigación (acuerdo de subvención de la UE 787638), la Fundación Nacional de Ciencias de Suiza (subvención nº 173342) y la National Geographic Society (acuerdo de subvención 9952-16) por el apoyo financiero. También estamos agradecidos con la comunidad de Santa Lucía por su apoyo con el proyecto en la reserva. 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.