



Estado del arte de las redes ecológicas de polinización y visitantes florales del Perú

State of the art of ecological networks pollination and floral visitors in Peru

Katherin Bernabé Paniagua^{1,2,*}, Nora Malca-Casavilca², Akira A. Wong Sato^{1,3}, Italo Revilla⁴, Julissa M. Churata-Salcedo⁴, Miriam G. Zea-Fernández¹, Emilio Bonifaz⁵, Luis Hiyo-Bellido⁵, Roger Barboza⁶ y Robin Fernandez-Hilario^{1,7}

Recibido: 21 marzo 2024 | **Aceptado:** 02 julio 2024 | **Publicado en línea:** 31 julio 2024
Citación: Bernabé Paniagua, K; Malca-Casavilca, N; Wong Sato, AA; Revilla, I; Churata-Salcedo, JM; Zea-Fernández, MG; Bonifaz, E; Hiyo-Bellido, L; Barboza, R; Fernandez-Hilario, R. 2024. Estado del arte de las redes ecológicas de polinización y visitantes florales del Perú. Revista Forestal del Perú 39(1): 116-149. DOI: <https://doi.org/10.21704/rfp.v39i1.2113>

¹División de Ecología Vegetal - CORBIDI, Calle Santa Rita 105 Of. 2, Urb. Huertos de San Antonio Monterrico, Surco, Lima, Perú.

²Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería Geológica Minera, Metalúrgica y Geográfica. Maestría en Ciencias Ambientales con Mención en Gestión y Ordenamiento Ambiental del Territorio. Ciudad Universitaria UNMSM, Lima, Perú, Av. Amezaga 375, Lima, Perú.

³Departamento Académico de Manejo Forestal, Universidad Nacional Agraria La Molina, Av. La Molina s/n, La Molina, Lima, Perú.

⁴Instituto Científico Michael Owen Dillon - IMOD, Av. Jorge Chávez 610, Cercado, Arequipa.

⁵Departamento de Zoología - Museo de Historia Natural "Vera Alleman Haeghebaert", Universidad Ricardo Palma (URP), Santiago de Surco, Lima, Perú.

⁶Museo de Historia Natural Víctor Francisco Baca Aguinaga, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

⁷Programa de Pós-Graduação em Botânica, Universidade Federal do Paraná, Caixa Postal 19031, CEP 81531-970, Curitiba, PR, Brazil.

* Autor de Correspondencia: kbernabepaniagua@gmail.com

Resumen

La polinización es un servicio ecosistémico de gran importancia para la humanidad, aunque en países megadiversos como Perú existe gran desconocimiento sobre la diversidad de polinizadores, sus interacciones, dinámica y distribución biogeográfica. Se resalta la necesidad de información sobre dichos aspectos en el territorio peruano y de identificar las áreas donde hay vacíos de conocimiento. Se recopilaron e identificaron 162 fuentes bibliográficas que documentan interacciones de polinización en el Perú, publicadas desde 1965 hasta 2023. Se registraron 2,537 interacciones, correspondientes a 970 especies y morfoespecies de plantas, predominantemente de los órdenes Asterales, Lamiales y Fabales, junto con 671 especies y morfoespecies de animales de las clases Arachnida, Insecta, Mammalia y Aves. Finalmente, se identificaron 207 lugares de muestreo para interacciones a nivel nacional, destacando la concentración de registros en departamentos como Lambayeque, Cusco, Huánuco, Lima, Madre de Dios y Cajamarca, mientras que no se encontraron registros para Ayacucho, Moquegua y Tacna. Este estudio contribuye en llenar algunos vacíos de información sobre la biodiversidad y visitantes florales en Perú, proporcionando una base sólida para futuras investigaciones y acciones de conservación.

Palabras clave: visitantes florales, polinizadores, interacciones ecológicas, Perú, lagunas de información, Hymenoptera, Apidae, Trochilidae, Chiroptera, Asterales, Lamiales, *Apis mellifera*

Abstract

Even though pollination is an ecosystem service of great importance for humanity, in many megadiverse countries such as Peru, little is known about the diversity of pollinators and floral visitors, their interactions, their dynamics and biogeographic distribution. Thus, we highlight the need of information on the diversity of pollinators and their interactions with plants in the Peruvian territory, and to identify information gaps. We compiled and identified 162 bibliographic sources on pollination interactions in Peru published from 1965 to 2023. We noted 2,537 interactions, corresponding to 970 species and morphospecies of plants distributed mainly of the orders Asterales, Lamiales and Fabales; and 671 species and morphospecies of animals of the classes Arachnida, Insecta, Mammalia and Aves. Finally, we identified 207 sampling locations for pollination interactions at the national level. Among which the departments with the greatest number of records were Lambayeque, Cusco, Huánuco, Lima, Madre de Dios and Cajamarca; in contrast, we did not find records for Ayacucho, Moquegua and Tacna. With this information, we corrected some information gaps regarding the knowledge of the diversity of the pollination interactions and floral visits in Peru.

Key words: floral visits; pollination; ecological interactions; Peru; information gaps, Hymenoptera, Apidae, Trochilidae, Chiroptera, Asterales, Lamiales, *Apis mellifera*

Introducción

La polinización es un proceso ecológico importante que asegura la fecundación, el posterior desarrollo, la mejora de la calidad, la cantidad de semillas y frutos de muchas plantas con flores en diversos ecosistemas (Meléndez *et al.* 2020), es considerada un servicio ecosistémico fundamental, ya que mantiene procesos y funciones naturales de ecosistemas silvestres y

agrícolas (FAO 2014). Más del 90 % de las plantas con flores y más de tres cuartas partes de los cultivos básicos que alimentan a la humanidad dependen de polinizadores para su reproducción (Sharma y Abrol 2014).

En el proceso reproductivo de las plantas con flores, la polinización a nivel global se lleva a cabo por dos tipos de vectores: bióticos y abióticos. Aproximadamente el 80 % de las an-

giospermas son polinizadas por vectores bióticos como insectos, aves y murciélagos, mientras que el restante por vectores abióticos como el agua y el viento (De Lima *et al.* 2017). La fertilización exitosa ocurre en la polinización cruzada a diferencia de la autopolinización o la apomixis, donde no hay intercambio genético entre individuos de una misma especie (da Silva *et al.* 2020).

La polinización por vectores bióticos se da mayormente en los bosques tropicales lluviosos de tierras bajas (Bawa 1990). Por ejemplo, en los bosques de América Central, los insectos son responsables del 95 % de la polinización de los árboles del dosel, mientras que los murciélagos y otros taxones pueden polinizar entre el 20 % y 25 % a nivel del subdosel y sotobosque (Sharma y Abrol 2014). A pesar de la importancia de los vectores bióticos en muchos países de América del Sur, incluyendo Perú, aún persiste un gran vacío de conocimiento sobre la diversidad de polinizadores (Freitas *et al.* 2009).

En años recientes, el análisis de redes ecológicas ha ganado relevancia para comprender las funciones y estructuras dentro de los ecosistemas. Desde las primeras observaciones de fenómenos naturales, seguido del desarrollo de los primeros modelos de organización de cadenas tróficas de Leeuwenhoek o Linnaeus en los siglos XVII y XVIII, hasta las redes más complejas de Charles Elton, se ha avanzado considerablemente en la representación interacciones ecológicas (Ings y Hawes 2018; Martínez-Falcón *et al.* 2019). Estas redes en la actualidad muestran las interacciones entre especies o grupos que conforman una comunidad y explican el comportamiento de estas a nivel funcional y estructural (Bascompte y Jordano 2008).

En el análisis de los estudios de redes de polinización en el neotrópico identifican importantes déficits de conocimiento en biodiversidad, como el déficit Linneano (falta de conocimiento taxonómico), Wallaceano (falta de conocimiento sobre distribución de especies) y Eltoniano (falta de conocimiento sobre

interacciones), categorías propuestas por Hortal *et al.* (2015). Estudios realizados en Chile, Brasil y México han identificado vacíos significativos y resaltan la necesidad de recopilar y estandarizar información para profundizar en el conocimiento y facilitar la conservación de los polinizadores (Muschett y Fontúrbel 2022; De Pinho *et al.* 2018; Nava *et al.* 2022).

En Perú, el trabajo de Lizárraga *et al.* (2008) fue el primer esfuerzo por recopilar información sobre polinizadores registrados en Perú, pero la falta de una base de datos accesible de los registros no permitió la reutilización de la información.

Investigaciones como las de Pocock *et al.* (2012) han demostrado la utilidad de estudiar las redes ecológicas en el área agrícola y su relación con la pérdida de especies. Del mismo modo, Windsor *et al.* (2022) sugieren que el estudio de las redes ecológicas que interconectan áreas agrícolas y no agrícolas permite la inclusión de servicios ecosistémicos como nodo dentro de la red, lo que suma importancia a los diseños de estrategias de gestión, conservación y restauración de múltiples ecosistemas sirviendo de manera sustancial a la toma de decisiones a nivel local y regional. Por otro lado, en Perú, Watts *et al.* (2016) utilizaron el análisis de las redes de visitantes florales en los Andes tropicales para entender los roles topológicos de las especies y su especialización.

En este contexto, esta investigación pretende (1) recopilar registros existentes en diversas fuentes de visitantes florales y polinizadores, y (2) analizar los vacíos de información sobre el conocimiento de biodiversidad en el ámbito nacional; resultando en la primera base de datos interacciones de polinización y visitantes florales del Perú de libre acceso.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión bibliográfica de trabajos científicos desarrollados en Perú que documentan las interacciones entre plantas, polinizadores y visitantes florales, siendo dividida en tres etapas:

1. Búsqueda de fuentes bibliográficas: Se realizó una recopilación sistemática de artículos científicos, capítulos de libros, tesis y otros documentos publicados sobre polinizadores, visitantes florales e interacciones planta-polinizador desarrolladas en Perú. Esta recopilación se dio entre septiembre y diciembre del 2023.

La búsqueda de estudios se realizó en Scopus (<https://www.scopus.com/>), Google Scholar (<https://scholar.google.com>) y Scielo (<https://scielo.org/>), en las cuales se utilizó las siguientes combinaciones de palabras clave en español, inglés, alemán y portugués: “Polinización Perú”, “Polinizador Perú”, “Pollinators”, “Pollination Peru”, “Visitadores florales Perú”, “Interacciones Perú”, “Interactions Peru”, “Peruanische Bestäubung”, “Polinização Peru”, “Interações Peru”, “Visitantes florais Peru”, “Bats pollination Peru”, “Insects pollination Peru”, “Birds pollination Peru”, “Polinización cultivos” y “Polinización agricultura”.

Adicionalmente, se consultaron artículos en bibliotecas particulares parcial o completamente digitales como: Revista Quepo, Revista Forestal Peruana, Revista Xilema y el Boletín del Museo de Historia Natural “Javier Prado”. Finalmente, se tomaron en cuenta los registros de Roger Barboza por ser una información validada y se encuentra disponible en la base de datos virtual como iNaturalist (<https://www.inaturalist.org/people/rogerbarbz>) y eBird (<https://ebird.org/profile/ODIxNjIz/PE-LAM>).

2. Sistematización de fuentes bibliográficas y datos: De los documentos obtenidos se extrajo la referencia completa de la fuente, así como la siguiente información detallada: tipo de fuente (artículo científico original, base de datos virtual, libro, tesis y otros), año de publicación, idioma de publicación, país de origen, autor principal, institución afiliada del autor principal, género del autor principal, proporción de mujeres en el equipo de investigación, localización del área de muestreo (departamento, provincia, distrito, coordenadas geográficas, las cuales fueron convertidas a grados decimales, sexagesimales y a UTM),

altitud, mes y año de muestreo. Cabe añadir que se generaron las coordenadas y altitudes cuando la fuente solo especificaba la ubicación en torno al departamento, provincia o localidad en la que se realizó el estudio.

Desde la perspectiva analizada, las investigaciones pueden ser clasificadas en dos categorías principales: La primera de ellas se enfoca en estudios agrícolas relacionados con cultivos o apicultura. Por ejemplo; Rojas (2011) con la identificación de insectos polinizadores en sachá inchi, Marquez-Castellanos *et al.* (2019) sobre cruza entre variedades de papa nativa, y Yuca-Rivas (2017) acerca del espectro polínico de la miel. La segunda categoría tiene un enfoque no agrícola, los estudios se ejecutaban en ecosistemas naturales o con fines netamente de conocimiento. Por ejemplo, Sajami (2019) en la identificación de abejas nativas, Watts *et al.* (2011) en la investigación sobre la modularidad y los roles topológicos de las especies y especialización de comunidades de plantas y polinizadores, y Ochoa-Zavala (2016) en el estudio de visitantes florales y diferencias morfológicas de plantas de *Lupinus*.

Para los datos se extrajeron las especies o morfoespecie de flora y de visitantes florales o polinizadores de cada investigación. Los nombres se registraron inicialmente según el nivel taxonómico encontrado (clase, orden, familia, especie); luego se generaron columnas denominadas con el mismo nivel taxonómico bajo la denominación “generada y/o confirmada”. En estas últimas celdas, se revisó la gramática y la ortografía para verificar que los nombres estén bien escritos, uniformizar la data y evitar dobles registros de la misma especie.

La verificación de la nomenclatura y sinonimia, así como la determinación nativa o exótica de las especies de plantas, se realizó conforme al Checklist of the Vascular Plants of the Americas (VPA) (<https://www.tropicos.org/Project/VPA>, Ulloa *et al.* 2017), Plants of the World Online (POWO) (<https://powo.science.kew.org/>, POWO 2023) y literatura especializada para algunos casos como Cactaceae (Ostolaza 2014), *Inga* (Fabaceae)

(Reynel y Pennington 1997, Pennington 2024) y *Solanum* (Solanaceae) (Särkinen *et al.* 2015). Respecto a los polinizadores y/o visitantes florales, se verificaron mediante consultas en el “Global Biodiversity Information Facility” (<https://www.gbif.org/>), “The Catalogue of Life” (<https://www.catalogueoflife.org/>), “List of the Birds of Perú 2023” (<https://sites.google.com/site/boletinunop/checklist>), y la “Lista actualizada de la diversidad de los mamíferos del Perú y una propuesta para su actualización” (Pacheco *et al.* 2021). En casos específicos dentro de la entomofauna, se consultó Callaghan (2003), “Coleoptera Neotropical” (<http://www.coleoptera-neotropical.org>), “Biodiversity Heritage Library” (<https://www.biodiversitylibrary.org/search?styp= F&searchTerm=Pseudo-mops+laticornis#/names>), y “Moth Photographers Group at the Mississippi Entomological Museum” (<https://mothphotographersgroup.msstate.edu/species.php?hedges=3889>). En cuanto a la clasificación de las abejas, aunque existe bibliografía que justifica el establecimiento de una única familia de abejas (Mello y Gonçalves 2005), se optó por seguir el sistema tradicional de familias separadas que predomina en la literatura y guarda gran cantidad de información jerárquica bien establecida (Engel *et al.* 2021)

3. Análisis de datos: Cada investigación podía contener una a más zonas de muestreo, es decir que un estudio publicado pudo haber ejecutado la investigación en uno o más lugares. Para este análisis, se verificaron las coordenadas geográficas obtenidas utilizando Google Earth Pro versión 7.3 para asegurar que todas las ubicaciones efectivamente se encuentren en Perú y correspondan al sitio textual según el artículo o publicación. El análisis de distribución de las fuentes e interacciones se realizó por rango altitudinal, a nivel de departamento, y de acuerdo con las ecorregiones propuestas por Pulgar (2014). Se optó por esta clasificación porque permite simplificar la geografía diversa y compleja del Perú. Finalmente, se verificó que los estudios se hayan realizado dentro de áreas naturales protegidas de administración nacional, como parques nacionales, santuarios naciona-

les, santuarios históricos, reservas nacionales, refugios de vida silvestre, reservas paisajísticas, reservas comunales, bosques de protección, cotos de caza y zonas reservadas; y dentro de áreas naturales protegidas de administración regional o privada con fines de conservación (<https://www.gob.pe/institucion/sernanp/informes-publicaciones/2560580-listado-oficial-de-las-areas-naturales-protegidas>).

Debido a que se encontraron varias morfoespecies, es decir individuos de plantas o animales que no presentaron una identificación taxonómica hasta nivel de especie (y en algunos casos hasta familia, orden o clase) en la fuente, se les asignó la sigla “sp.” seguida de una numeración de acuerdo al orden de la fuente registrada para no superponer un individuo que podría ser una especie diferente de otra. Además, se analizó cuidadosamente la interacción entre plantas y animales, considerando únicamente aquellos casos donde los autores mencionan explícitamente que un animal poliniza una planta. En ausencia de esta mención, la interacción se etiquetó como “visitador floral”. De manera similar, cada especie vegetal y su correspondiente interacción con una especie animal representó un registro. Por ejemplo, en registros donde solo hay dos especies de plantas reportadas en la publicación, pero 15 especies de animales que polinizaron/visitaron estas dos especies, entonces este registro tendrá 30 filas de datos.

Resultados

Análisis de fuentes de información

Se generó una base de datos con 162 fuentes bibliográficas publicadas desde 1965 hasta el 2023 (material S1, disponible en DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12154695>). De estas publicaciones, el 48.76 % fueron artículos científicos y el 22.22 % correspondió a tesis, así como a la base de datos virtual (Figura 1). De dichas fuentes, el 30.24 % tuvo enfoque agrícola. Además, el 54.4% de los autores confirmó la legitimidad de las interacciones entre plantas y animales como polinizadores o visitantes florales.

Basados en el país de publicación, la mayor cantidad de fuentes bibliográficas provienen de Perú (50.62 %), seguido de Estados Unidos (25.31 %), y con menor cantidad de Australia (9.26 %) y otros países (14.81 %). Del mismo modo, las instituciones que más representaron los autores principales de dichas investigaciones fueron principalmente peruanas (74.07 %), con menor número extranjeras como estadounidense (8.02 %), alemanas (8.02 %), entre otras (Figura 2). En términos de idioma, el 59.87 % de las fuentes fueron publicadas en español, el 38.27 % en inglés y el 1.85 % en alemán.

Un total de 296 investigadores, tanto mujeres como hombres, contribuyeron con estudios relacionados con las interacciones de polinización, dichos autores participaron en no más de cinco investigaciones, excepto por la base de datos virtual que abarca 36 registros del mismo autor. El 33.44 % de los autores fueron mujeres, siendo aún más bajo el número de mujeres como autores principales (22.83

%). Respecto al tipo de fuente bibliográfica, el 38.88 % corresponde a tesis, el 26.93 % a artículos científicos originales, el 28.57 % a libros y el 25 % a otras fuentes donde una mujer fue la autora principal. Según la base de datos recopilada, Caraipoma, L; Scurrah, M; Maguiña, R; y Sayas Rivera, R. son autoras de más de tres fuentes bibliográficas; sin embargo, las autoras que registraron más de 100 interacciones fueron Correa Seminario, VA; Maguiña, R. y Watts, S.

Análisis de datos de especies

El listado de las especies de polinizadores y/o visitantes florales, así como de especies vegetales polinizadas y/o visitadas, es presentado en el material S2 (disponible en DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.12154695>). Estos cuadros incluyen la información taxonómica a la que pertenece cada especie nativa o exótica, número de interacciones que se registran en las fuentes, para el caso de los animales el tipo de interacción: polinizador y/o visitador floral y para

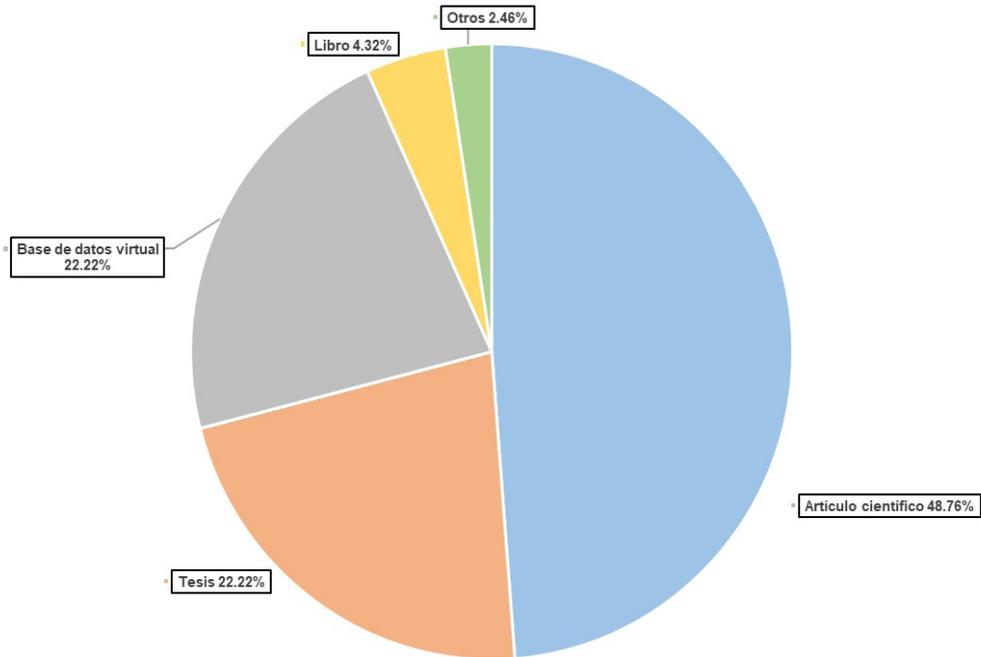


Figura 1. Fuentes en donde se registraron visitantes florales y polinizadores del Perú.

el caso de las plantas la clase de animal con las que tuvieron interacción.

En cuanto a las plantas, se registraron un total de 575 especies y 379 morfoespecies, agrupadas en 41 órdenes y 120 familias. El 60.58 % de los registros de plantas se encontraron identificados hasta especie, el 26.10 % hasta género y el 13.72 % hasta familia (Figura 3). Los órdenes más diversos fueron Asterales (146 spp.), Lamiales (115 spp.) y Fabales (89 spp.).

Cabe decir que se han observado fuentes bibliográficas enfocadas en ciertas plantas, los cuales han podido influir en el número de interacciones registradas que se verán más adelante. Entre las plantas nativas estudiadas de manera específica se encuentran: *Plukenetia volubilis* “Sacha inchi”, *Myrciaria dubia* “Camu camu”, *Gossypium hirsutum* “Algodón”, *Theobroma cacao* “Cacao”, *Salvia rhombifolia* y *Anthurium andreaeanum* “Anturio”, *Hyospathe*

elegans “Palmera”, *Costus guanaiensis*, *Solanum sessiliflorum* “cocona”, *Annona mucosa* “Anóna”, *Sanchezia oblonga* y *Weberbauerocereus weberbaueris* se registraron en no más de cuatro investigaciones cada uno. Las plantas exóticas como *Elaeis guineensis* “Palma aceitera” *Cucurbita moschata* “Loche”, *Passiflora edulis* “Maracuya”, *Musa spp.* “plátano”, *Coffea arabica* “café”, *Mangifera indica* “Mango”, *Capsicum annuum* “Aji”, *Phaseolus vulgaris* “frijol bayo” y *Persea americana* “palta” en no más de cinco investigaciones (ver S2).

Por otro lado, se registraron 686 especies y morfoespecies de animales, donde el grupo más diverso de polinizadores y visitantes florales perteneció a la clase Insecta (83.94 %). Dicha clase estuvo representada por el orden Hymenoptera con 285 especies y morfoespecies, y este a su vez por la familia Apidae con 150 especies y/o morfoespecies, de las cuales 84 y 76

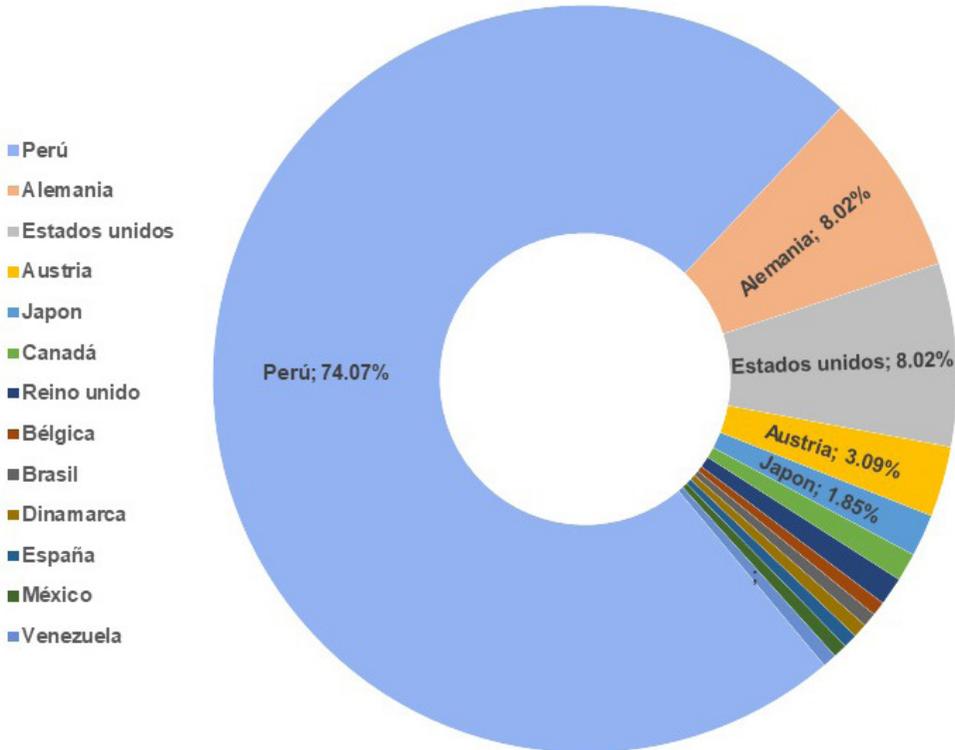


Figura 2. Instituciones a las que representaron los autores principales de las investigaciones.

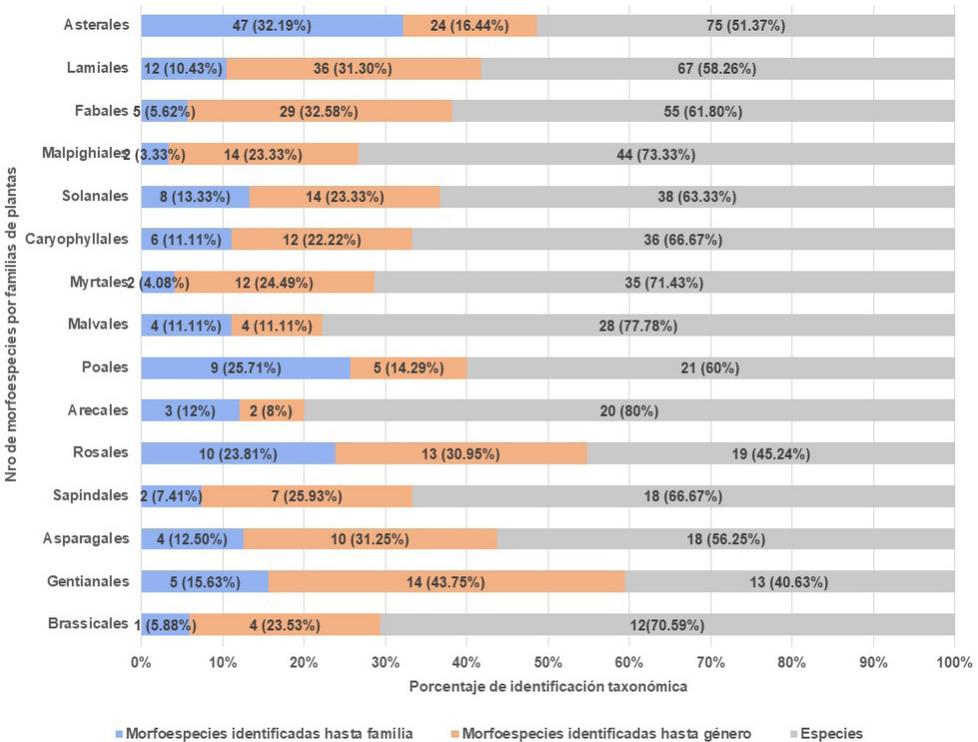


Figura 3. Riqueza e identificación taxonómica de especímenes de flora visitada o polinizada, registrados por orden.

especies y/o morfoespecies son polinizadores y visitantes florales respectivamente. El Cuadro 1 muestra el resumen de los órdenes y familias de especies polinizadoras y/o visitantes florales más representativos, teniendo en cuenta que estas pudieron registrarse de ambas maneras en distintas referencias. A nivel general, 31.67 % de los animales fueron identificados hasta especie, el 30.80 % hasta el género y el 33.57 % hasta la familia (Figura 4, S2).

De la misma forma que en plantas, los visitantes florales y/o polinizadores se registraron en fuentes bibliográficas enfocadas en ciertas especies; sin embargo, el número fue bajo, lo que no significa que dichas especies no hayan sido registradas en otras fuentes. Por ejemplo, solo dos investigaciones estaban enfocadas en *Apis mellifera* “Abeja europea” y dos en *Platalina genovensium* “murciélago longirostro peruano”. No obstante, las investigaciones con en-

foque agrícola, también contienen un registro de especies apícolas incluyendo *Apis mellifera*. Por último, siete estudios se enfocaron en el orden Hymenoptera, tres estudios en el orden Díptera y seis estudios en la familia Trochilidae (para mayor detalle ver S2).

Análisis de datos de interacción

Para este análisis, solo se consideró 157 fuentes. Se excluyeron cinco por dos razones: (1) solo proporcionaron un listado de especies de polinizadores y plantas sin mencionar quien interactúa con quien y (2) solo referían que la investigación se dio en los Andes peruanos o en todo el Perú, sin especificar una localidad.

Como resultado, se recopilamos un total de 2 537 registros de interacciones entre plantas y animales. Según los autores, las plantas con más interacciones de visitas florales y polinización pertenecen a los siguientes órdenes: Lamiales

Orden (total de especies)	Familia	Polinizador	Visitador floral	Polinizador y visitador floral
Apodiformes (69)	Trochilidae	30	52	69
Chiroptera (10)	Phyllostomidae	4	8	10
Coleoptera (99)	Curculionidae	5	19	24
Diptera (125)	Tabanidae	1	2	37
Hymenoptera (285)	Apidae	84	76	150
Lepidoptera (46)	Nymphalidae	2	7	9

Cuadro 1. Número de visitantes florales y/o polinizadores registrados, por orden y familia de los órdenes más diversos: Hymenoptera, Apodiformes, Diptera, Coleoptera, Chiroptera y Lepidoptera, donde ND: especies con familia no determinada. Se muestran las familias más diversas.

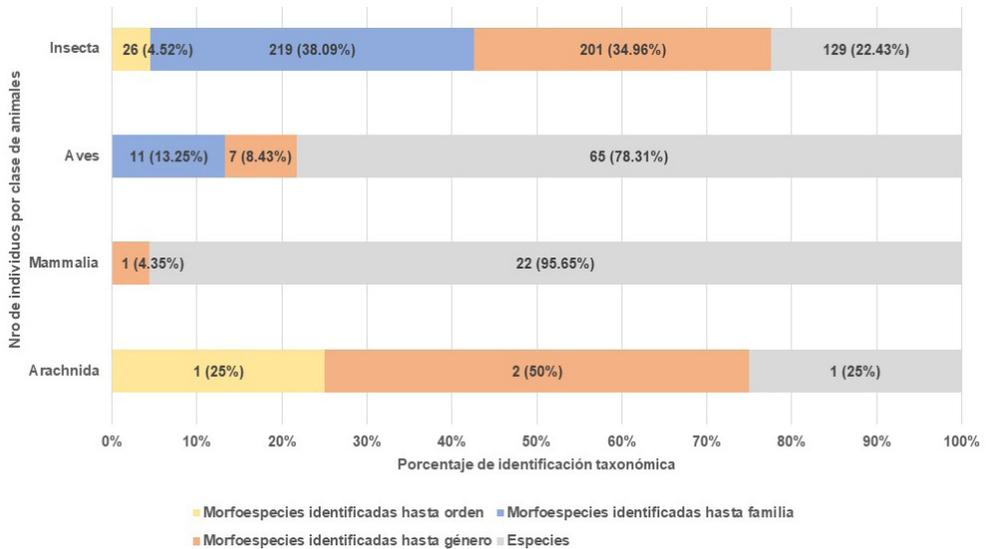


Figura 4. Riqueza e identificación de especímenes de animales visitantes y/o polinizadores registrados por Clase.

(209 interacciones de visitas florales y 125 de polinización), seguido del Asterales (186 visitantes florales y 126 polinizadores), Arecales (169 visitantes florales y 30 polinizadores), Solanales (134 visitantes florales y 55 polinizadores), Myrtales (124 visitantes florales y 22 polinizadores), Fabales (118 visitantes florales y 39 polinizadores) (Figura 5).

Las especies y morfoespecies de plantas que solo tuvieron una interacción fueron 368 y 311 respectivamente. Entre las plantas nativas

con más interacciones registradas se encuentran *Hyospathe elegans* “Palmera” (54 interacciones), *Gossypium barbadense* “Algodón” (52 interacciones), *Theobroma cacao* “Cacao” (39 interacciones), *Plukenetia volubilis* “Sacha inchi” (37 interacciones), *Myrciaria dubia* “Camu camu” (35 interacciones); mientras que las especies de plantas exóticas con más interacciones fueron: *Coffea arabica* “café” (24 interacciones), *Solanum tuberosum*, *Helianthus annuus*, *Coriandrum sativum* y *Foeniculum vulgare*

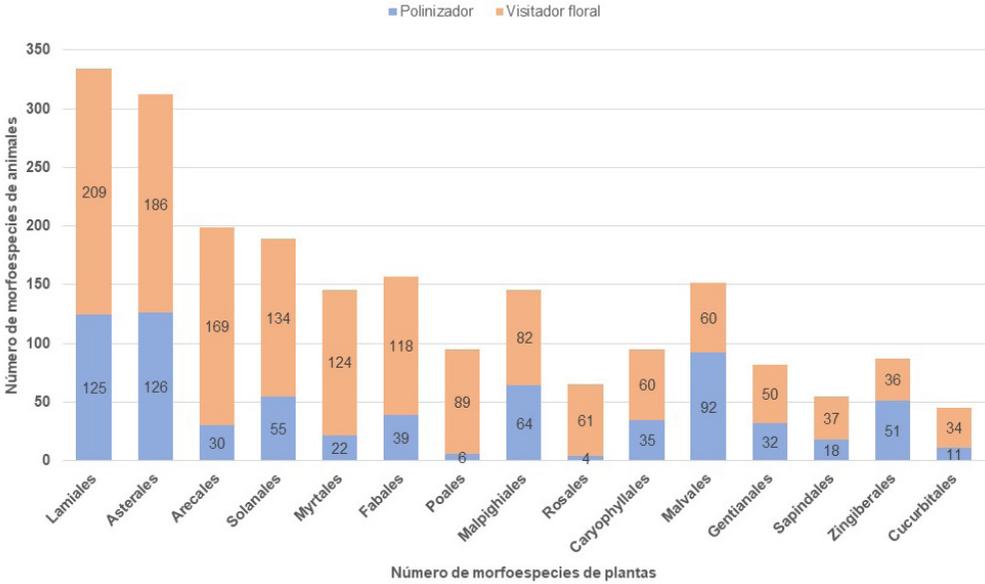


Figura 5. Interacciones registradas por Orden de plantas.

(19 interacciones cada uno), *Elaeis guineensis* “Palma aceitera” (16 interacciones), *Mangifera indica* “Mango” (13 interacciones), *Capsicum annuum* “Aji” (11 interacciones) (para mayor detalle ver S2).

En relación a los animales, el orden con más interacciones con plantas fue Hymenoptera con 1 409 interacciones, seguida de Apodiformes (Aves, pero aquí solo los Trochilidae actuaron como polinizadores y/o visitantes florales) con 485 interacciones, Diptera (184 interacciones), Coleoptera (151 interacciones) y Chiroptera (148 interacciones); y las familias con más interacciones fueron Apidae y Trochilidae con 1 169 interacciones y 485 interacciones, respectivamente (Figura 6).

Por último, 88 especies y 394 morfoespecies de animales tuvieron solo una interacción; de ello, la especie más predominante fue *Apis mellifera* (Apidae) especie exótica con 645 interacciones de visitas florales y 198 de polinización; seguida de *Metallura theresiae* (Trochilidae),

especie nativa con 52 interacciones de visitas florales y ninguna de polinización; y *Bombus funebris* (Apidae) especie nativa con 17 interacciones de visitas florales y 13 de polinización (para mayor detalle ver S2).

Análisis espacio-temporal de las investigaciones

De acuerdo con lo recopilado, las fuentes bibliográficas que registran interacciones entre plantas y polinizadores o visitantes florales iniciaron en 1965 en Lima. La mayoría de los estudios, incluyendo artículos, libros y tesis, fueron conducidos y publicados por investigadores extranjeros en revistas internacionales. Hasta el año 2000, solo 4 de las 20 investigaciones publicadas fueron realizadas en Perú y escritas en español. En adelante, el registro de fuentes bibliográficas ha aumentado, habiendo picos de 7 a 17 artículos científicos al año en el 2007, 2009, 2013, 2016 y 2018; de igual forma para las tesis en los años 2012, 2015, 2019 y 2022, con un promedio de 9 tesis por año.

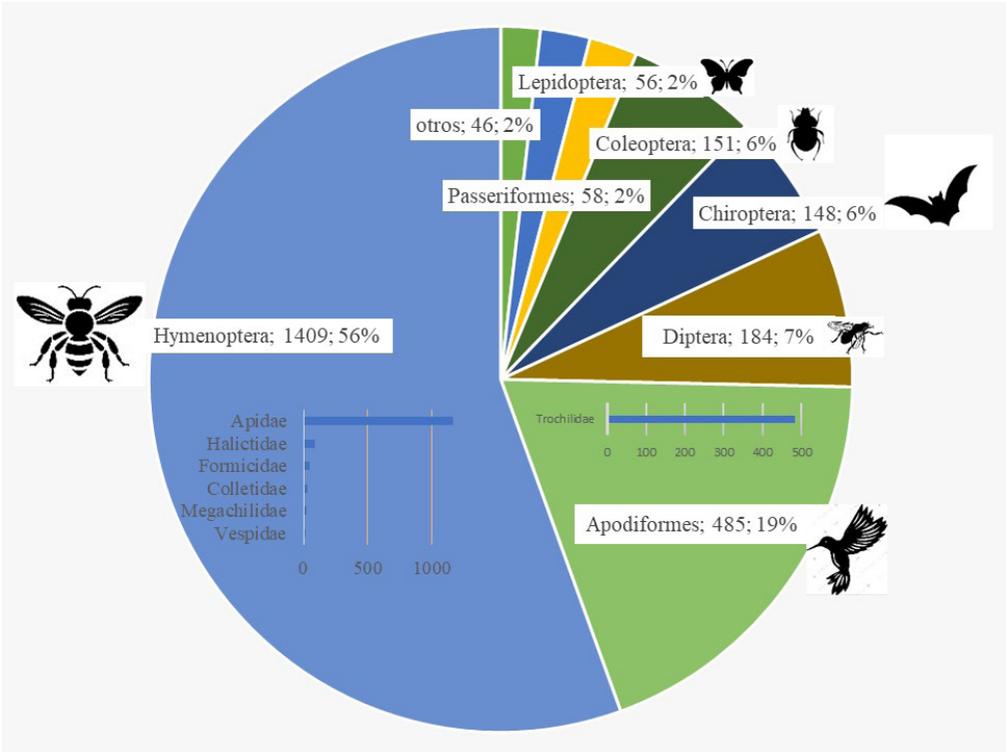


Figura 6. Interacciones de polinizadores y visitantes florales del Perú para los órdenes Hymenoptera, Apodiformes, Diptera, Coleoptera y Chiroptera. Para los órdenes más diversos se presenta un histograma de barras con la cantidad de especies registradas para cada familia.

En general, la mayor concentración de fuentes bibliográficas publicadas se dio en el año 2018, con 20 investigaciones. Luego de ello se visualiza una baja de fuentes publicadas en el 2020 y 2021 con 9 y 5 fuentes respectivamente. En estos dos años, solo una fuente registró muestreos de campo en enero del 2020, indicando que las publicaciones en estos años se basaron en muestreos realizados desde el 2015 hasta enero del 2020, y desde abril hasta junio del 2021. Además, la base de datos virtual solo fue registrada en el 2023 (Figura 7).

Dicho lo anterior, de las 162 fuentes bibliográficas analizadas, se obtuvieron 207 lugares de muestreo para interacciones, ubicadas en un rango altitudinal de 0 a 4 800 m s.n.m de la vertiente occidental y oriental

del Perú. A pesar de que nuestro país tiene mayor proporción de bosque tropical, los lugares de muestreo se han concentrado en la vertiente occidental (79 %). El rango altitudinal con mayor número de investigaciones fue de 2 300 - 3 500 m s.n.m., mientras que las zonas muestreo para interacciones a partir de los 4 000 disminuyen hasta no registrar ninguna interacción (Figura 8). En cuanto a la distribución de las zonas de muestreo por ecorregión, solo se han registrado interacciones en 7 de las 11 ecorregiones existentes, y la concentración de estudios se dio en la Selva Alta (Yungas) con 64 investigaciones; no se encontraron registros en los departamentos de Ayacucho, Moquegua y Tacna (Figura 9).

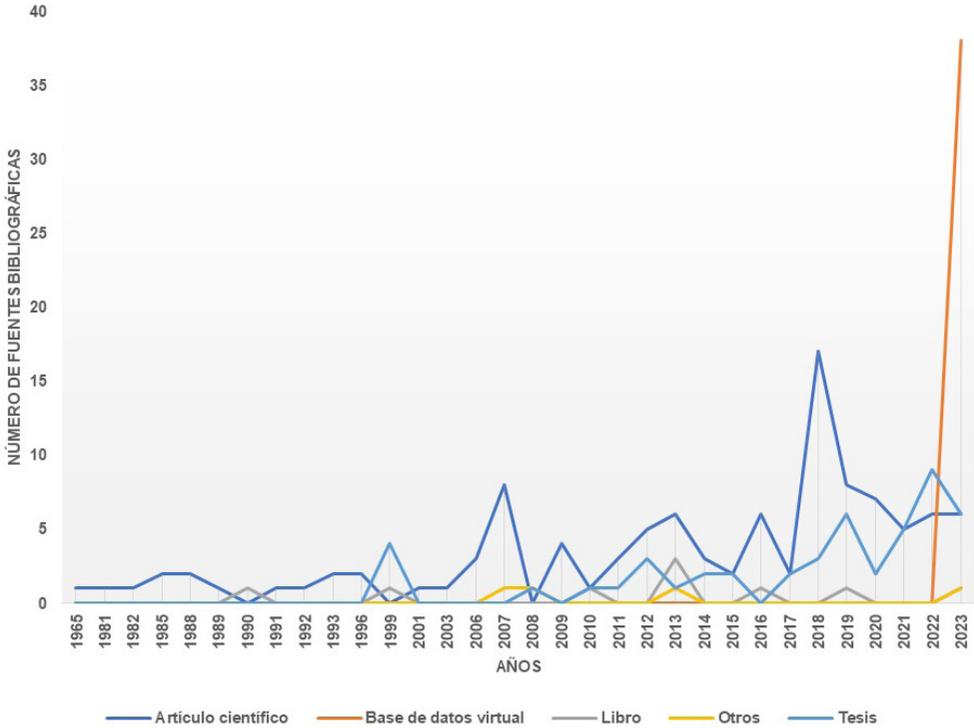


Figura 7. Número de estudios sobre visitantes florales y polinizadores en Perú.

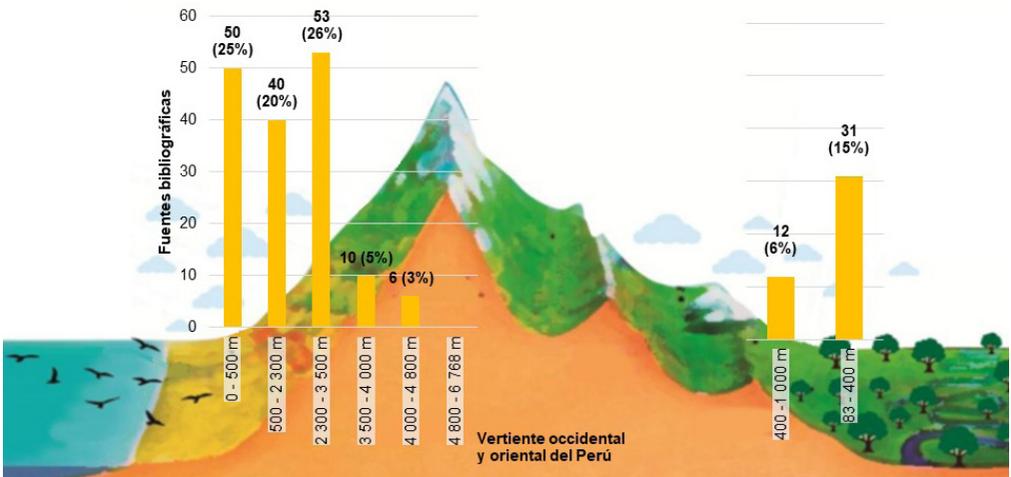


Figura 8. Fuentes bibliográficas por rangos altitudinales en la vertiente occidental y oriental del Perú

Entonces, a nivel departamental, las fuentes se concentraron principalmente en los depar-

tamentos de Lambayeque (34 fuentes), Cusco (28 fuentes), Huánuco (21 fuentes), Lima y

Cajamarca (16 fuentes) y Madre de Dios (15 fuentes); lo que también se observa en cuanto a interacciones registradas, principalmente en los departamentos de Cusco (614 interacciones), Huánuco (447 interacciones) y Lima (325 interacciones) (Figura 10). La mayor densidad de investigaciones en los departamentos mencionados, pudieron haber direccionado la distribución de plantas y animales a nivel de orden, la cual no resultó homogénea. Los órdenes de plantas y animales tuvieron mayor representación en Cusco (80.49 %; 66.67 %); mientras que por órdenes de plantas el 63.41 % y el 60.98 % se reflejó en Pasco y Huánuco, respectivamente; y el 60 % de órdenes de animales se reflejaron en Huánuco y Madre de Dios, así como el 53.3 % en Lima. Los departamentos con menor número de órdenes de plantas fueron Arequipa, Apurímac y Puno con un registro de solo 2.43 % y solo se obtuvo el 6.67 % de órdenes de animales en Puno.

Por otro lado, se ha observado que existe un reciente reporte de clases y familias de ani-

males visitantes florales o polinizadores. La clase Arachnida fue registrada en 2019 y 2022 y algunas familias de insectos como Bombyliidae, Bupresidae, Cerambycidae, Tipulidae solo fueron registrados en los últimos 5 años. También se han registrado familias únicas de aves como Icteridae y Passerellidae y algunos mamíferos como Cebidos, Didelphidos y Procyonidos, en 1981 y 2007 para aves, y 1981 para mamíferos. Mientras que las familias Trochilidae, Apidae y Halictidae se han registrado homogéneamente en el tiempo.

Finalmente, se encontró que solo se han registrado estudios en 11 de las 247 Áreas Naturales Protegidas (ANPs) estatales y privadas. La mayoría de las zonas de muestreo (59.42 %) se ubicaron fuera de estas áreas, en ecosistemas de Lomas, Bosques y Valles. Un 24.63 % se localizó en Zonas de cultivo rural o urbano; y el 11.11 % en ANPs estatales como Parques Nacionales, Reservas Nacionales, Reservas Privadas y Santuarios Nacionales y en privadas como Áreas de Conservación Privada (ACR).

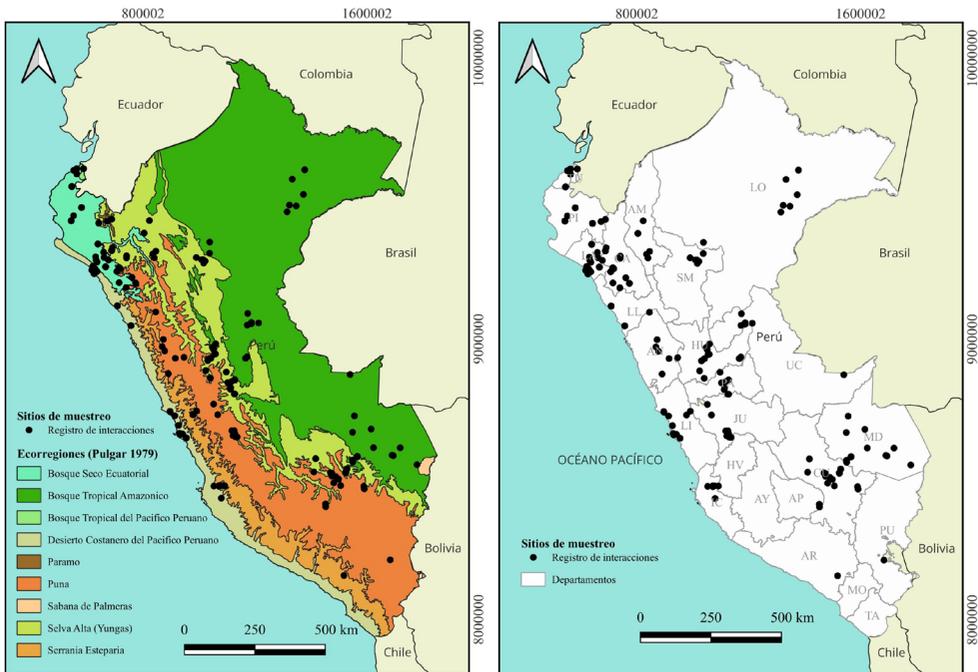


Figura 9. Distribución de registros interacciones de polinización y visitantes florales por ecorregión y departamentos del Perú.

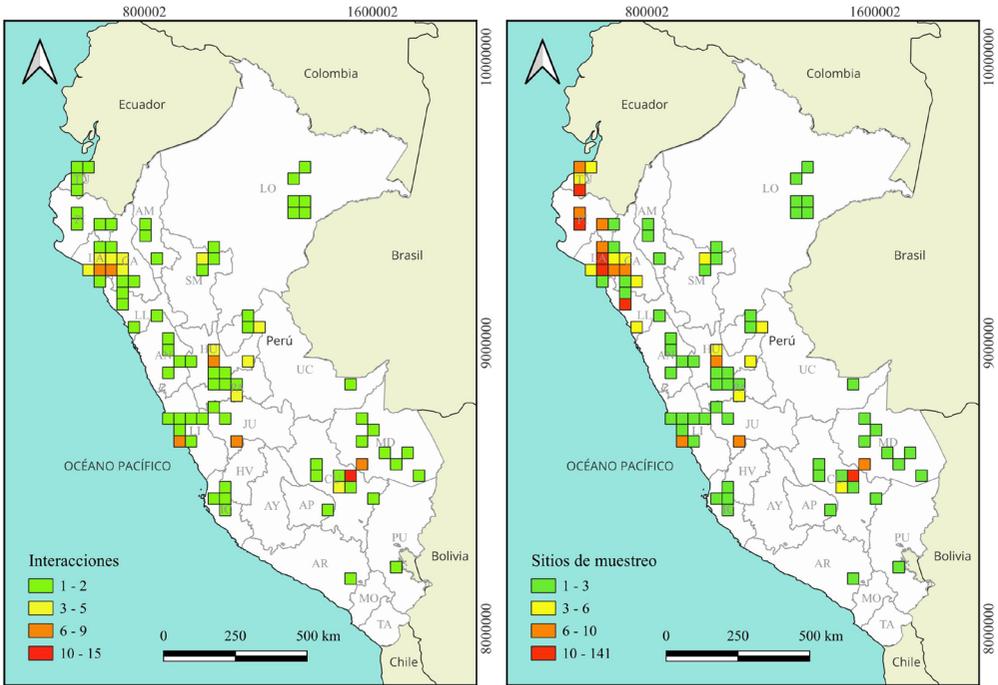


Figura 10. Densidad de sitios de muestreo e interacciones de polinización y visitantes florales del Perú.

Discusión

Análisis de fuentes de información

En el presente trabajo, se han elegido dos enfoques de estudio sobre las interacciones planta-animal (visitador o polinizador); agrícola y no agrícola. Dicha elección se debió a la observación dos situaciones: (1) las investigaciones sobre las interacciones entre plantas y polinizadores, según Ollerton (2017), se dan desde hace más de 200 años a nivel mundial con el fin de comprender el funcionamiento de los ecosistemas porque a través de ese conocimiento se puede conocer cuántos ecosistemas terrestres funcionan a largo plazo; y (2) al interés agrícola a nivel mundial. Por ejemplo, la FAO (2014) dio a conocer el “estado del arte de la polinización” como servicio ecosistémico en los países de América Latina con el objetivo de resaltar la importancia de la polinización en los planes de conservación, recuperación de los ecosistemas y producción sostenible.

La mayoría de los estudios tienen enfoque no agrícola, lo que coincide con Sotomayor *et al.* (2023) quienes encontraron que el 74 % de los estudios sobre ecosistemas peruanos tuvieron como principal motivo de estudio la conservación. Consecuentemente, en este trabajo, se encontró que *Apis mellifera* fue más representativa en estudios con enfoque agrícola (60.02 %) y que por el contrario grupos de fauna como aves solo representaron el 0.92 %, mientras que los mamíferos solo fueron registrados en estudios no agrícolas. En el caso de las plantas el 45.69 % de especies y/o morfoespecies se registró solo en estudios con enfoque agrícola; mientras que el 31.74 % solo en estudios con enfoque no agrícola.

El número de fuentes registradas en el presente trabajo fue mayor a comparación de las 120 publicaciones registradas en Chile y 52 en Brasil (Muschett y Fontúrbel 2022; de Pinho *et al.* 2018), y es que, en Perú, Sotomayor *et al.*

(2023) encontraron 465 fuentes sobre ecosistemas del Perú, publicados en 243 revistas con menos de 5 artículos en donde la mayoría (51.5 %) de los artículos tuvieron como primer autor a un científico vinculado a Perú.

Según el estudio de Arroyo-Hernández y Huarez (2019), la participación de las mujeres en el ámbito científico peruano es baja; del mismo modo compararon la calidad de sus contribuciones, resultando similar al de los hombres; esto representa una gran brecha de género. A nivel global sucede algo similar, Hughes *et al.* (2023) mencionan que de 5 419 investigadores destacados, solo el 14 % de los principales ecologistas son mujeres y que el primer país con al menos 10 ecologistas destacados fue Estonia, donde el 21.4 % eran mujeres; le siguió Argentina con 20 %, luego Australia con 17 %, Estados Unidos con 16.5 % y Brasil, Finlandia, España y Singapur con entre un 15 % y un 16 %; además 15 países más tenían entre un 10 % y un 15 %, y otros nueve países tenían más del 1 %.

En relación al tema, en el 2008 a través de un reporte semestral de un proyecto sobre polinizadores en el Perú, financiado por la Red Interamericana de Información sobre Biodiversidad (IABIN), Lizárraga *et al.* (2008) da a conocer una recopilación bibliográfica de 102 fuentes, que no pudieron ser considerados para este análisis porque no se encontraban disponibles, además de que solo proporcionaron la información de los polinizadores y no de las plantas. En este estudio, existen fuentes en donde se describen especies de animales polinizadores en los que no especifican la interacción, como por ejemplo en Aguilar (1961); es por ello que fueron incluidos. A nivel global Vizentin-Bugoni *et al.* (2018) recopilaron información de redes de polinización y encontraron que de 325 redes; 315 tenían un enfoque de muestreo más simple y directo de aplicar en campo (fitocéntrico) y solo 14 utilizaron métodos que abarcan el polen de todas las plantas donde las anteras entraron en contacto con el polinizador (zoocéntrico); si bien no se verificaron estos enfoques en las fuentes, es evidente que el último enfoque es más es-

pecializado, por lo que al aplicar el primer enfoque se pierde la posible identificación de interacciones de especies más restringidas. Para Jordano (2016) la combinación de ambos enfoques tiene como resultado una descripción más precisa de las redes de polinización, ya que considera que un muestreo adecuado de redes de interacción requiere un esfuerzo de muestreo extremadamente grande y que aún no ha sido descifrada.

En comparación de Lizárraga *et al.* (2008), se obtuvo un incremento del 36.64 % adicional en artículos científicos, un 55.55 % en tesis, y un incremento del 100 % en libros. Además, se registraron de 954 especies de plantas junto con las coordenadas de ubicación geográfica de cada interacción. Además, se ha comprobado que más del 50 % de los autores pudieron determinar la legitimidad de los polinizadores, lo cual es importante ya que las redes que incluyen estas visitas ilegítimas como los llevados a cabo por ladrones de néctar y/o polen no son mutualistas (Vizentin-Bugoni *et al.* 2018).

Por otro lado, la generación de información a través de plataformas como iNaturalist y eBird nos aportaron evidencias de interacciones de polinizadores y visitantes florales. Esto muestra una ventaja para la utilización de información útil en los análisis ecológicos. Sin embargo, Galván *et al.* (2022) señalan que la fiabilidad de estos datos puede ser limitada si no son recopilados por expertos también puede ser limitante. De manera anecdótica Díaz *et al.* (2024) destaca la importancia de analizar cuidadosamente e interpretar las propiedades a nivel de red basándose únicamente sobre datos de ciencia ciudadana.

Análisis de datos de especies y de interacción

En este análisis de datos de especies e interacciones, se observa que los estudios de caso han influido en el número de interacciones documentadas. Por ejemplo, *Hyospathe elegans*, una especie botánica nativa, destacó por ser estudiada por Listabarth (2001), quien encontró 54 insectos entre himenópteros, coleópteros y dípteros, los cuales el 93 % fueron polinizadores efectivos y se clasificaron como alimen-

tadores generalistas y comederos exclusivos de néctar. El segundo caso con mayor interacción, fueron cinco fuentes relacionadas al cultivo de *Gossypium barbadense* y una fuente específica en el que se registraron 23 visitantes florales (Silva 2019).

A pesar de la importancia del conocimiento de visitantes y polinizadores, aún falta mucho por conocer, porque las especies de plantas y algunos grupos de polinizadores, como en el caso de los insectos, siguen siendo objeto de investigación (Costello *et al.* 2013). El grupo de polinizadores es muy diverso, por lo que se entiende que exista aún el déficit Linneano (Nava *et al.* 2022).

Respecto a ello, en este estudio se registró un alto porcentaje de morfoespecies de animales, un avance significativo respecto a estudios anteriores como el de Lizárraga (2008), que documentó 252 especies de insectos, 31 especies de aves y 20 especies de mamíferos polinizadores. Este incremento resalta la expansión y profundización del conocimiento científico en este ámbito, similar a los registros de Muschett y Fontúrbel (2022) en Chile donde muestran que el 15.65 % de plantas y el 32.41 % de insectos no fueron identificados hasta la especie y en Brasil, De Pinho *et al.* (2018) reportaron que el 6 % de plantas fueron identificados solo hasta género o familia. Por otro lado, en este trabajo también se encontraron sesgos en relación al enfoque de especies únicas como dominantes de un estudio lo que sugiere una ventaja sobre el registro de otras especies, Sotomayor *et al.* (2023) también pudieron encontrar ello.

Ollerton (2017) mediante su revisión afirmó que la diversidad de polinizadores no está distribuida uniformemente en el espacio; ya que el número de polinizadores en diferentes partes del mundo sigue patrones de aumento con la latitud y cambia dependiendo del continente. En efecto, registraron que en comunidades de plantas subtropicales (de Chile, España, Australia, Los Andes, California, Sudáfrica) y templadas (de Canadá, España y Japón), las abejas son el grupo polinizador más dominante, seguida por las moscas; y otros insectos generalistas; mientras que en zonas tropicales

(de Costa Rica, Venezuela, Jamaica, Colombia y Brasil) las abejas también son dominantes, pero seguidas de coleópteros y mariposas.

La proporción de especies polinizadas por animales aumenta desde una media del 78 % en zonas templadas hasta una 94 % en comunidades tropicales; por lo que la pérdida de polinizadores para la flora mundial, tanto en comunidades naturales como en agroecosistemas, representa una preocupación significativa (Ollerton *et al.* 2011). En el caso de los agroecosistemas, la producción del 35 % de cultivos importantes a nivel mundial como, por ejemplo: atemoya, nuez de Brasil, melón, cacao, kiwi, nuez de macadamia, maracuyá, papaya (plátano indio), serba, chicozapote, calabazas y calabazas, vainilla y sandía, depende de los polinizadores; por lo tanto, una disminución en su población podría empobrecer significativamente la dieta humana tanto desde un punto de vista natural como cultural (Klein *et al.* 2007).

En la base de datos analizados, se puede observar una baja frecuencia de visitas por los mismos géneros a plantas específicas; por ejemplo, *Myrciaria dubia* (camu camu), especie nativa de la Amazonía que se asocia con 17 especies de abejas sin aguijón; pero solo las especies nativas: *Melipona eburnea*, *Melipona grandis*, *Melipona illota* y *Melipona fuscopilara*, visitan solo esta planta, formando parte del 32.4 % de abejas importantes para su polinización (Delgado *et al.* 2020). De la misma manera, las solanáceas cultivadas y nativas, aunque comparten polinizadores como los individuos del género *Kelita*, estas abejas no han sido reportadas en otras plantas (Márquez-Castellanos *et al.* 2019).

En el estudio de Watts *et al.* (2016) ejecutado en los andes peruanos, revelan que *Apis mellifera* (Apidae) representó la mayor fauna de abejas (26 %); lo que coincide con el presente trabajo, además la familia Apidae fue la que mostró más interacciones. Otro género registrado e importante fue género *Bombus*, observado acopiando polen en las patas traseras en cada visita floral (Costa y Alfaro-Tapia 2013), lo que conlleva a ser considerado un importante

polinizador en ecosistemas naturales y agrícolas (Abrahamovich y Díaz 2002). Sin embargo, Del Pinho *et al.* (2018) atribuyen el alto número de interacciones, al elevado número de estudios sobre abejas debido a su comportamiento generalista y su relación con las flores a quienes visitan, además de su importancia en la apicultura. Por otro lado, Lizárraga (2008) menciona que la mayor frecuencia de estudios en insectos se debe a su menor costo y a la existencia de revistas de entomología que promueven mayores estudios colaborativos con instituciones en diversos países.

Dentro de Insecta, los coleópteros ocuparon el tercer lugar como visitantes y/o polinizadores. Algunas especies son especialistas; como los dos únicos coleópteros registrados pertenecientes a la familia Curculionidae: *Elaeidobius subvittatus* y *Elaeidobius kamerunicus*, destacados por polinizar la planta exótica *Elaeis guineensis* conocida como “Palma aceitera” según Mateo-Bruno *et al.* (2020), además en su estudio mencionaron que *E. kamerunicus* fue el más representativo (90.6 %), por su gran capacidad de transporte de polen en sus setas marginales. Los lepidópteros ocuparon un cuarto lugar en registros, Vásquez *et al.* (2017) registraron siete especies de mariposas: *Mechanitis polymnia*, *Heliconius numatus*, *Heliconius erato*, *Heliconius sara subsp. sara*, *Dryadula phaetusa*, *Papilio thoas* y *Papilio anchisiades*, asociadas a cinco especies de plantas nectaríferas; sin embargo, la planta más importante para estos lepidópteros fue *Lantana camara* por contener abundante néctar y posee flores adaptadas a este orden, los mismos que son sus polinizadores.

En el caso de aves, el segundo orden con mayor registro de interacciones fue Apodiformes, y la familia Trochilidae, lo que sugiere que este grupo también es importante para diversas plantas y viceversa; según Rivera (2024) existen muchos estudios realizados para comprender las interrelaciones colibrí-planta y menciona algunas realizadas en México, Costa Rica, Colombia y Ecuador; las cuales se enfocan en el grado de especiación de especies de colibrí en una red y resaltan que la conser-

vación también debe tener un enfoque a nivel de interacción de especies (Martínez-García y Ortiz-Pulido 2014; Vargas-Valverde *et al.* 2022; Rosero y Sazima 2004; Santander *et al.* 2020). La interacción colibrí-planta ha sido bastante estudiada por considerarse como polinizadores ocasionales ya que el recurso principal de los colibrí es el néctar (Pacheco *et al.* 2015); en los Andes peruanos a altitudes mayores de 3 000 m s.n.m, las aves de esta familia dependen del néctar de especies endémicas del género *Puya* (Salinas *et al.* 2007), mientras que en áreas costeras de Lomas las aves dependen de géneros como *Tropaeolum*, y *Passiflora* (Zelada-Estraver *et al.* 2022); por otro lado, existen colibríes generalistas que han adaptado su alimentación al néctar de plantas comunes en entornos urbanos, incluyendo especies exóticas (Peña y Peña 2021). La especie endémica de colibrí *Metallura theresiae* destaca por tener más registros de interacción de visitas florales; según Gonzales *et al.* (2019), podría ser un polinizador eficaz. Esto hace referencia a la importancia de las especies según su abundancia y/o frecuencia de interacciones, proporcionando ideas sobre las implicaciones ecológicas de la red (Bascompte y Jordano 2007).

Mammalia fue la tercera clase más diversa y eso se debe a la presencia del orden Chiroptera. Los estudios que mencionan las interacciones de los quirópteros con plantas son relativamente recientes y se han generado para conocer la dieta de especies frugívoras y nectarívoras pertenecientes a este orden (Arias *et al.* 2009; Maguiña *et al.* 2012; Maguiña y Amanzo 2016; Pellón *et al.* 2021; Maguiña *et al.* 2023). La importancia de los filostómidos en la polinización radica en su alimentación, debido a que estas especies transportan polen entre plantas, resultando una polinización efectiva al ser capaces de cargar gran cantidad de polen en su hocico y trasladarse grandes distancias durante la noche (Pacheco *et al.* 2015).

Cabe resaltar que, a pesar de la existencia de vertebrados como murciélagos y aves que actúan como visitantes florales o polinizadores, los insectos son la clase que más contribuye a la fertilización de las plantas debido a

su mayor número y eficiencia (Rehmer 2020), ese patrón se repite en otras zonas tropicales (Muschett y Fontúrbel 2022; De Pinho *et al.* 2018; Nava *et al.* 2022). En cuanto a la alta cantidad de interacciones únicas que se registraron, sucede lo mismo en la recopilación de datos de contenido visual urbano en línea de Díaz *et al.* (2024), donde observaron que el 86 % de las especies de aves y plantas participaron en un solo tipo de interacción.

En relación al déficit Eltoniano, este trabajo pudo precisar la relación entre las especies polinizadas y visitadas con los polinizadores y/o visitantes florales a través de la información proporcionada sobre el comportamiento de estos animales. Se resalta que esta investigación pudo abordar dicho déficit. Además, publicaciones revisadas en Chile (Muschett y Fontúrbel 2022) y Brasil (De Pinho *et al.* 2018) también contenían información sobre el comportamiento del animal. Sin embargo, en México, Nava *et al.* (2022) mencionan que, debido a la falta de este detalle, ambas condiciones fueron generadas de acuerdo al portal Global Biotic Interactions (GLOBI) y corroboradas por las estructuras especializadas que podrían contribuir en la polinización.

Análisis espacio-temporal de las investigaciones

Sin duda, la ejecución de investigaciones en un país también está sujeta a eventos que ocurren a nivel global, nacional o territorial, por lo que de acuerdo con los resultados existen dos rangos de tiempo en los que fue notorio el bajo número de investigaciones publicadas en Perú. El primer rango de tiempo fue desde que surgió el tema en 1965 hasta el año 2000, lo cual coincide con las consecuencias que trajo el terrorismo durante su permanencia evidente en el país (1980-2000), por el acelerado incremento de diferentes tipos de criminalidad, las vinculaciones de jóvenes y adultos de distintos niveles educativos con actos terroristas que representaban diferentes universidades, carreras y ocupaciones (Chávez de Paz 1989; Ariza 2013); y el segundo en el año 2020 relacionado con el efecto de la cuarentena regida por el COVID-19 en Perú, debido a diversos problemas generales

y personales que impidieron el avance de las investigaciones, entre los más resaltantes se encontraron la imposibilidad de salir a campo; pérdida o retraso de financiamiento; falta de un espacio adecuado para trabajo en casa; y problemas como ansiedad/ depresión a causa del encierro (Tori *et al.* 2022).

Desde el año 2000 hasta el 2018, se observó notable aumento en la diversidad de publicaciones sobre interacciones en Perú, procedentes tanto de fuentes nacionales como internacionales. Este incremento en el conocimiento sobre la diversidad biológica del Perú fue destacado por Von May *et al.* (2012), quienes observaron que el conocimiento sobre la diversidad biológica en el Perú se incrementó de manera considerable entre los años 2000 al 2010. Ello se debió al incremento del número de investigaciones, colaboraciones internacionales y aplicación de herramientas modernas como los sistemas de información geográfica, análisis de bioacústica, métodos de biología molecular y análisis filogenéticos; asimismo añaden que entre el 2005 y el 2011 se han descrito muchas especies nuevas de grupos de vertebrados, decenas de especies nuevas de plantas y muchas especies nuevas de invertebrados. La misma afirmación sostienen Sotomayor *et al.* (2023) quienes registran el mayor número de publicaciones sobre los ecosistemas del Perú del 2012 al 2022, haciendo una división de dos periodos; el primero, antes del 2000 donde las investigaciones fueron realizadas principalmente por investigadores no peruanos y el segundo periodo después del 2000 donde existe mayor predominancia de investigadores peruanos.

En este trabajo, a través de las celdas mostradas en el mapa peruano, hace evidente las grandes porciones de regiones que aún se encuentran inexploradas; reflejando el déficit Wallaceano sobre biodiversidad en diferentes zonas del Perú. Igualmente, para Von May *et al.* (2012) es evidente que todavía falta describir, catalogar formalmente una gran parte de la diversidad y desarrollar una base de datos de la biodiversidad del territorio peruano. Sotomayor *et al.* (2023) destacan que las regiones amazónicas han sido más estudiadas a com-

paración con los departamentos como Huancaavelica, Ayacucho, Apurímac y Tacna o ecoregiones como el Bosque Tropical del Pacífico, páramo y sabana de palmeras, que han sido estudiados en menos del 1 %. Esto pudo ser comprobado también a través de este trabajo, así como la desigualdad de estudios a nivel regional y altitudinal en donde no queda claro si existen otras especies de las que se han registrado, lo que sucede también en regiones de otros países latinoamericanos como México, Brasil y Chile (Muschett y Fontúrbel 2022; De Pinho *et al.* 2018; Nava *et al.* 2022).

El registro de polinizadores en Perú, se dio hasta los 4 800 m s.n.m. y se concentra con mayor abundancia entre los 2 300 a 3 500 m s.n.m., a pesar de una gran proporción de bosque; esto coincide con Vizentin-Bugoni (2018), que encontró que la mayoría de las redes ecológicas en zonas tropicales se recolectaron en elevaciones que van desde 5 a 4 200 m s.n.m. mientras que en las regiones no tropicales las elevaciones van desde 5 a 3 600 m s.n.m., y que las áreas costeras bajas (< 100 m) y las cimas montañosas más altas (> 2 000 m s.n.m.) han sido muestreadas relativamente deficientemente al igual que la mayoría de los bosques tropicales.

Por último, los estudios registrados en Perú, se han dado en un número reducido de ANPs a comparación de estudios en los ecosistemas evaluados como lomas y valles que son ricos en especies nativas y endémicas, seguido de zonas de muestreo en áreas urbanas y rurales relacionadas a cultivos de plantas exóticas. Sobre los estudios ejecutados en áreas urbanas, demuestran que algunas especies generalistas como *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae) se adaptan frente a cambios de cobertura por la introducción de plantas exóticas, pues estos animales llegan a consumir de manera dependiente dicho tipo de plantas pudiendo permanecer más tiempo en un ecosistema; esta información demanda la necesidad de conocer sobre la relación de los cambios o disminución de áreas verdes con la disminución de poblaciones importantes de murciélagos (Pellón *et al.* 2021). Los ecosistemas urbanos también

son relevantes para otros grupos como las aves, Díaz *et al.* (2024) observaron que la disponibilidad de recurso alimentario nectarívoro por plantas exóticas en un área urbana es del 87.2 %; es decir que actualmente dichas especies forman una parte esencial de las interacciones entre animales y plantas en áreas urbanas.

Conclusiones

La base de datos generada en el presente estudio contribuye con la disponibilidad de datos para el conocimiento de la diversidad de diversos polinizadores y plantas del Perú, las cuales denotan la falta de estudios con enfoque funcional en muchas zonas; lo que puede ayudar a llenar los vacíos de investigación en un futuro próximo. Esta información será fundamental para impulsar investigaciones multidisciplinarias y estratégicas que involucren interacciones de especies, asegurando así el funcionamiento y conservación de la diversidad de polinizadores en nuestro país.

Además, la recopilación de estas fuentes bibliográficas permitirá realizar un análisis a nivel espacial sobre la disminución de polinizadores locales o regionales debido a que contiene coordenadas geográficas. Asimismo, permitirá analizar la ecología del comportamiento de los polinizadores y/o visitantes florales o la biología reproductiva de muchas especies de plantas nativas y cultivadas. Muchos de los estudios incluidos, en la base de datos, proporcionan información detallada sobre los períodos de floración, la abundancia de flores y la presencia local de polinizadores y visitantes florales.

Finalmente, la base de datos proporcionada aquí será un recurso de gran importancia para la investigación de polinizadores y visitantes florales en el contexto peruano.

Agradecimientos

Agradecemos a Juan J. Pellón por sus comentarios durante la conceptualización de esta investigación, y a Mildred Ricse por su colaboración durante la recopilación de información.

Agradecemos a Gunther Gerlach y a un revisor anónimo por sus comentarios que ayudaron a mejorar el manuscrito.

Contribuciones de autores

KBP: Conceptualización del estudio, metodología, análisis, recopilación de datos, preparación del borrador, revisión y edición; NMC: Conceptualización del estudio, metodología, análisis, revisión; AWS: Conceptualización del estudio, metodología, análisis, preparación del borrador y revisión; IR: Conceptualización del estudio, metodología, recopilación de datos, preparación del borrador y revisión; JMCS: Conceptualización del estudio, metodología, análisis, preparación del borrador y revisión; MGZF: Recopilación de datos; preparación del borrador; EB: Recopilación de datos; LHB: Recopilación de datos; RB: Recopilación de datos; RHF: Conceptualización del estudio, metodología, análisis, recopilación de datos, preparación del borrador y revisión. Todos los autores revisaron los resultados y aprobaron la versión final del manuscrito.

Conflicto de intereses

Los autores no incurrir en conflictos de intereses.

Fuentes de financiamiento

Esta investigación es parte del proyecto "Dinámica y biogeografía de redes ecológicas de polinización y parasitismo de ecosistemas costeros y montanos del centro y sur del Perú", el cual fue subvencionada por PROCIENCIA (con contrato N° PE501078688-2022).

Aspectos éticos / legales

Los autores declaran no haber incurrido en aspectos antiéticos ni haber omitido normas legales.

ID ORCID

Katherin Bernabé Paniagua

<https://orcid.org/0000-0002-9225-386X>

Nora Malca-Casavilca

<https://orcid.org/0000-0002-2625-9008>

Akira A. Wong Sato

<https://orcid.org/0000-0002-3617-8121>

Italo Revilla

<https://orcid.org/0000-0002-5596-1234>

Julissa M. Churata-Salcedo

<https://orcid.org/0000-0001-7206-3391>

Miriam G. Zea-Fernández

<https://orcid.org/0009-0009-3981-0047>

Emilio Bonifaz

<https://orcid.org/0000-0002-2006-850X>

Luis Hiyo-Bellido

<https://orcid.org/0000-0002-1634-9704>

Roger Barboza

<https://orcid.org/0009-0007-0933-6431>

Robin Fernandez-Hilario

<https://orcid.org/0000-0001-8234-9502>

Referencias

- Abrahamovich, AH; Díaz, NB. 2002. Bumble bees of the Neotropical Region (Hymenoptera: Apidae). *Biota Colombiana* 3(2):199-214.
- Aguilar, P. 1961. Insectos polinizadores más comunes en Lima y alrededores. *Revista Peruana de Entomología* 4(1): 81-82.
- Arias, E; Cadenillas, R; Pacheco, V. 2009. Dieta de murciélagos nectarívoros del Parque Nacional Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología* 16(2):187-195.
- Ariza, ME. 2013. Terrorismo en Latinoamérica. Ensayo. Bogotá, Universidad Militar Nueva Granada. 27 p.
- Arroyo-Hernández, H; Huarez, B. 2019. La brecha de género en los comités editoriales de revistas científicas peruanas. *Sociedad de Gastroenterología del Perú* 39(2):197-8.
- Bascompte, J; Jordano, P. 2007. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of bio-

- diversity. *Annual Review of Ecology. Evolution and Systematics* 38:567-93.
- Bascompte, J; Jordano, P. 2008. Redes mutualistas de especies. *Investigación y ciencia* 50-59.
- Bawa, K. 1990. Plant-pollinator interactions in tropical rain forests. *Annual Review of Ecology and Systematics* 21:399-422.
- Callaghan, CJ. 2003. The Biology of *Melanis leucoplegma* (STICHEL, 1910) (RIODINI-DAE) in western Peru. *Journal of the Lepidopterists Society* 57(3):193-196
- Chávez de Paz, D. 1989. Juventud y Terrorismo, características sociales de los condenados por terrorismo y otros delitos. IEP ediciones, Perú. 58 p.
- Costa, JF; Alfaro-Tapia, A. 2013. Dos abejas (Hymenoptera: Apidae) visitando flores en Acjanaco, Parque Nacional del Manu (PNM), Cusco, Perú. *Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle* 13(2):8-11.
- Costello, MJ; May, RM; Stork, NE. 2013. Response to Comments on "Can We Name Earth's Species Before They Go Extinct?". *Science* 341: 237.
- Da Silva, C; Nunes, J; Nicolosi, M; Girardi, S. 2020. Atlas de polen y plantas usadas por abejas. 1 ed. Sorocaba. Consultoria Inteligente em Serviços ecossistêmicos. 258 p.
- De Lima, S; Rojas, MV; Méndez, JL; Salazar, K; Salmerón, AL. 2017. Servicios ecosistémicos de regulación que benefician a la Sociedad y su relación con la restauración ecológica. *Bioceonosis* 31(1-2): 80- 92.
- De Pinho, SN; Da Cunha, M; Sant'ana, LP; Da Cruz, CC; Silva, CN; Ribeiro, Y; De Oliveira, A; Pires, J; Rech, A. 2018. Polinizadores e visitantes florais da Cadeia do Espinhaço: o estado da arte. *Revista Espinhaço* 7(2): 12-26.
- Delgado, C; Rasmussen, C; Mejía, K. 2020. Asociación entre abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) y camu camu (*Myrciaria dubia*: Mytaceae) en la Amazonía peruana. *Livestock Research for Rural Development* 32(129):1-6.
- Díaz, A; Reynoso, A; Pellón, JJ; Camarena, N; Tataje, D; Quispe-Torres, A.; Montenegro, J; Hein, L. 2024. Diet and bird-plant interaction networks based on citizen science data in Lima, Peru: exotic and native species are important. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1080/01650521.2024.2322307>
- Engel, MS.; Rasmussen, C; Gonzalez, VH. 2021. Bees: Phylogeny and classification. In Starr, C (eds.). *Encyclopedia of Social Insects*. Springer, Cham. p. 1-17. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-90306-4_14-1
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Chile). 2014. Principios y avances sobre polinización como Servicio Ambiental para la Agricultura Sostenible en Países de Latinoamérica y el Caribe (en línea). Consultado 27 oct. 2023. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3547s.pdf>
- Freitas, BM; Imperatriz-Fonseca, VL; Medina, LM; Kleinert, A; Galetto, L; Nates-Parra, G; Quezada-Euán, J. 2009. Diversity, threats and conservation of native bees in the Neotropics *Apidologie* 40(3): 32-346.
- Galván, S; Barrientos, R; Varela, S. 2022. No bird database is perfect: citizen science and professional datasets contain different and complementary biodiversity information. *Ardeola* 69(1):97-114.
- Gonzalez, O; Díaz, C; 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.
- Hortal, J; De Bello, F; Diniz-Filho, JA; Lewinsohn, T; Lobo, J; Ladle, RJ. 2015. Seven Shortfalls that Beset Large-Scale Knowledge of Biodiversity. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematic* 46:523-49.
- Hughes, AC; Than, KZ; Tanalgo, KC; Agung, AP; Alexander, T; Kane, Y; Bhadra, S; Chornelia, A; Sritongchuay, T; Simla P; Chen, Y; Chen, X; Uddin, N; Khatri, P; Karlsson, C. 2023. Who is publishing in ecology and evolution? the underrepresentation of women and the Global South. *Frontiers in Environmental Science* 11:1-10.
- Ings, T; Hawes, J. 2018. The history of ecological networks. In Dáttilo, W; Rico-Gray, V

- (eds.). Ecological networks in the tropics an integrative overview of species interactions from some of the most species-rich habitats on earth. Springer International Publishing AG. Switzerland. p. 15-28.
- Jordano, P. 2016. Sampling networks of ecological interactions. *Functional Ecology* 30:1883-1893.
- Klein, A; Vaissière, B; Cane J; Steffan-Dewenter, I; Cunningham, S; Kremen, C; Tscharntke, T. 2007. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *The Royal Society* 274:303-313.
- Listabarth, C. 2001. Palm pollination by bees, beetles and flies: Why pollinator taxonomy does not matter. The case of *Hyospathe elegans* (Arecaceae, Arecoideae, Arecaceae, Euterpeinae). *Plant Species Biology* 16(2):165-181.
- Lizárraga, A; García, G; Burgos, A. 2008. Red de polinizadores del Perú. Informe final. Red de Acción en Agricultura Alternativa. 57 p.
- Maguiña, R; Amanzo, J; Huamán, L. 2012. Dieta de murciélagos filostómidos del valle de Kosñipata, San Pedro, Cusco - Perú. *Revista Peruana de Biología* 19(2):159-166.
- Maguiña, R; Amanzo, J. 2016. Diet and Pollinator Role of the Long-Snouted Bat *Platalina genovesium* in Lomas Ecosystem of Peru. *Tropical Conservation Science* 9(4):1-8.
- Maguiña-Conde, R; Zúñiga-Rivas, D; Kay, KM. 2023. An elevational gradient in foral traits and pollinator assemblages in the Neotropical species *Costus guanaiensis* var. *tarmicus* in Peru. *Ecology and Evolution* 13(8):1-18.
- Martínez-Falcón, A; Martínez-Adriano, C; Dáttilo, W. 2019. Capítulo 12: Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. In Martínez-Falcón, A; Martínez-Adriano, C; Dáttilo, W. Moreno CE (eds.). *La Biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio*. Libermex, Ciudad de México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. p. 265-283.
- Martínez-García, V; Ortiz-Pulido, R. 2014. Redes mutualistas colobrí-planta: comparación en dos escalas espaciales. *Ornitología Neotropical* 25:273-289.
- Marquez-Castellanos, E; Lizárraga, L; Parra, F; Casas, A; Torres-Guevara, J; Begazo, D; Cruz, A; Torres, I; Zarazúa, M. 2019. Conectividad entre poblaciones silvestres y cultivadas de papa. In Torres, JJ; Parra, FA; Casas, A; Cruz, A (eds.). *De los cultivos nativos y el cambio del clima*. Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 137-159.
- Mateo-Bruno, R; Lama-Isminio, P; Arustegui-García, M. 2019. Identificación y cuantificación poblacional de insectos polinizadores de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin), en Pucallpa. *Revista Peruana entomológica* 5(1): 9-18.
- Meléndez, V; Chablé, J; Selém, CI. 2020. Polinización y polinizadores amenazados en desaparecer. *Bioagrociencias* 13(2):109-119.
- Mello, GAR; Gonçalves, RB. 2005. Classificação dos grandes grupos de abelhas (Hymenoptera, Apoidea, Apidae sensu lato). *Revista Brasileira de Zoologia* 22(1):153-159.
- Muschett, G; Fontúrbel, F. 2022. A comprehensive catalogue of plant-pollinator interactions for Chile. *Scientific Data* 9(1):1-6.
- Nava, A; Osorio, L; Soberón, J. 2022. Estado del arte del conocimiento de biodiversidad de los polinizadores de México. *Revista Mexicana de biodiversidad* 93:1-76.
- Ochoa-Zavala, M; Suárez-Montes, P; Chávez-Pesqueira, M; López-Cobos, D; Julia, C; David, A; Hilares, R; Lazo, Y; Sibile, S; Villanueva, R; Aviles, W; Cárdenas, J; Corrales, M; Montesinos, L; Quispe, R; Torres, I; Casas, A. 2016. Diferencias en morfología y visitantes florales entre *Lupinus mutabilis* y *Lupinus* aff. *ballianus* en la microcuena de Warmiragra, Perú. In Ochoa-Zavala, M; Suárez-Montes, P; Chávez-Pesqueira, M; López-Cobos, D; Julia, C; David, R. *Domesticación en el continente americano, Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo*. 463-479.
- Ollerton, J; Winfree, R; Tarrant, S. 2011. How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos* 120:321-326.

- Ollerton, J. 2017. Pollinator Diversity: Distribution, Ecological Function, and Conservation. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*. 48:353–76.
- Ostolaza, C. 2014. Todos los cactus del Perú. Lima. Perú. 538 p.
- Pacheco, V; Díaz, S; Graham-Angeles, L; Flores-Quispe, M; Calizaya-Mamani, G; Ruelas, D; Sanchez-Vendizú, P. 2021. Lista actualizada de la diversidad de los mamíferos del Perú y una propuesta para su actualización. *Revista peruana de biología* 28(4):9-38.
- Pacheco, L; Aparicio, J; Benavides, C; Escobar, M; Galeón, R. García, E; Guerra, F; Gómez, M; Larrea-Alcázar, D; Limachi, L; Maldonado, D; Miranda, B; Morales, D; Moya, M; Rico, A; Salazar-Bravo, J; Tellería, L. 2015. Interacciones entre plantas y animales. *In* Moya, M; Meneses, R; Sarmiento, J (eds.). *Historia Natural de un Valle en Los Andes: La Paz*. Segunda Edición. Museo Nacional de Historia Natural, La Paz, Bolivia. p. 406-416.
- Pellón, JJ; Mendoza, JL; Quispe-Hure, O; Condo, F; Williams, M. 2021. Exotic cultivated plants in the diet of the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the city of Lima, Peru. *Acta Chiropterologica* 23(1):107-117.
- Pennington, T. 2024. Flora ilustrada peruana – *Inga* (Leguminosas) Guabas y Pacaes del Perú. *Revista Forestal del Perú* 38(3, número especial):5-453.
- Peña, M; Peña, A. 2021. Colibríes, una historia de belleza y polinización. *Revista Ambiental ÉOLO* 19:204-215.
- Pocock, M; Evans, D; Memmott, J. 2012. The Robustness and Restoration of a Network of Ecological Networks. *Science* 335: 973-977.
- POWO. 2019. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Consultado 30 ene. 2024. Disponible en <http://www.plantsoftheworldonline.org/>
- Pulgar, J. 2014. Las Ocho Regiones Naturales del Perú. *Terra Brasilis Revista da Rede Brasileira de História da Geografia e Geografia Histórica* 3. DOI: <https://doi.org/10.4000/terrabrasilis.1027>
- Rehmer, C. 2020. The Basics: Six Feet on the Ground. *In* Maennel, A (eds.), *Facts and figures about friends and foes in farming*. Heinrich Böll Foundation, Friends of the Earth Europe, *Insect Atlas*. p. 10-11.
- Reynel C; Pennington T. 1997. El género *Inga* en el Perú: morfología, distribución y usos. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Reino Unido. 228 p.
- Rivera, J. 2024. Colibríes. Fondo Editorial RED Descartes. Córdoba, España. 129 p.
- Rojas, R. 2011. Identificación y fluctuación poblacional de insectos polinizadores en sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (Euphorbiaceae). Tesis Lic. Tarapoto, Perú, Universidad Nacional San Martín-Tarapoto. 56 p.
- Rosero, L; Sazima, M. 2004. Interacciones Planta-colibrí en tres comunidades vegetales de la parte suroriental del Parque Nacional Natural Chiribiquete, Colombia. *Ornitología Neotropical* 15:183-190.
- Sajami, O. 2014. Identificación y descripción de abejas nativas amazónicas con mención al hábitat ecológico en la Cuenca del Río Nanay. San Juan-Loreto. Tesis Lic. Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 125 p.
- Salinas, L; Arana, C; Suni, M. 2007. El néctar de especies de *Puya* como recurso para picaflores Altoandinos de Ancash, Perú. *Revista Peruana de Biología* 14(1):129-134.
- Särkinen, T; Baden, M; Gonzáles, P; Cueva, M; Giacomini, L; Spooner, D; Simon, R; Juárez, H; Nina, P; Molina, J; Knapp, S. 2015. Listado anotado de *Solanum* L. (Solanaceae) en el Perú. *Revista Peruana de Biología* 22(1):3-62.
- Santander, T; Guevara, E; Tobar, F; Beck, H; Büttner, N; Nieto, A; Marçayata, A; Richter, F; Gavilanes, M; Poveda, C; Rojas, B; Wüest, R; Bello, C; Graham, C. 2020. Ecología de las interacciones de plantas y colibríes en un Poco del Chocó, Ecuador. *Ecology of plant and hummingbird interactions-EPHI*. 21 p.

- Sharma, D; Abrol, D. 2014. Chapter 14: Role of pollinators in sustainable farming and livelihood security. In Kumar, R; ReyBroeck, W; Van, J; Gupta A (eds.). Beekeeping for poverty alleviation and livelihood security: Vol. 1: Technological aspects of beekeeping. Netherlands, Países Bajos. p. 379-411.
- Silva, E. 2019. Efecto de la polinización sobre la producción de semillas de algodón nativo (*Gossypium* sp.) de fibra blanca e implicancia en su conservación, anexo Ponaya, Amazonas. Tesis Lic. Chachapoyas, Perú, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. 68 p.
- Sotomayor, D; Caro, C; Morales, R. 2023. Una revisión sistemática de las tendencias en ciencia ecológica en el Perú megabiodiverso: Vacíos en investigación y orientaciones futuras. *Austral Ecology* 49(1):1-12.
- Tori, M; Fernandez-Hilario, R; Maldonado-Fonkén, M; Wong, A. Influencia de la cuarentena por COVID-19 en la investigación en biodiversidad y conservación durante el 2020 - el caso peruano. *Revista Peruana de Biología* 29(2):1-14
- Ulloa, C; Acevedo-Rodríguez, P; Beck, S; Belgrano, M; Bernal, R; Berry, P; Brako, L; Celis, M; Davidse, G; Forzza, R; Grandstein, S; Hokche, O; León, B. León-Yáñez, S; Magill, R. Neill, D; Nee, M; Raven, P; Stimmel, H; Strong, M; Villaseñor, J; Zarucchi, J; Zuloaga, F; Jorgensen, P. 2017. An integrated assessment of the vascular plant species of the Americas. *Science* 358(6370):1614-1617.
- Vargas-Valverde, I; Campos-Alvarado, A; Niño-Rodríguez, N; Simón, R; Piñanez, Y; Hernández-Rivera, A; Ávalos, G. 2022. Redes de interacción colibrí-planta en un área abierta con robledales en el Centro de La Muerte, Costa Rica. *Zeledonia* 26(1):26-38.
- Vásquez, J; Zárate, R; Huiñapi, P; Pinedo, J; Ramirez, JJ; Lamas, G; Vela, P. 2017. Plantas alimenticias de 19 especies de mariposas diurnas (Lepidoptera) en Loreto, Perú. *Revista Peruana de biología* 24(1):35-42.
- Vizentin-Bugoni, J; Kiyochi, P; Silveira, C. 2018. Plant-Pollinator Networks in the Tropics: A Review In Dáttilo, W; Rico, V (eds.). Ecological Networks in the tropics an integrative overview of species interactions from some of the most species-rich hábitats on earth. Springer International Publishing AG. Switzerland. p. 29-42.
- von May, R; Catenazzi, A; Angulo, A; Venegas, P; Aguilar, C. 2012. Investigación y conservación de la biodiversidad en Perú: importancia del uso de técnicas modernas y procedimientos administrativos eficientes. *Revista Peruana de Biología* 67(2):351-358.
- Watts, S; Dormann, C; Martín, A. 2016. The influence of floral traits on specialization and modularity of plant-pollinator networks in a biodiversity hotspot in the Peruvian Andes. *Annals of Botany* 118:415-429.
- Watts, S; Huamán Ovalle, D; Moreno Herrera, M; Ollerton, J. 2011. Pollinator effectiveness of native and non-native flower visitor to an apparently generalist Andean shrub, *Duranta mandonii* (Verbenaceae). *Plant species Biology* 27(2):147-158.
- Windsor, F; Armenteras, D; Assis, A; Astegiano, J; Santana, P; Cagnolo, L; Carvalheiro, L; Emary, C; Fort, H; Gonzalez, X; Kitson, J; Lacerda, A; Lois, M; Márquez-Velásquez, V; Miller, K; Monasterolo, M; Omacini, M; Maia, K; Palacios, T; Pocock, M; Poggio, S; Varassin, I; Vázquez, D; Tavella, J; Rother, D; Devoto, M; Guimaraes, P; Evans, D. 2022. Network science: Applications for sustainable agroecosystems and food security. Elsevier; *Perspectives in Ecology and Conservation* 20(2):79.
- Yuca-Rivas, R. 2017. Espectro polínico de la miel reducida en cuyo grande (Valle Sagrado de los incas, Cusco, Perú). *Ecología aplicada* 16(1):31-38.
- Zelada-Estraver, W; Medina-Tafur, C; Chávez-Villavicencio, C; Rodríguez-Ruiz, C. Seminario-Rebolledo, M. 2022. Visita floral por picaflores en una loma costera del Norte del desierto del Pacífico, durante el 2021. *RE-BIOL* 42(2), 213-222.

Anexo 1: Fuentes bibliográficas utilizadas para el análisis del presente trabajo.

1. Abrahamczyk, S; Souto-Vilarós, D; Renner, SS. 2014. Escape from extreme specialization: passiflowers, bats and the sword-billed hummingbird. *Proceedings of the Royal Society* 281:20140888.
2. Acosta Mendoza, A. 2018. Fauna benéfica asociada al cultivo orgánico de tomate (*Solanum lycopersicum*) en el fundo de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 113 p.
3. Aguilar, PG. 1965. Algunas consideraciones sobre los insectos polinizadores en los alrededores de Lima. *Revista Peruana de Entomología* 8(1):138-146.
4. Aliaga Barrera, DA. 2019. Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea) durante la floración de café (*Coffea arabica* L.) con certificación sostenible, en la finca "Santa Rosa" Villa Rica, Pasco, Campaña 2016-17. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Científica del Sur. 133 p.
5. Anteparra, M; Berrios, M; Granado, L; Díaz, W. 2013. Algunos insectos fitófagos asociados al cultivo de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en el distrito de Chinchao, Huánuco. *Investigación y Amazonía* 3(1):1-7.
6. Anteparra, M; Ruiz, S; Granado, L; Díaz, W. 2013. Entomofauna asociada con la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Tingo María, Huánuco. *Revista Investigación y Amazonía* 2(1-2):51-59.
7. Anteparra, M; Loayza, A; Granados, L; Díaz, W. 2013. Insectos asociados con anthurio (*Anthurium andreaeanum* Lind.) en Tingo María, Perú. *Investigación y Amazonía* 3(2): 84-93.
8. Anteparra, M; Ruiz, S; Granado, L; Díaz, W. 2013. Entomofauna asociada con la cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) en Tingo María, Huánuco. *Revista Investigación y Amazonía* 2(1-2):51-59.
9. Arias, E; Cadenillas, R; Pacheco, V. 2009. Diet of nectarivorous bats from the National Park Cerros de Amotape, Tumbes. *Revista Peruana de Biología* 16(2):187-195.
10. Armbruster, WS; Keller, S; Matsuki, M; Clausem, TP. 1989. Pollination of *Dalechampia magnoliifolia* (Euphorbiaceae) by male *Euglossine* bees. *American Journal of Botany* 76(9):1279-1285.
11. Arustegui García, MS. 2015. Identificación y fluctuación poblacional de insectos Polinizadores en palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin) en el distrito de campo verde, región Ucayali-2014. Tesis Lic. Yarinacocha, Perú, Universidad Nacional Intercultural de Amazonia. 112 p.
12. Arústegui, M; Pinedo, H; Otiniano, A. J. 2015. Insectos polinizadores de *Elaeis guineensis* Jacquin en el Distrito de Campoverde, Ucayali. *Saber y Hacer* 2(2):110-126.
13. Bazo Soto, IC. 2018. Estudios de biología floral, reproductiva y del número cromosómico de "LOCHE" (*Cucurbita moschata* Duschene). Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Agraria La Molina. 122 p.
14. Bazo, I; Espejo, R; Palomino, C; Flores, M; Chang, M; López, C; Mansilla, R. 2018. Estudios de biología floral, reproductiva y visitantes florales en el "Loche" de Lambayeque (*Cucurbita mostachata* DUCHESNE). *Ecología Aplicada* 17(2): 191-205.
15. Becerra Yrujo, LI. 2019. Correlación de los servicios ecosistémicos de la fauna entomológica en tres usos de suelo de la Finca Santa Rosa, Villa Rica, Perú. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Científica del Sur. 119 p.
16. Berríos Torrejón, AM. 2013. Artrópodos asociados en la parte aérea del cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) En en

- distrito de Chinchao (Chayana), Provincia de Huánuco. Tesis Lic. Huánuco, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 135 p.
17. Berry, PE. 1985. The systematics of the apetalous Fuchsias of South-America, *Fuchsia* sect. *hemsleyella* (Onagraceae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 2(72):213-251.
 18. Boehm, MMA; Guevara-Apaza, D; Jankowski, JE; Cronk QC. 2022. Floral phenology of an Andean bellflower and pollination by buff-tailed sicklebill hummingbird. *Ecology and Evolution* 12(6):1-9.
 19. Boehm, MMA; Scholer, MN; Kennedy, JJC; Heavyside, JM; Daza, A; Guevara-Apaza, D; Jankowski JE. 2018. The Manú Gradient as a study system for bird pollination. *Biodiversity Data Journal* 6(e22241):1-23.
 20. Cairampoma, L; Martel, C. 2012. Notas sobre los visitantes florales de *Seemania sylvatica* (Kunth) Hanstein (Gesneriaceae). *Revista peruana de biología* 19(1):11-16.
 21. Cairampoma, L; Martel, C. 2012. Visitadores florales en *Salvia Rhombifolia* Ruiz & Pavon (Lamiaceae) en Lima, Perú: Una especie polinizada por abejas. *The Biologist* (Lima) 10(2):97-103.
 22. Cairampoma, L; Tello, JA; Claßen-Bockhoff, R. 2020. Pollination in the desert: adaptation to bees and birds in *Salvia rhombifolia*. *International Journal of Plant Sciences* 18(18):857-880.
 23. Caldas Camacho, D. 2010. Artropodofauna en el cultivo tecnificado de "Maracuyá amarillo" (*Passiflora edulis* var. "flavicarpa") Degener en el distrito de Chinchao - Huánuco. Tesis Lic. Cusco, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 122 p.
 24. Carhua Ponce, AR; Huancas Oblitas, W. 2021. Estudio de Biología floral de frijol Bayo *Phaseolus vulgaris* L. con fines de conservación de su biodiversidad, Morales, Perú. Tesis Lic. Morales, Perú, Universidad Peruana Unión. 42 p.
 25. Castillo-Carrillo, PS. 2013. Sífidos (Diptera: Syrphidae) en cultivos de cacao y banana en los valles de Tumbes y Zarumilla, Perú. *Revista Peruana de Entomología* 48(2):9-7.
 26. Ccahuana Huaman, E; Rodríguez Oviedo, PA. 2023. Optimización del servicio ecosistémico de polinización para la apicultura sostenible en el Apiario Taucca, Lamay, Calca, Cusco 2023. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Cesar Vallejo. 78 p.
 27. Choque Quispe, N; Montalvo Saldívar, C. 2012. Evaluación de la entomofauna asociada al molle (*Schinus molle*) en Huacarpay-Cusco. Tesis Lic. Cusco, Perú, Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco. 65 p.
 28. Cieza Padilla, N; Camille Klopfenstein, O. 2023. El género *Matucana*, especies de la Región Cajamarca. Ed. Sociedad Peruana de Cactáceas y Suculentas. p 1-120.
 29. Correa Seminario, VA. 2021. Flora apícola promisoría para *Apis mellifera* Linnaeus 1758 en el distrito de Castilla - Piura. Tesis Lic. Piura, Perú, Universidad Nacional de Piura. 116 p.
 30. Costa, JF; Alfaro-Tapia, A. 2013. Dos abejas (Hymenoptera: Apidae) visitando flores en Acjanaco, Parque Nacional del Manu (PNM), Cusco, Perú. *Boletín del Museo de Entomología de la Univesidad del Valle*, 13(2):8-11.
 31. Del Águila Maldonado, W. Dinámica poblacional del "Arrebiatado" (*Dysdercus spp.*) en el cultivo de algodón (*Gossypium hirsutum* L.) variedad 'UPLAND BJA-594' en Tingo María. Tesis Lic. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 131 p.
 32. Delgado, C; Rasmussen, C; Mejía, K. 2020. Asociación entre abejas sin aguijón (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) y camu

- camu (*Myrciaria dubia*: Mytaceae) en la Amazonía peruana. *Livestock Research for Rural Development* 32(129):1-6.
33. Delgado-Vásquez, C; Vela, M. 2012. Las abejas nativas, Melliponas (Hymenoptera: Melliponidae) asociadas al camu camu *Myrciaria dubia*. *Folia amazónica* 21(1-2):77
 34. eBird. 2023a. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S152884189>
 35. eBird. 2023b. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S100147824>
 36. eBird. 2023c. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S127490585>
 37. eBird. 2023d. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S127490310>
 38. eBird. 2023e. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S127488984>
 39. eBird. 2023f. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S127429999>
 40. eBird. 2023g. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S126701023>
 41. eBird. 2023h. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S126535863>
 42. eBird. 2023i. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S125273402>
 43. eBird. 2023j. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S122317192>
 44. eBird. 2023k. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S101781539>
 45. eBird. 2023l. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S101984142>
 46. eBird. 2023m. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S100528189>
 47. eBird. 2023n. eBird: Una base de datos en línea para la abundancia y distribución de las aves (en línea, sitio web). Consultado 04 dic. 2023. <https://ebird.org/checklist/S103471964>
 48. Espinoza Badajoz, F. 2012. Estudio botánico y cultivo de *Jaltomata Bicolor* (R. & P.) Mione & M. Nee "Huallaco" (solanaceae) en el distrito de Arahua, Canta-Lima. Tesis Dr. Lima, Perú, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 137 p.
 49. García Huamán, FT; Angeles Trauco, M. 2019. Identificación de flora apícola en el fundo Vitaliano, Amazonas, Perú. *Revista de Investigación Científica UN-TRM: Ciencias Sociales y Humanidades* 2(3):9-17.

50. Gerlach, G. 2021. Naturkundliche Impressionen aus Peru (1. Teil) – Die Umgebung von Oxapampa, insbesondere der Nationalpark Yanachaga Chemillén. *Der Palmengarten* 85:43-53.
51. Gerlach, G. 2023. Orchideen und ihre Bestäuber im zentralen Peru. *Der Palmen-Garten* 86: 37-39
52. González, O; Díaz, C; 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.
53. González, O; Loiselle, BA. 2016. Species interactions in an Andean bird-flowering plant network: phenology is more important than abundance or morphology. *PeerJ* 4:e2789.
54. González, O; Wethington, S. 2014. Observations on hummingbirds and their nectar resource at the cloud forest of Manu road, Perú. *The Biologist* 12(1):109-132.
55. Gottsberger, G. 1991. Pollination of some species of the Carludivoideae, and remarks on the origin and evolution of the Cyclanthaceae. *Botanische Jahrbucher fur Systematik* 113(2/3): 221-235.
56. Graves, GR. 1982. Pollination of a *Tristerix mistletoe* (Loranthaceae) by *Diglossa* (Aves, Thraupidae). *Biotropica* 14(4):316-317.
57. Gusqui Mata, RC. 2020. Fauna benéfica asociada a refugios vegetales en el cultivo de *Capsicum annum* L. en la Uiversidad Nacional Agraria La Molina. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 134 p.
58. Hazlehurst, JA.; Tinoco, B; Cárdenas, S; Karubian, J. 2016. Pollination ecology of *Oreocallis Grandiflora* (Proteaceae) at the northern and southern ends its geographic range. *Journal of Pollination Ecology* 19(10):71-80.
59. Henning, T. 2012. Systematics and floral ecology of *Nasa* (Loasaceae subfam. Loasoideae) and its allies. Tesis doc. Berlin, Alemania, Freie Universität Berlin. 171 p.
60. Herrera, E. T; Franke, T; Knogge, C; Skrabal, J; Heymann, EW. 2003. Flower and fruit visitors of *Marcgravia longifolia* in Amazonian Peru. *Plant Biology* 5(02):210-214.
61. Hesse, M. 2010. Las aves del Santuario Nacional Tabaconas Namballe. In Mena Álvarez, JL; Valdivia Gonzalo, G (eds.). *Conociendo el Santuario Nacional Tabaconas Namballe*. Lima, Perú, WWF. p. 43-50
62. Hidalgo Meléndez, E; Grández López; E. 2013. Mecanismo de polinización para el mejoramiento de piñon blanco (*Jatropha curcas* L.). Tarapoto, Perú. 10 p.
63. Householder, E; Janovec, J; Balarezo Mozambique, A; Huinga Maceda, J; Wells, J; Valega, R; Maruenda, H; Christenson E. 2010. Diversity, natural history and conservation of *vanilla* (Orchidaceae) in amazonian wetlands of Madre de Dios, Peru. *Journal of the Botanical Research Institute of Texas* 4(1):227-243.
64. Huamán Vela, CJ. 2022. Identificación de plantas melíferas en temporada de lluvias en Tingo María. Tesis Lic. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 55 p.
65. Huaranga, D. 2022. Efecto de tres técnicas de polinización sobre el rendimiento de Palma Aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) de 4 años. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias* 6(27):300-309.
66. iNaturalist. 2023a. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/184806549>
67. iNaturalist. 2023b. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/184809010>
68. iNaturalist. 2023c. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Di-

- sponible en <https://www.inaturalist.org/observations/184809011>
69. iNaturalist. 2023d. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/184809019>
70. iNaturalist. 2023e. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/190007708>
71. iNaturalist. 2023f. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/190009039>
72. iNaturalist. 2023g. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/177460930>
73. iNaturalist. 2023h. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/190016156>
74. iNaturalist. 2023i. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/190018244>
75. iNaturalist. 2023j. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/151898762>
76. iNaturalist. 2023k. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/190023211>
77. iNaturalist. 2023l. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/157938958>
78. iNaturalist. 2023m. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/158485810>
79. iNaturalist. 2023n. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/149104676>
80. iNaturalist. 2023o. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/190176861>
81. iNaturalist. 2023p. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/156996645>
82. iNaturalist. 2023q. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/156839880>
83. iNaturalist. 2023r. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/146934805>
84. iNaturalist. 2023s. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/98345967>
85. iNaturalist. 2023t. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/66281346>
86. iNaturalist. 2023u. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/153414396>
87. iNaturalist. 2023v. Observations (en línea, sitio web). Consultado 04 nov. 2023. Disponible en <https://www.inaturalist.org/observations/190019379>
88. Janson, CH; Terborgh, J; Emmons, LH. 1981. Non-Flying Mammals as Pollinating Agents in the Amazonian Forest. *Biotropica* 13(2):1-12.
89. Juárez-Noé G; Barboza, R; García, D. 2023. First record of *Cyphonotida rostrata* (Bates, 1872) (Coleoptera: Cerambycidae: Lepturinae: Lepturini) from Peru. *Revista Chilena de Entomología* 49(3):451-456.

90. Juárez-Noé G; Barboza, R; Perales, F; Cha-poñan, JE. 2023. *Lasionota (Nelsonozodes) piurae* Moore & Diéguez, 2019 (Coleoptera: Buprestidae: Buprestinae: Stigmoderini); description of the male, ecology and distribution in Peru. *Journal of Insect Biodiversity* 43(2):45-50.
91. Juárez-Noé G; Barboza, RG; Perales-Chiscul, F; Dávila-Rodríguez, A. 2023. First record of *Rhopalophora dyseidia* Martins & Napp, 1989 (Coleoptera: Cerambycidae: Cerambycinae: *Rhopalophorini*) in Peru. *Revista Chilena de Entomología* 49(3):633-638.
92. Kawakita, A; Wong Sato, AA; Llacsahuanga Salazar, JR.; Kato, M. 2019. Leafflower-leafflower moth mutualism in the Neotropics: Successful transoceanic dispersal from the Old World to the New World by actively-pollinating leafflower moths. *PlosOne* 14(1):1-22.
93. Kessler A; Halitschke R; Poveda K. 2011. Herbivory-mediated pollinator limitation: negative impacts of induced volatiles on plant-pollinator interactions. *Ecology* 92(9):1769-1780.
94. Listabarth, C. 1992. A survey of pollination strategies in the Bactridinae (Palmae). *Bulletin de l'Institut Français d'Études Andines. Les palmiers des forêts tropicales* 21(2):699-714.
95. Listabarth, C. 1993. Insect-Induced wind pollination of the palm *Chamaedorea pinatifrons* and pollination in related *Wendlandiella* sp. *Biodiversity and Conservation* 2:39-50.
96. Listabarth, C. 1993. Pollination in *Geonoma macrostachys* and Three Congeners, *G. acaulis*, *G. gracilis*, and *G. interrupta*. *Botanica Acta* 106(6):496-506.
97. Listabarth, C. 1996. Pollination of *Bactris* by *Phyllotrox* and *Epurea*, Implications of the Palm Breeding Beetles on Pollination at the Community level. *Biotropica* 28(1):69-81.
98. Listabarth, C. 2001. Palm pollination by bees, beetles and flies: Why pollinator taxonomy does not matter. The case of *Hyospathe elegans* (Arecaceae, Arecoidae, Arecaceae, Euterpeinae. *Plant Species Biology* 16(2):165-181.
99. Lizárraga, A. 2023. Plaguicidas y polinizadores en el marco del Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA). In Flores, C; Minaya, D (eds.). LXIV Convención Nacional de Entomología. Sociedad Entomológica del Perú. p. 111.
100. Lizárraga, A; García Burgos, A. 2008. Red de polinizadores del Perú. 57 p.
101. Lubinsky, P; Van Dam, M; Van Dam A. 2006. Pollination of *vanilla* and evolution in the orchidaceae. *EurekaMag* 75(12):926-929.
102. Maguiña-Conde, R; Zúñiga-Rivas, D; Kay, KM. 2023. An elevational gradient in foral traits and pollinator assemblages in the Neotropical species *Costus guanaiensis* var. *tarmicus* in Peru. *Ecology and Evolution* 13(8):1-18.
103. Maguiña, R; Amanzo, J; Huamán, L. 2012. Dieta de murciélagos filosómidos del valle de Kosñipata, San Pedro, Cusco - Peru. *Revista Peruana de Biología* 19(2):159-166.
104. Maguiña, R; Amanzo, J. 2016. Diet and Pollinator Role of the Long-Snouted Bat *Platalina genovesium* in Lomas Ecosystem of Peru. *Tropical Conservation Science* 9(4):1-8.
105. Mamani, N; Ocaña, J. 2021. Northernmost record of the Critically Endangered Royal Cinclodes *Cinclodes aricomae* in Peru. Secondary nectar robbing by a Purple-collared Woodstar *Myrtis fanny*. *Cotinga* 43:102-104.
106. Márquez Castellanos, E. 2019. Cruzas entre variedades de papa nativa y *Solanum bukasovii* Juz. en la comunidad de Huanacalla del distrito de Huiquirá, provincia de Cotabambas-Apurímac. Tesis Lic. Cus-

- co, Perú, Universidad Nacional de San Antonio Abad de Cusco. 121 p.
107. Márquez-Castellanos, E; Lizarraga, L; Parra, F; Casas, A; Torres-Guevara, J; Begazo, D; Cruz, A; Torres, I; Zarazúa, M. 2019. Conectividad entre poblaciones silvestres y cultivadas de papa. *In* Torres, J; Parra, F; Casas, A; Cruz A (eds.). De los cultivos nativos y el cambio del clima. Universidad Nacional Agraria La Molina. p. 137-159
 108. Martel, C; Cairampoma, L; Stauffer, FW; Ayasse, M. 2016. *Telipogon peruvianus* (Orchidaceae) flowers Elicit pre-mating behaviour in *Eudejeania* (Tachinidae) males for pollination. *PLoS One* 11(11):1-23.
 109. Martel, C; Gerlach, G; Ayasse, M; Milet-Pinheiro, P. 2019. Pollination ecology of the Neotropical gesneriad *Gloxinia perennis*: chemical composition and temporal fluctuation of floral perfume. *Plant Biology* 21(4):723-731.
 110. Martel, C. 2012. Una nota adicional sobre la polinización en *Rollinia mucosa* (Jacq.) Baill., “La Anona”, en el sureste del Perú. *Xilema* 25:88-93.
 111. Mateo-Bruno, R; Lama-Isminio, P; Arustegui-García, M. 2019. Identificación y cuantificación poblacional de insectos polinizadores de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin), en Pucallpa. *Revista peruana entomológica* 5(1): 9-18.
 112. Mateo-Bruno, R; Lama-Isminio, P; Arustegui-García, M. 2019. Identificación y cuantificación poblacional de insectos polinizadores de la palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacquin), en Pucallpa. *Revista peruana entomológica* 5(1): 9-18.
 113. Meza Huamán, DE. 2022. Determinación de la flora melífera del Valle del Mantaro (Junín-Perú) en base a estudios melisopalínológicos. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Peruana Cayetano Heredia. 68 p.
 114. Morales, B; Bautista, J; Vergara, C. 2020. Pollinating insects of cherimoya (*Annona cherimola* Miller) en La Molina, Lima, Peru. *Peruvian Journal of Agronomy* 4(1):10-16.
 115. Municipalidad Provincial de Oxapampa (MPO); Jardín Botánico de Missouri (JBM). 2007. Manual ilustrado de las plantas melíferas y poliníferas de Oxapampa, Pasco-Perú. Oxapampa, Perú. 56 p.
 116. Novoa, S; Ledesma, K; Linares R. 2022. Use of camera traps to monitor the fauna associated with a cactus community in the coastal Desert of Ica, Peru. *Cactus and Succulent* 94(1):28-33.
 117. Novoa, S; Vega, N; Medivil, E. 2014. Aspectos sobre la biología floral de *Loxanthocereus peculiaris* y su relación con la comunidad de colibríes en el desierto costero Peruano. *Quepo* 29:28-38.
 118. Novoa, S. 2006. Cactus e Insectos II. *Quepo* 20:36-45.
 119. Ochoa Balboa, LJ. Implementación y desarrollo de jardines polinizadores en el distrito de San Isidro, Lima. 2023. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 88 p.
 120. Ochoa-Zavala, M; Suárez-Montes, P; Chávez-Pesqueira, M; López-Cobos, D; Julia, C; David, A; Hilares, R; Lazo, Y; Sibile, S; Villanueva, R; Aviles, W; Cárdenas, J; Corrales, M; Montesinos, L; Quispe, R; Torres, I; Casas, A. 2016. Diferencias en morfología y visitantes florales entre *Lupinus mutabilis* y *Lupinus* aff. *ballianus* en la microcuenca de Warmiragra, Perú. *In* Ochoa-Zavala, M; Suárez-Montes, P; Chávez-Pesqueira, M; López-Cobos, D; Julia, C; David, R. Domesticación en el continente americano, Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo. 463-479.
 121. Pearson, DL; Dressler, RL. 1985. Two-year study of male orchid bee (Hymenoptera: Apidae: *Euglossini*) attraction to chemical baits in lowland south-eastern Perú. *Journal of Tropical Ecology* 1(1):37-54.

122. Pellón, JJ; Mendoza, JL; Quispe-Hure, O; Condo, F; Williams, M. 2021. Exotic cultivated plants in the diet of the nectar-feeding bat *Glossophaga soricina* (Phyllostomidae: Glossophaginae) in the city of Lima, Peru. *Acta Chiropterologica* 23(1):107-117.
123. Peters, CM; Vásquez, A. 1988. Estudios Ecológicos de camu-camu (*Myrciaria dubia*) producción de frutos en poblaciones naturales. *Folia* 1(1-2):87-102.
124. Purizaga Preciado, JL. 2023. Identificación de las especies de Dípteros Ceratopogonidae polinizadores del cacao (*Theobroma cacao*. L) en Tumbes, Perú. Tesis Lic. Tumbes, Perú, Universidad Nacional de Tumbes. 55 p.
125. Quispe Tarqui, R. 2015. Refugios vegetales para el fomento de la entomofauna benéfica en el agroecosistema del cultivo de maíz en La Molina. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Nacional Agraria La Molina. 181 p.
126. Ramos Gonzales, JT. 2021. Entomofauna asociada al cultivo de banano (*Musa sapientum* L.), variedad "Moquicho" en producción en el distrito de Daniel Alomía Robles. Tesis Lic. Tingo María, Perú, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 114 p.
127. Rasmussen C. 1999. Coevolution of the oil bee-*Calceolaria* system in the Andes of Perú. Tesis Master. Aarhus C, Denmark, University of Aarhus. 87 p.
128. Revilla Pantigoso, I; Fernández Hilario, R; Crespo, More, S; Antonio Astocata, MA. 2015. Diversidad y distribución de la familia cactaceae y avifauna asociada en la Reserva Nacional de Lachay. Consultores Asociados en Naturaleza y Desarrollo S.A.C.1:1-39.
129. Rodríguez Reyes, JA. 2023. Manejo agronómico del cultivo de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) var. *ventura*, en Jayanca-Lambayeque. Tesis Lic. Chimbote, Perú, Universidad Nacional del Santa. 94 p.
130. Rojas Pérez, R. 2011. Identificación y fluctuación poblacional de insectos polinizadores en sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) (Euphorbiaceae). Tesis Lic. Tarapoto, Perú, Universidad Nacional San Martín-Tarapoto. 56 p.
131. Sahley, CT. 1996. Bat and hummingbird pollination of an autotetraploid columnar cactus, *Weberbauerocereus weberbaueri* (Cactaceae). *American Journal of Botany* 83(10):1329-1336.
132. Sajami Rodríguez, O. 2014. Identificación y descripción de abejas nativas amazónicas con mención al hábitat ecológico en la Cuenca del Río Nanay. San Juan-Loreto. Tesis Lic. Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. 125 p.
133. Salinas, L; Arana, C; Pulido, V. 2007. Diversidad, abundancia y conservación de aves en un agroecosistema del desierto de Ica, Perú. *Revista Peruana de Biología* 13(3):155-167.
134. Salinas, L; Arana, C; Suni, M. 2007. El néctar de especies de Puya como recurso para picaflores Altoandinos de Ancash, Perú. *Revista peruana de biología* 14(1): 129-134.
135. Santiago Corisepa, KV. 2021. Insectos asociados al cultivo del plátano var. Seda (*Musa* sp.), en las localidades de Salvación y Mansilla, de la región Madre de Dios - Perú. Tesis Lic. Cusco, Perú, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco. 147 p.
136. Sayas Rivera, R; Huamán Mesía, L. 2009. Determinación de la flora polínifera del Valle de Oxapampa (Pasco-Perú) en base a estudios palinológicos. *Ecología Aplicada* 8(2):53-59.
137. Schleuning, M; Templin, M; Huamán, V; Vadillo, GP; Becker, T; Durka, W; Matthies, D. 2011. Effects of inbreeding, outbreeding, and supplemental pollen on the reproduction of a hummingbird-pollinated clonal Amazonian herb. *Biotropica* 43(2):183-191.

138. Schuchmann, K. 1999. Family Trochilidae (Hummingbirds). In Del Hoyo, J; Elliot, A; Sargatal, J (eds.). Handbook of the birds of the world. Barcelona Lynx 5 ed. p. 468-680.
139. Scurrah, M; Celis-Gamboa, C; Chumbiaca, S; Salas, A; Visser, R. 2007. Hybridization between wild and cultivated potato species in the Peruvian Andes and biosafety implications for deployment of GM potatoes. *Euphytica* 164:881-892.
140. Silva López, E. 2019. Efecto de la polinización sobre la producción de semillas de algodón nativo (*Gossypium sp.*) de fibra blanca e implicancia en su conservación, anexo Ponaya, Amazonas. Tesis Lic. Chachapoyas, Perú, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas. 68 p.
141. Sotomayor Chávez, AC. 2020. Evaluación del riesgo ambiental de la aplicación de cuatro pesticidas sobre el polinizador *Forcipomyia spp.* (Díptera: Ceratopogonidae) del cultivo de cacao (*Theobroma cacao L.*), en San Martín, Perú. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Científica del Sur. 52 p.
142. Tuesta Chichipe, FM. 2017. Distribución y fenología floral apibotánica en la provincia de Lamas, Región San Martín. Tesis Lic. Tarapoto, Perú, Universidad Nacional de San Martín. 37 p.
143. Vansynghel J; Ocampo-Ariza, C; Maas, B; Martin, EA; Thomas, E; Hanf-Dressler, T; Schumacher, NC; Ulloque-Samatelo, C; Tschamtker, T; Steffan-Dewenter, I. 2022. Cacao flower visitation: Low pollen deposition, low fruit set and dominance of herbivores. *Ecological Solutions and Evidence* 3(2):1-9.
144. Vansynghel J. 2022. Pollination and pest control along gradients of shade cover and forest distance in Peruvian cacao agroforestry landscapes. Tesis doc. Würzburg, Alemania, Universität Würzburg. 170 p.
145. Vargas, Y; Martos, A; Chura, J. 2020. Variación en la densidad de poblaciones de *Apis mellifera L.* en el cultivo de mandarina. *Anales Científicos* 81(2):299-309.
146. Vásquez Bardales, J; Zárate Gómez, R; Huiñapi Canaquiri, P; Pinedo Jiménez, J; Ramírez Hernández, JJ; Lamas, G; Vela García, P. 2017. Plantas alimenticias de 19 especies de mariposas diurnas (Lepidoptera) en Loreto, Perú. *Revista Peruana de Biología* 24(1):35-42.
147. Velásquez Taramona, YS. 2018. Comunidad de colibríes (Aves: Trochilidae) de sotobosque y el uso de sus recursos florales en época seca y época húmeda en la Estación Biológica Cocha Cashu, Parque Nacional del Manú, Madre de Dios-Perú, 2016. Tesis Lic. Arequipa, Perú, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 75 p.
148. Vila, R; Eastwood, R. 2006. Extrafloral nectar feeding by *Strymon jacqueline* Nicolay & Robbins, 2005 (Lepidoptera: Lycaenidae *Eumaeini*). *Revista peruana biológica* 13(1):125-128.
149. Villanueva-Espinoza, R; Pillaca-Huacre, L. 2020. Visitantes florales de *Sanchezia oblonga* (Acanthaceae) en un bosque montano de Carpish, Perú. *Revista Forestal del Perú* 35(1):73-79.
150. Watteyn, C; Scaccabarozzi, D; Muys, B; Der Schueren, NV; Van Meerbeek, K; Guizar Amador, MF; Ackerman, JD; Cedeño Fonseca, MV; Chinchilla Alvarado, IF; Reubens, B; Pillco Huaracaya, R; Cozzolino, S. Karremans, AP. 2021. Trick or treat? Pollinator attraction in *Vainilla pompona* (Orchidaceae). *Biotropica* 54(1):268-274.
151. Watts, S; Dormann, CF; Martín Gonzáles, AM; Ollerton, J. 2016. The influence of floral traits on specialization and modularity of plant-pollinator networks in a biodiversity hotspot in the Peruvian Andes. *Annals of Botany* 118(3):415-429.
152. Watts, S; Huamán Ovalle, D; Moreno Herrera, M; Ollerton, J. 2011. Pollinator effec-

- tiveness of native and non-native flower visitor to an apparently generalist Andean shrub, *Duranta mandonii* (Verbenaceae). *Plant species Biology* 27(2):147-158.
153. Wong, A; Villanueva-Espinoza, R; Revilla, I; Fernandez-Hilario, R. 2021. Preliminary observations on the flower visitors of *Nasa colanii* (Loasaceae), a poorly known species endemic to northern Peru. *Botany* 99(10):665-670.
154. Yarita Rubiños, Y. 2014. Uso de cultivares complementarios en palto *Persea americana* Miller var. "Hass" en Chao, La Libertad. Tesis Lic. Trujillo, Perú, Universidad Privada Antenor Orrego. 127 p.
155. Yuca-Rivas, R. 2016. Variación intraspecifica en el espectro polínico de la miel producida en Huarán (Cusco, Perú). *Ecología Aplicada* 15(1):27-39.
156. Yuca-Rivas, R. 2017. Espectro polínico de la miel reducida en cuyo grande (Valle Sagrado de los incas, Cusco, Perú). *Ecología aplicada* 16(1):31-38.
157. Zamora Meza, HT; Sahley, CT; Medina Pacheco, CE; Arteaga Miranda, YE; Escobar Montes, AC. & Pari Chipana, A. 2013. The Peruvian Long-Snouted Bat, *Platalina genovensium* Thomas, 1928 (Phyllostomidae, Lonchophyllinae), in the Area of Influence of the PERU LNG Gas Pipeline: Population Status and Recommendations for Conservation. In Alonso, A; Dallmeier, F; Servat, GP (eds.) *Monitoring Biodiversity: Lessons from a Trans-Andean Megaproject*. Smithsonian Institution Scholarly Press. p. 110-123.
158. Zapata Núñez, C. 2017. Diversidad y fluctuación poblacional de artrópodos en el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en la cruceta, Piura 2014-2015. Tesis Lic. Lima, Perú, Universidad Científica del Sur. 85 p.
159. Zelada-Estraver, W; Medina-Tafur, C; Chávez-Villavicencio, C; Rodríguez-Ruiz, C; Seminario-Rebolledo, M. 2022. Visita floral por picaflores en una loma costera del norte del desierto del pacífico, durante el 2021. *Revista de Investigación Científica REBIOL* 42(2):213-222.
160. Zevallos Pollito, P; Pérez Castro, E. 1990. Determinación del potencial melífero de los bosques secundarios de Pucallpa. *Estudio Preliminar*. Almicar, P (eds). Lima, Perú. 95 p.
161. Zevallos Portillo, P; Higaonna Oshiro, R. 1988. Valor pecuario y apícola de 10 especies forestales de las zonas secas y semisecas de Lambayeque. *Revista Zonas Áridas* 5(5):25-36.
162. Zúñiga Martínez, JM. 2019. Riqueza y abundancia de artrópodos asociados con anturio de corte (*Anturium andreanum* Linden.) en vivero en Tingo María, Perú. Tesis Lic. Tingo María, Perú, Universidad Agraria de la Selva. 105 p.