



Diversidad florística y visitantes florales en el Área de Conservación Privada Lomas de Atiquipa, Arequipa, Perú

Floral diversity and floral visitors in the Lomas de Atiquipa Private Conservation Area, Arequipa, Perú

Miriam Zea-Fernandez^{*,1,2}, Akira A. Wong Sato^{1,3}, Italo Revilla⁴, Julissa M. Churata-Salcedo⁴, Robin Fernandez-Hilario¹, Katherin Bernabé Paniagua¹, Daissy D. Rodríguez Pinto⁴, Yacuelin Huamani Aragon⁴ & Edilberto Chuquilin-Bustamante²

¹ División de Ecología Vegetal, Centro de Ornitología y Biodiversidad, Lima, Perú, ² Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Huánuco, Perú, ³ Centro de Investigación de Servicios Ecosistémicos y Soluciones Basadas en la Naturaleza - Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú, ⁴ Instituto Científico Michael Owen Dillon (IMOD), Arequipa, Perú.

Miriam Zea Fernandez

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

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>

Robin Fernandez-Hilario

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

Katherin Bernabé Paniagua

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

Daissy D. Rodríguez Pinto

 <https://orcid.org/0000-0002-9175-3459>

Yacuelin Huamani Aragon

 <https://orcid.org/0009-0003-9334-7387>

Edilberto Chuquilin Bustamante

 <https://orcid.org/0000-0002-7534-8269>

Artículo Original

Recibido: 10 de abril de 2025

Aceptado: 30 de mayo de 2025

Resumen

Las lomas costeras constituyen ecosistemas singulares caracterizados por una elevada diversidad biológica y complejas interacciones ecológicas, entre las que destaca la polinización. No obstante, las actividades antrópicas representan una amenaza para la integridad de estas interacciones. El presente estudio tuvo como objetivo describir la diversidad florística y los visitantes florales en el Área de Conservación Privada Lomas de Atiquipa, Arequipa, Perú. Se realizaron muestreos en dos transectos, registrándose especies de flora en antesis y entomofauna asociada. Se identificaron 57 especies vegetales, destacando *Philoglossa peruviana* y *Fuertesimalva peruviana*. Los visitantes florales estuvieron representados principalmente por Insecta, con predominio de Diptera, seguidos por Lepidoptera e Hymenoptera. Los resultados evidencian que las interacciones planta-polinizador en Lomas de Atiquipa están dominadas por entomofilia.

Palabras clave: lomas costeras, diversidad florística, visitantes florales, insectos, polinización.

Abstract

Coastal lomas are unique ecosystems characterized by high biological diversity and complex ecological interactions, particularly pollination. However, anthropogenic activities threaten the stability of these interactions. This study aimed to describe the floristic diversity and floral visitors in the Private Conservation Area Lomas de Atiquipa, Arequipa, Peru. Sampling was conducted along two transects, recording flowering plant species and associated entomofauna. A total of 57 plant species were identified, with *Philoglossa peruviana* and *Fuertesimalva peruviana* being the most representative. Floral visitors were mainly insects, with Diptera as the dominant order, followed by Lepidoptera and Hymenoptera. These findings indicate that plant-pollinator interactions in Lomas de Atiquipa are predominantly governed by entomophily.

Keywords: coastal lomas, floristic diversity, floral visitors, insects, pollination

Autor para correspondencia: E. mail: miriam.zea@unas.edu.pe

DOI: <http://dx.doi.org/10.17268/rebiol.2025.45.01.02>

Citar como:

Zea, M. et al. (2025). DIVERSIDAD FLORÍSTICA Y VISITANTES FLORALES EN EL ÁREA DE CONSERVACIÓN PRIVADA LOMAS DE ATIQUIPA, AREQUIPA, PERÚ. . *REBIOL*, 45(1), 9-21.

1. Introducción

Los ecosistemas de lomas costeras constituyen verdaderos oasis de neblina caracterizados por una elevada diversidad florística y una marcada estacionalidad biológica, desarrollándose en medio de un entorno predominantemente árido. Estos ecosistemas se distribuyen a lo largo de la costa del Pacífico entre Perú y Chile, ocupando aproximadamente 8 678 km², de los cuales el Perú concentra cerca del 80% de su extensión total (Moat et al., 2021). La presencia de un amplio banco de semillas latentes que germinan estacionalmente confiere a las lomas un carácter ecológico singular, sustentado en complejas interacciones biológicas y altos niveles de endemismo. La relevancia ecológica de las lomas radica, entre otros aspectos, en la provisión de múltiples servicios ecosistémicos, destacando el servicio de polinización. Estos ecosistemas albergan una variada fauna polinizadora, incluyendo aves, mamíferos voladores y una diversa entomofauna, capaces de intervenir en la reproducción de especies silvestres y en la polinización de cultivos de importancia económica, contribuyendo así a la sostenibilidad de los sistemas agroecológicos locales (Lizárraga, 2022). No obstante, la diversidad de polinizadores enfrenta crecientes amenazas asociadas a la fragmentación del hábitat, el uso intensivo de agroquímicos, la introducción de especies exóticas y los efectos del cambio climático, factores que han generado una reducción significativa en la abundancia y diversidad de entomofauna a nivel global (Alonso & Jesus, 2021).

Se estima que cerca del 40% de los ecosistemas se encuentran actualmente bajo presión antrópica, afectando su estabilidad y resiliencia ecológica. Estas perturbaciones se manifiestan principalmente en cambios en la composición y abundancia de la flora y de sus visitantes florales, alterando los procesos ecológicos y las funciones ecosistémicas asociadas (Nieuwland & Mamani, 2017). En este contexto, la región Arequipa

destaca por su alta producción agrícola destinada tanto al consumo local como a la exportación, actividad que depende en hasta un 90% de la acción de los polinizadores (Maldonado et al., 2020). A pesar de ello, el potencial del servicio ecosistémico de polinización aún no ha sido incorporado de manera sistemática en las políticas de manejo, conservación y monitoreo ambiental.

La mayoría de las especies vegetales dependen de los animales para completar su ciclo reproductivo, siendo las interacciones planta–polinizador procesos ecológicos clave que determinan patrones de diversidad, productividad y estado de conservación de los ecosistemas (Martínez et al., 2019). En este sentido, el análisis conjunto de la diversidad florística y de los visitantes florales resulta fundamental, ya que la riqueza funcional y taxonómica de la flora constituye un predictor directo de la diversidad y eficiencia de los polinizadores; es decir, una mayor diversidad vegetal se asocia a un mayor éxito en los procesos de polinización (Colom et al., 2021; Rodríguez, 2024).

El Área de Conservación Privada Lomas de Atiquipa registra una notable diversidad florística, con 331 especies de plantas distribuidas en 73 familias y 220 géneros, siendo Asteraceae la familia más representativa (SERNANP, 2022). Asimismo, se reportan 46 especies endémicas de las lomas de la costa peruana y seis especies endémicas restringidas a las lomas de Arequipa (Talavera et al., 2017), posicionando a este ecosistema como uno de los más diversos del sur del Perú. Sin embargo, a pesar de su importancia biológica, la información sobre la diversidad de visitantes florales en Lomas de Atiquipa es aún limitada. A nivel nacional, Bernabé et al. (2024) reportaron 162 publicaciones sobre interacciones de polinización entre 1965 y 2023, con 207 localidades de muestreo, concentradas principalmente entre los 2 300 y 3 500 m s. n. m., evidenciando una escasa representación de ecosistemas de lomas costeras.

En este contexto, la presente investigación se fundamenta en la ausencia de registros sistemáticos sobre visitantes florales en Lomas de Atiquipa. Se plantea como pregunta de investigación: ¿cuál es la diversidad florística y de visitantes florales en el Área de Conservación Privada Lomas de Atiquipa? Como hipótesis, se propone que, debido a su carácter único y alto endemismo, este ecosistema presenta una elevada diversidad de flora y visitantes florales. Por tanto, el objetivo del estudio fue identificar la diversidad florística y los visitantes florales en Lomas de Atiquipa, contribuyendo al conocimiento de las especies vegetales en floración y de la entomofauna asociada a las interacciones mutualistas de polinización, procesos clave para la funcionalidad y conservación de este ecosistema.

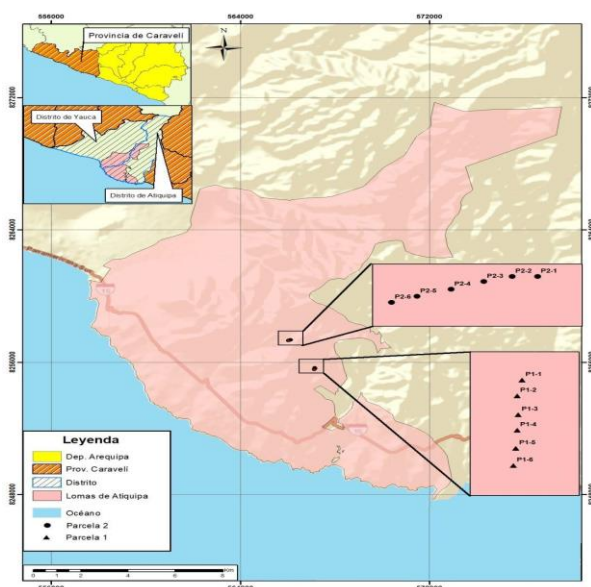
2. Materiales y Métodos

Características ambientales de la zona de estudio

Se realizó en el Área de Conservación Privada Lomas de Atiquipa (Lomas de Atiquipa), ubicado al norte del departamento de Arequipa, entre la latitud: -15.793700 y longitud: -74.36292, pertenece a la provincia de Caravelí, en los distritos de Atiquipa y Yauca (Figura 1), con rango altitudinal desde cero hasta 1 300 m s. n. m. (SERNANP, 2022).

Figura 1

Mapa de ubicación de la zona de estudio y puntos de muestreo



Climáticamente pertenece al piso termotropical hiperárido - árido, con tres temporadas marcadas: Seca (febrero a junio), Húmeda (julio a noviembre) y Cálida (diciembre - febrero). La dinámica vegetal más característica de ese ecosistema, se registra entre los meses de agosto y setiembre, debido a la presencia abundante de las nieblas invernales y precipitaciones máximas, acompañado de un descenso de las temperaturas causado por la influencia de la Corriente Peruana, con precipitaciones promedios de 66.5 l/m²/día de captación de neblina, temperatura más bajas del año (12°C), humedad relativa de 80% (Sotomayor y Jiménez, 2008; Talavera et al., 2017; GOREA, 2023). El recurso agua en Lomas de Atiquipa se encuentra conformada por las quebradas Infiernillo, Lúcumo, Ocopa, Silaca, Vaca y Maguey, que reúnen agua de las precipitaciones y albergan afloramientos permanentes de agua, gracias a la vegetación existente, principalmente de las partes altas, permitiendo captar las nieblas a través de sus sistemas radiculares y es aprovechada por la fauna silvestre y agricultores (Villegas et al., 2017). El relieve está dominado por laderas de montaña, seguidas de terrazas marinas; que van desde un grado empinado hasta extremadamente empinado (Talavera et al., 2017); geológicamente, la zona está dominada por formaciones rocosas del Mesozoico y Cretácico inferior, conformado por rocas de granito, granodiorita y monzonita de naturaleza con rocas de tipo volcánico (GOREA, 2023). El suelo, es muy variable, pudiendo ser arenoso o arcilloso; existen grandes rocas en cuyas grietas se acumula gran cantidad de materia orgánica, la cual permite el crecimiento de plantas típicas adaptadas a la humedad temporal con relieve topográfico de suave a accidentado.

Metodología

Se empleó la metodología de transectos de muestreo modificado de Watts et al. (2016). Se instalaron dos transectos principales direccionados a favor de la pendiente, ubicados en las zonas con mayor presencia de flores en antesis y baja intervención humana (Transecto 1: Desierto perárido-Templado cálido, entre 628 hasta 661 m s.n.m. y Transecto 2: Matorral desértico-Templado cálido, entre 890 hasta 932 m s.n.m.), perpendicular a cada uno de ellos, seis subtransectos secundarios de 50 m x 3 m separados a un distanciamiento de 20 m entre los subtransectos, cada subtransecto se ubicó de modo que quedó dividido por el transecto principal, en dos secciones de 25 x 3 m. A su vez, cada sección se subdividió en cinco cuadrantes de 5 x 3 m; el esfuerzo de muestreo total fue de 300 m (50 m x 6 repeticiones por cada transecto, en una superficie total de 10 000 m²). Para la toma de datos de visitantes florales se empleó el método de observación directa modificada de Kato et al. (2008), se registró durante diez minutos por cuadrante a cada visitante floral que tuvo contacto con las anteras y/o estigmas de las flores visitadas, en horarios de 8 - 12 a.m. y 2 - 5 p.m. durante seis días (252 horas de esfuerzo de muestreo). El estudio se realizó entre agosto y setiembre del año 2023 (temporada húmeda). Solamente se registraron a las plantas en antesis con interacciones por entomofilia, por lo tanto, las estimaciones de éstos, sólo reflejan un acercamiento a la diversidad florística y entomológica en el área de estudio.

Para la identificación taxonómica de géneros y/o especies de flora, se procedió a la comparación con holotipos del Herbario Museo Sur Peruano (MSP) del Instituto Científico Michael Owen Dillon (IMOD). Para visitantes florales, se comparó el registro fotográfico con literatura especializada de taxonomía como la Guía para identificación de entomofauna (Rafael et al., 2012), con la galería virtual The Global Biodiversity Information Facility, y el apoyo de especialistas botánicos y entomólogos de

la División de Ecología Vegetal del Centro de Ornitología y Biodiversidad (CORBIDI). Dada la amplitud y complejidad taxonómica en el grupo de polinizadores, se ha considerado describir a los visitantes florales en grupos funcionales, según su morfología y síndromes de polinización en las especies de plantas que visitan (Rafael et al., 2012, Rodriguez, 2024): abejas lengua corta (HAC), abejas lengua larga (HAL), avispas (HAV), mariposas (LEM), polillas (LEP); coleópteros (COL), dípteros (DIP), hemípteros (HEM), tisanópteros (THY) y otros insectos (OTI).

Para el análisis de datos, se empleó el software PAST 4.10 (Hammer et al., 2001), con los siguientes índices, según (Moreno et al., 2001): Índice natural de diversidad de Shannon -Wiener (H'), el cual une dos componentes, la equitatividad y la riqueza de especies. Índice de Pielou (J') es una medida ecológica de la uniformidad o equidad en una comunidad.

3. Resultados

Se registraron dentro de los transectos 57 especies de flora corresponden a 28 familias (Tabla 1). La familia más diversa fue Asteraceae con 14 especies (24.6%), seguido por Boraginaceae, Solanaceae y Malvaceae con 4 especies (que representan el 21% entre ellas); el resto de 24 familias estuvieron representados por una y dos especies. Los géneros mejor representados fueron *Fuertesimalva*, *Calceolaria*, *Bidens* y *Nolana* con dos especies cada uno. El recurso con mayor abundancia de individuos con flores en antesis registrados fueron: *Fuertesimalva peruviana* "malva" (17.93%), *Philoglossa peruviana* "margarita de lomas" (12.85%) y *Nasa urens* "ortiga negra" (12.19%) (Figura 1).

Tabla 1

Diversidad y abundancia florística en Lomas de Atiquipa
(T1: Transecto 1, T2: Transecto 2)

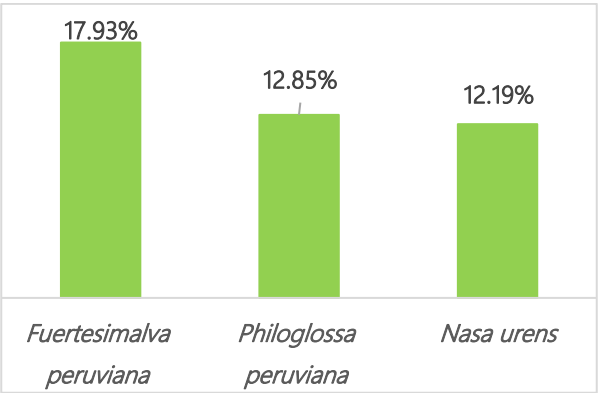
N	Nombre científico	Abundancia (T1 – T2)	Total	%
---	-------------------	-------------------------	-------	---

1	<i>Fuertesimalva peruviana</i>	700	250	950	17.93%
2	<i>Philoglossa peruviana</i>	400	281	681	12.85%
3	<i>Nasa urens</i>	222	424	646	12.19%
4	<i>Cotula australis</i>	125	400	525	9.91%
5	<i>Erodium cicutarium</i>	100	318	418	7.89%
6	<i>Villanova oppositifolia</i>	299	74	373	7.04%
7	<i>Palaua rhombifolia</i>	150	201	351	6.63%
8	<i>Pilea microphylla</i>	125	102	227	4.28%
9	<i>Calandrina alba</i>	100	32	132	2.49%
10	<i>Salvia rhombifolia</i>	100	28	128	2.42%
11	<i>Bowlesia sodiroana</i>	35	80	115	2.17%
12	<i>Sonchus asper</i>	0	90	90	1.70%
13	<i>Gilea</i> sp.	61	0	61	1.15%
14	<i>Gamochaeta americana</i>	0	56	56	1.06%
15	<i>Stellaria cuspidata</i>	14	31	45	0.85%
16	<i>Viguiera lanceolata</i>	32	10	42	0.79%
17	<i>Lysimachia arvenis</i>	10	24	34	0.64%
18	<i>Calceolaria angustifolia</i>	34	0	34	0.64%
19	<i>Plantago linearis</i>	25	5	30	0.57%
20	<i>Nolana coronata</i>	0	26	26	0.49%
21	<i>Oenothera rosea</i>	25	0	25	0.47%
22	<i>Croton alnifolius</i>	20	3	23	0.43%
23	<i>Calceolaria chelidonioides</i>	20	0	20	0.38%
24	<i>Galinsoga caligensis</i>	10	10	20	0.38%
25	<i>Mirabilis expansa</i>	5	15	20	0.38%
26	<i>Senecio okopanus</i>	0	20	20	0.38%
27	<i>Veronica persica</i>	20	0	20	0.38%
28	<i>Geranium sessiliflorum</i>	8	10	18	0.34%
29	<i>Oenothera arequipensis.</i>	13	0	13	0.25%
30	<i>Tigridia raimondii</i>	9	3	12	0.23%

31	<i>Spergularia fasciculata</i>	8	4	12	0.23%
32	<i>Monnina weberbaueri</i>	11	0	11	0.21%
33	<i>Bidens</i> sp.	0	10	10	0.19%
34	<i>Ipomoea</i> sp.	10	0	10	0.19%
35	<i>Lupinus mollendoensis</i>	5	5	10	0.19%
36	<i>Tiquilia paronychioides</i>	8	2	10	0.19%
37	<i>Capsella bursa-pastoris.</i>	9	0	9	0.17%
38	<i>Nama dichotoma</i>	0	8	8	0.15%
39	<i>Alternanthera halimifolia</i>	7	0	7	0.13%
40	<i>Lepechinia lamiifolia</i>	6	0	6	0.11%
41	<i>Loasa nitida</i>	5	0	5	0.09%
42	<i>Solanum montanum</i>	2	3	5	0.09%
43	<i>Stevia</i> sp.	0	5	5	0.09%
44	<i>Trixis cacalioides</i>	5	0	5	0.09%
45	<i>Astrephia chaerophylloides</i>	0	4	4	0.08%
46	<i>Fuertesimalva chilensis</i>	4	0	4	0.08%
47	<i>Solanum peruvianum</i>	0	4	4	0.08%
48	<i>Tara spinosa</i>	3	0	3	0.06%
49	<i>Cryptantha granulosa</i>	3	0	3	0.06%
50	<i>Heliotropium arborescens</i>	3	0	3	0.06%
51	<i>Gaya atiquipana</i>	1	1	2	0.04%
52	<i>Nolana inflata</i>	2	0	2	0.04%
53	<i>Alonsoa meridionalis</i>	0	1	1	0.02%
54	<i>Bidens pilosa</i>	0	1	1	0.02%
55	<i>Grindelia tarapacana</i>	1	0	1	0.02%
56	<i>Onoseris odorata</i>	0	1	1	0.02%
57	<i>Trichocereus chalaensis</i>	0	1	1	0.02%

Figura 1

Porcentaje de diversidad florística registradas en Lomas de Atiquipa



Este ecosistema alberga flora amenazada según la legislación nacional (D.S. N° 043-2006-AG): se registra *Lomanthus okopanus* en peligro crítico (CR), *Gaya atiquipana* (*Gaya*) en peligro (EN), *Tara spinosa* (*Tara*) como vulnerable (VU) y *Mirabilis expansa* (*Mirabilis*) como casi amenazado (NT). También, es hábitat de especies endémicas como: *Tigridia raimondii*, *Philoglossa peruviana*, *Calandrinia alba*, *Nolana coronata* y *Palaua rhombifolia* (Talavera et al., 2017; Quipuscoa et al., 2016); su registro en el estudio, refleja su importancia para la conservación.

Por otro lado, la riqueza específica de visitantes florales fue de 60 especies en diez grupos funcionales (Tabla 2). Todas corresponden a la clase Insecta, distribuidos en 30 familias taxonómicas. Los grupos funcionales más diversos fueron: DIP (42.56%), LEM (26.12%), HAC (15.46%) y LEP (11.37%) (Figura 2). La abundancia de visitantes florales está representada por la cantidad de individuos registrados visitando una flor, la cual fue en total 2 270 visitantes, siendo el grupo de las mariposas (LEM) el más abundante representado con cuatro especies, pero resalta la presencia de *Vannesa carye* (Nymphalidae) con una representatividad del 25.73% dentro de este grupo funcional. El siguiente visitador más abundante pertenece al grupo funcional HAC dentro de la familia Andrenidae *Andinopanurgus* aff. *vargasillosai*. Posteriormente tenemos a tres visitantes abundantes dentro del grupo funcional dípteros (DIP), pertenecientes a dos familias Drosophilidae con *Drosophila* sp. 1, y Shyrphidae con *Allograpta* sp., *Toxomerus* sp., y en el

grupo funcional de las polillas (LEP), familia Noctuidae con *Noctuidae* sp. 1 (Figura 3).

Tabla 2

Diversidad y abundancia de visitantes florales en el ACP Lomas de Atiquipa. Grupo Funcional (GF): abejas lengua corta (HAC), abejas lengua larga (HAL), avispa (HAV), coleópteros (COL), dípteros (DIP), hemípteros (HEM), mariposas (LEM), otros insectos (OTI), polillas (LEP), tisanópteros (THY). T1 (Transecto 1), T2 (Transecto 2)

N	Nombre científico	GF	Abundancia			%
			T1	T2	Total	
1	<i>Vanessa carye</i>	LEM	525	59	584	25.73%
2	<i>Andinopanurgus vargasillosai</i>	aff. HAC	141	117	258	11.37%
3	<i>Drosophila</i> sp. 1	DIP	67	144	211	9.30%
4	Noctuidae sp. 1	LEP	111	0	111	4.89%
5	<i>Allograpta</i> sp. 6	DIP	80	27	107	4.71%
6	<i>Toxomerus</i> sp. 1	DIP	96	11	107	4.71%
7	<i>Allograpta</i> sp. 4	DIP	72	30	102	4.49%
8	Empididae sp.	DIP	0	97	97	4.27%
9	Crambidae sp. 1	LEP	70	14	84	3.70%
10	<i>Perditomorpha</i> sp.	HAC	0	76	76	3.35%
11	Sarcophagidae sp. 2	DIP	65	1	66	2.91%
12	<i>Allograpta</i> sp. 5	DIP	36	5	41	1.81%
13	Sarcophagidae sp. 1	DIP	38	1	39	1.72%
14	Hesperiidae sp.	LEP	35	1	36	1.59%
15	Tachinidae sp. 1	DIP	31	3	34	1.50%
16	<i>Apis mellifera</i>	HAL	30	0	30	1.32%
17	Tachinidae sp. 2	DIP	23	2	25	1.10%
18	<i>Nomophila</i> sp.	LEP	16	6	22	0.97%
19	<i>Acamptopoeum</i> sp.	HAL	0	20	20	0.88%
20	Anthomyiidae sp.	DIP	11	6	17	0.75%
21	<i>Aseosyrphus</i> sp.	DIP	7	8	15	0.66%

22	<i>Linnaemya vulpina</i>	DIP	9	5	14	0.62%
23	<i>Syrphus</i> sp.	DIP	14	0	14	0.62%
24	<i>Allograpta</i> sp. 2	DIP	12	1	13	0.57%
25	<i>Caenohalictus</i> sp.	HAC	0	13	13	0.57%
26	<i>Lepidanthrax</i> sp.	DIP	4	7	11	0.48%
27	Muscidae sp.	DIP	8	2	10	0.44%
28	<i>Pimpla</i> sp.	HAV	9	1	10	0.44%
29	<i>Copestylum</i> sp.	DIP	7	1	8	0.35%
30	<i>Eupeodes</i> sp.	DIP	8	0	8	0.35%
31	<i>Repipta</i> sp.	HEM	8	0	8	0.35%
32	Pompilidae sp.	HAV	7	0	7	0.31%
33	<i>Allograpta</i> sp. 3	DIP	6	0	6	0.26%
34	<i>Bombylius</i> sp.	DIP	6	0	6	0.26%
35	<i>Nabis</i> sp.	HEM	5	1	6	0.26%
36	<i>Drosophila</i> sp. 2	DIP	4	1	5	0.22%
37	<i>Hemiargus</i> sp.	LEM	5	0	5	0.22%
38	<i>Toxomerus</i> sp. 2	DIP	4	0	4	0.18%
39	<i>Allograpta</i> sp. 1	DIP	3	0	3	0.13%
40	<i>Calligrapha</i> sp.	COL	3	0	3	0.13%
41	<i>Cochliomyia macellaria</i>	DIP	3	0	3	0.13%
42	<i>Lycaena</i> sp.	LEM	2	1	3	0.13%
43	Noctuidae sp. 2	LEP	3	0	3	0.13%
44	<i>Pepsis</i> sp.	HAV	3	0	3	0.13%
45	<i>Caupolicana</i> sp.	HAC	0	2	2	0.09%
46	<i>Enicospilus</i> sp.	HAV	2	0	2	0.09%
47	Ichneumonidae sp. 1	HAV	2	0	2	0.09%
48	<i>Lonchopria (Biglossa)</i> sp.	HAC	0	2	2	0.09%
49	<i>Pentatomidae</i> sp.	HEM	2	0	2	0.09%
50	<i>Thrips</i> sp.	THY	0	2	2	0.09%
51	<i>Acyrtosiphon</i> sp.	OTI	1	0	1	0.04%

52	<i>Anametis</i> sp.	COL	1	0	1	0.04%
53	<i>Anthophora arequipensis</i>	HAL	1	0	1	0.04%
54	Braconidae sp.	HAV	1	0	1	0.04%
55	Chrysomelidae sp.	COL	1	0	1	0.04%
56	Crambidae sp. 2	LEP	0	1	1	0.04%
57	Ichneumonidae sp. 2	HAV	0	1	1	0.04%
58	Noctuidae sp. 3	LEP	1	0	1	0.04%
59	<i>Phulia</i> sp.	LEM	1	0	1	0.04%
60	<i>Xylocopa</i> sp.	HAL	0	1	1	0.04%

Figura 2
Porcentaje de visitantes florales registrados en Lomas de Atiquipa, por grupo funcional: abejas lengua corta (HAC), dípteros (DIP), mariposas (LEM), polillas (LEP).

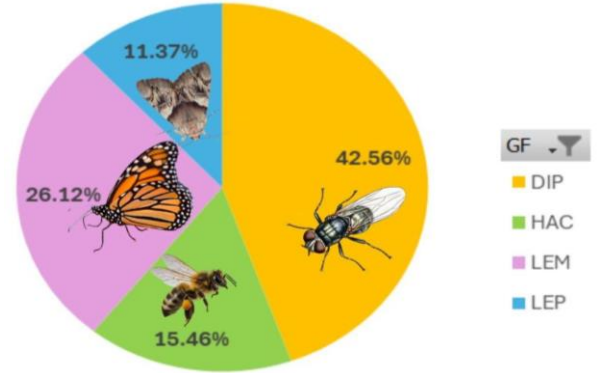
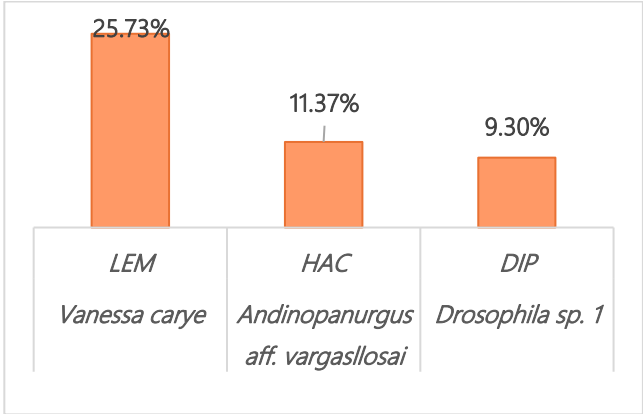


Figura 3
Porcentaje de individuos de visitantes florales registrados en el ACP Lomas de Atiquipa, por grupo funcional: mariposas (LEM), dípteros (DIP), abejas lengua corta (HAC).



Los índices diversidad según Moreno et al. (2001) demuestran que la diversidad de plantas y visitantes florales en el ecosistema Lomas de Atiquipa, se encuentra en rango medio (Tabla 3, Figura 4); reflejando un moderado índice. Los resultados de riqueza para flora en el Transecto 1 (T1) fue 17.40 (S), 1.79 (H') y 0.63 (J'), en el Transecto 2 (T2) fue 14.50 (S), 1.94 (H') y 0.73 (J'). Para visitantes florales se obtuvo valores de 27.83 (S), 2.32 (H') y 0.70 (J') en el T1, en el T2 fue 15.67 (S), 1.98 (H') y 0.73 (J'). La Dominancia de mariposas y la disponibilidad del recurso floral de malvas y margarita de lomas, muestra una correlación directa y masiva en el T1. La planta más abundante de todo el estudio está en el T1: *Fuertesimalva peruviana* (950 total, 700 en T1), *Philoglossa peruviana* (681 total, 400 en T1) y coincide perfectamente con la explosión de la mariposa *Vanessa carye* (525 individuos en T1 vs. solo 59 en T2) (Figura 5A). El Cambio de comunidad de mariposas (LEM) a dípteros "moscas" (DIP) en el Transecto 2 (T2), evidencia una composición floral distinta al T1, que parece favorecer a un gremio diferente de insectos, principalmente moscas pequeñas. En el T2 dominan plantas rastreras o de porte bajo como *Cotula australis* (525 total, 400 en T2), *Nasa urens* (646 total, 424 en T2). Aquí las mariposas casi desaparecen y aumentan drásticamente los dípteros *Drosophila* sp. 1 (144 en T2 vs 67 en T1). La abundancia de *Drosophila* "moscas de la fruta/vinagre" y *Nasa urens* podría indicar un microclima más húmedo o con más materia orgánica en descomposición en el T2 en comparación con el T1.

Por otro lado, se observan patrones de comportamiento distintos en abejas nativas (orden Hymenoptera), según la oferta floral. La abeja especialista *Perditomorpha* sp. aparece exclusivamente en el T2 (76 individuos), esto sugiere que su planta preferida solo está o es abundante en comunidades vegetales entre los 890 hasta 932 m s.n.m. Podría estar ligada a *Gamochaeta americana* (56 en T2, 0 en T1), *Sonchus asper* (90 en T2, 0 en T1), o *Palaua*

rhombofolia (201 en T2, 150 en T1) (Figura 5B.). *Andinopanurgus* aff. *vargasllosai* es muy abundante en ambos transectos (141 y 117), por lo que puede considerarse como abeja generalista, esto indica que es capaz de aprovechar tanto la *Fuertesimalva* del T1 como la *Nasa*, *Cotula* o *Erodium* del T2 (Figura 5C.).

Los sírfidos *Allograpta* y *Toxomerus*, que son moscas que imitan abejas, son abundantes en ambos transectos (especies más "resilientes" del estudio). Son vitales en el ecosistema porque sus larvas suelen comer pulgones (Aphididae) y los adultos polinizan; aunque hay aphididae registrado (solo 1 individuo), la alta presencia de *Allograpta* (más de 270 individuos) y *Toxomerus* (más de 110) sugiere que debe haber una población de plagas (pulgones u otros insectos blandos) que no fue capturada en el muestreo, o que estos adultos fueron atraídos masivamente por las flores compuestas (Asteraceae) como *Philoglossa* y *Villanova* (Figuras 5D, E).

Tabla 3
Índices de diversidad de flora y visitantes florales en el ACP Lomas de Atiquipa, por transectos. Especie (S), Shannon (H'), Pieolu (J')

Transecto/Subtransecto	Índices de Flora			Índices de entomofauna		
	S	H'	J'	S	H'	J'
Transecto 1.1	17	1.91	0.67	25	2.3	0.71
Transecto 1.2	16	1.85	0.67	29	2.56	0.76
Transecto 1.3	16	1.76	0.64	26	2	0.61
Transecto 1.4	17	1.76	0.62	29	2.27	0.67
Transecto 1.5	21	1.69	0.56	28	2.14	0.64
Transecto 1.6	19	1.88	0.64	30	2.65	0.78
Promedio T1	17.4	1.79	0.63	27.83	2.32	0.7
Transecto 2.1	7	1.04	0.54	14	2.05	0.78

Transecto 2.2	8	1.21	0.58	22	2.27	0.73
Transecto 2.3	23	2.51	0.8	23	2.5	0.8
Transecto 2.4	18	2.07	0.72	14	1.62	0.62
Transecto 2.5	14	2.25	0.85	10	1.58	0.69
Transecto 2.6	17	2.55	0.9	11	1.83	0.76
Promedio T2	14.5	1.94	0.73	15.67	1.98	0.73

Figura 4
 Índices de diversidad flora y entomofauna en Lomas de

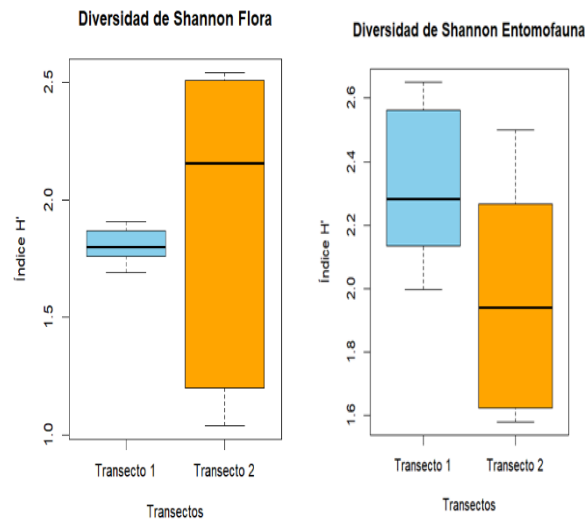
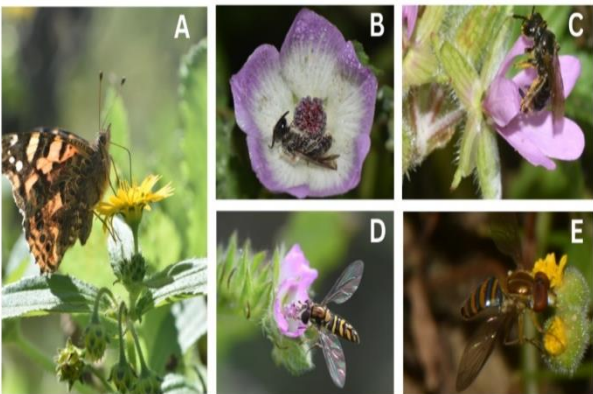


Figura 5
 Registro de flora y visitantes florales más frecuentes en el ACP Lomas de Atiquipa (A) *Philoglossa peruviana* visitado por *Vanessa carye*, (B) *Palaua rhombifolia* visitado por *Perditomorpha* sp., (C) *Erodium cicutarium* visitado por *Andinopanurgus* aff. *vargasllosai*, (D) *Fuertesimalva peruviana* visitado por *Allograpta* sp. 5, (E) *Villanova oppositifolia* visitado por *Toxomerus* sp. 1.



4. Discusión

La composición florística registrada en Lomas de Atiquipa concuerda con estudios previos realizados en ecosistemas de lomas del sur y centro del Perú, en los cuales la familia Asteraceae es consistentemente reportada como la más diversa y dominante (Arana, 2019; Talavera et al., 2017; SERNANP, 2022). La alta representación de especies herbáceas de esta familia refleja un patrón característico de las comunidades lomales, asociado tanto a la estacionalidad hídrica como a la elevada proporción de especies endémicas, entre ellas *Philoglossa peruviana*, *Lomanthus okopanus* y *Galinsoga caligensis*. Asimismo, la presencia de arbustos y árboles como *Tara spinosa*, junto con matorrales dominados por los géneros *Grindelia*, *Croton*, *Heliotropium* y *Nolana*, evidencia la heterogeneidad estructural de la vegetación en este ecosistema.

La elevada abundancia de *Fuertesimalva peruviana* registrada en el presente estudio coincide con reportes previos para Lomas de Atiquipa (Sotomayor & Jiménez, 2008; Quipuscoa et al., 2016), lo que sugiere que esta especie constituye un componente estructural clave del recurso floral disponible durante el periodo de floración. La persistencia de este patrón a lo largo del tiempo refuerza su relevancia ecológica dentro de la comunidad vegetal lomal.

En relación con los visitantes florales, la predominancia del grupo funcional Diptera concuerda con estudios realizados en diversos ecosistemas naturales, donde este grupo ha sido identificado como un componente relevante en la polinización, incluso en ambientes con baja abundancia de polinizadores especializados (Watts et al., 2016; Rodríguez, 2024). La proporción de dípteros registrada en Lomas de Atiquipa (≈43%) es comparable a la reportada para valles interandinos del centro del Perú (48%) por Watts et al. (2016), lo que sugiere una importancia consistente de este grupo funcional en ambientes áridos y semiáridos.

No obstante, la estructura de abundancia de los visitantes florales difiere de los patrones reportados a escala nacional. Bernabé et al. (2024) identificaron a la familia Apidae como el grupo más frecuente de visitantes florales en el Perú, mientras que Rodríguez (2024) destacó a Syrphidae como el grupo dominante en ecosistemas del sur peruano. En contraste, en Lomas de Atiquipa, las mariposas (Lepidoptera), particularmente de la familia Nymphalidae, representaron el grupo funcional más abundante. Este resultado difiere también de lo reportado por Watts et al. (2016), quienes registraron a las mariposas como el grupo menos abundante en valles interandinos.

La elevada abundancia de mariposas en Lomas de Atiquipa podría estar asociada a la alta disponibilidad de recursos florales proporcionados por Asteraceae y Malvaceae, familias cuyas flores presentan características morfológicas y cromáticas atractivas para este grupo, además de una oferta significativa de néctar como recompensa floral. Este patrón ha sido documentado en otros ecosistemas áridos y semiáridos, donde las mariposas desempeñan un rol funcional relevante en las redes de polinización y en la transferencia de energía dentro del ecosistema (More et al., 2022).

Los índices de diversidad indican que tanto la flora como los visitantes florales de Lomas de Atiquipa presentan valores intermedios de riqueza y equidad, reflejando comunidades con un número moderado de especies y una dominancia marcada de algunos taxones. En el caso de la flora, la alta abundancia de *Fuertesimalva peruviana* y *Philoglossa peruviana*, que concentran cerca del 31% de los individuos, coincide con lo reportado para otras comunidades lomaes del sur peruano (Quipuscoa et al., 2016). A pesar de esta dominancia, la presencia de un número considerable de especies endémicas confiere a este ecosistema un alto valor para la conservación, incluso cuando la riqueza florística total no alcanza los niveles observados en otros ecosistemas del país (Arana, 2019).

En cuanto a la entomofauna visitante, se registró una riqueza moderada con una marcada dominancia de *Vanessa carye* y *Drosophila* sp. 1, que en conjunto concentraron aproximadamente el 35% de los individuos. Este patrón contrasta con lo reportado por Ramírez et al. (2002) para Lomas de Lima (Lachay), donde los coleópteros fueron el grupo funcional dominante. Estas diferencias sugieren que la composición y abundancia de los visitantes florales en las lomas costeras pueden variar significativamente en función de la estructura florística, la altitud y las condiciones microambientales.

Hasta la fecha, no existían registros sistemáticos de visitantes florales para Lomas de Atiquipa. La mayoría de los estudios sobre polinización en el Perú se han centrado en abejas, particularmente en *Apis mellifera* (Santos et al., 2012; Claro Carrascal et al., 2017; Baena et al., 2022), lo que ha generado vacíos de información sobre el rol ecológico de otros órdenes taxonómicos. Los resultados del presente estudio contribuyen a reducir este sesgo, evidenciando la importancia funcional de grupos como Lepidoptera, Diptera, Coleoptera, Hemiptera y Thysanoptera en las interacciones planta-visitante floral en ecosistemas de lomas costeras.

5. Conclusiones

El estudio de la diversidad florística y de los visitantes florales en el Área de Conservación Privada Lomas de Atiquipa contribuye a reducir los vacíos de información biológica existentes para los ecosistemas de lomas costeras del sur del Perú. Los índices de diversidad obtenidos indican valores intermedios tanto para la flora como para los visitantes florales, reflejando comunidades con riqueza y equidad moderadas.

Se evidenció una relación positiva entre la riqueza florística y la diversidad de visitantes florales, particularmente en el Transecto 1, donde una mayor disponibilidad de recursos florales se asoció con una mayor diversidad y abundancia de insectos visitantes. En este transecto, la dominancia de mariposas estuvo

vinculada a la alta abundancia de especies pertenecientes a las familias Malvaceae y Asteraceae. En contraste, el Transecto 2 presentó una composición florística distinta, dominada por especies herbáceas de porte bajo, asociándose con una mayor abundancia relativa de dípteros y una menor representación de mariposas. Los resultados confirman que las interacciones planta–visitante floral en Lomas de Atiquipa están fuertemente influenciadas por la estructura y composición de la vegetación, destacando el rol de la entomofauna en los procesos de polinización. Finalmente, se resalta la necesidad de continuar con investigaciones que profundicen en la dinámica funcional de estos ecosistemas, incorporando análisis complementarios y muestreos en distintos periodos del día, con el fin de ampliar la comprensión de las redes de interacción planta–polinizador y generar información comparativa que contribuya a la gestión y conservación integral de las lomas costeras del Perú.

6. Agradecimiento

Agradezco a los investigadores de la División de Ecología Vegetal del Centro de Ornitología y Biodiversidad y del Museo Sur Peruano del Instituto Científico Michael Owen Dillon, por la gestión y dirección del estudio, apoyo en el procesamiento de muestras y la incorporación de la material biológico, a Bernardo García Simpson de la Universidad Nacional Agraria La Molina (UNALM) por el apoyo técnico en campo, gabinete, y al Sr. Rayner Paucar Portilla por el apoyo logístico.

7. Contribución de los autores

MZ, AWS, IR, RFH, JCS realizaron la concepción del trabajo. MZ, AWS, IR, JCS, KB, DR, YH realizaron los trabajos de campo. AWS, IR, KB, YH realizaron tomas fotográficas. AWS, JCS, IR, MZ identificación de las especies. Todos los autores contribuyeron a la redacción-revisión- edición, y leyeron y aprobaron la versión final del manuscrito.

8. Conflicto de intereses

El autor declara que no hay conflicto de intereses.

9. Fuente 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 PROCENCIA (con contrato N° PE501078688-2022).

10. Aspectos éticos / legales

Los autores declaran no haber violado u omitido normas éticas o legales al realizar la investigación científica y el desarrollo del estudio. El trabajo de investigación fue realizado bajo la autorización del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR); RD N°D000055-2023-MIDAGRI-SERFOR-DGGSPFFS-DGSPF).

11. Referencias Bibliográficas

- Alonso, C., & Jesus, R. (2021). Problemática socioambiental de las lomas costeras de Lima: Una revisión. *Social Innova Sciences*, 2(2), 18–28. <https://es.scribd.com/document/569299151/Vol-2-Num-2-2021-Social-Innova-Sciences-Revista-de-Ciencia-Sociales>
- Arana, A. (2019). *Ecología y biogeografía de las plantas vasculares de las lomas del Perú Central* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio Institucional UNMSM.
- Baena, F., Chevez, E., Ruiz, F., & Porter, L. (2022). *Apis mellifera* en México: Producción de miel, flora melífera y aspectos de polinización. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 13(2), 525–548. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v13i2.5960>
- Bernabé, K., Malca, N., Wong, A., Revilla, I., Churata, J., Zea, M., & 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. <https://doi.org/10.21704/rfp.v39i1.2113>
- Claro Carrascal, R. A., Mamani, D., & Monges, R. (2017). *Estado del arte del servicio ecosistémico de la polinización en Chile, Paraguay y Perú*. FAO. <https://www.fao.org/publications/card/es/c/c2114ea8-bd36-4aad-8c24-e5923bbe80f9/>
- Colom, P., Beltrán, R., Serra, P., Traveset, A., Pons, S., & Mesquida, V. (2021). *Biodiversidad y contribución de los insectos*

- polinizadores para el mantenimiento de los ecosistemas. Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados, Consejo Superior de Investigaciones Científicas.
<http://www.biosferamenorca.org/documents/documents/8009doc2.pdf>
- Gobierno Regional de Arequipa. (s. f.). *Expediente técnico de creación del Área de Conservación Regional Lomas de Atiquipa*. Solicitud al SERNANP vía electrónica.
- Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Paleontological Electronica*, 4(1), 1–9.
- Kato, M., Kosaka, Y., Kawakita, A., Okuyama, Y., Kobayashi, C., Phimmith, T., & Thongphan, D. (2008). Plant–pollinator interactions in tropical monsoon forests in Southeast Asia. *American Journal of Botany*, 95(11), 1375–1394. <https://doi.org/10.3732/ajb.0800114>
- Lizárraga Travaglini, A. (2022). *Innovación agraria y la promoción de abejas silvestres en los agroecosistemas del Perú* (1.ª ed.). Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).
<https://hdl.handle.net/20.500.12955/2040>
- Maldonado, B., Cabana, J., Postigo, A., Villasante, J., & Delgado, J. (2020). *Visitantes florales y polinizadores diurnos de Tecoma fulva* subsp. *arequipensis* y *Prosopis calderensis* en tres localidades del valle de Arequipa. Universidad Nacional de San Agustín.
<https://pure.unsa.edu.pe/en/projects/visitantes-florales-y-polinizadores-diurnos-de-tecoma-fulva-subsp-2>
- Martínez-Falcón, A. P., Martínez-Adriano, C. A., & Dáttilo, W. (2019). Redes complejas como herramientas para estudiar la diversidad de las interacciones ecológicas. En Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (Ed.), *La biodiversidad en un mundo cambiante: Fundamentos teóricos y metodológicos para su estudio* (Vol. 1, pp. 265–283). Libermex.
<https://www.researchgate.net/publication/338557692>
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2022, 19 de enero). *Resolución Ministerial N.º 018-2022-MINAM*. Diario Oficial *El Peruano*.
<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/2708449-018-2022-minam>
- Moat, J., Oyarzún-Gutiérrez, R., & colaboradores. (2021). Seeing through the clouds: Mapping desert fog oasis ecosystems using 20 years of MODIS imagery over Peru and Chile. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 102468.
<https://doi.org/10.1016/j.jag.2021.102468>
- More, M., Marini, O., & Amorim, F. (2022). Mariposas y polillas y su rol como polinizadores. En N. Pirani & E. Enrique (Eds.), *Ciencia ciudadana y polinizadores de América del Sur* (1.ª ed., pp. 48–52). Cubo.
<https://doi.org/10.4322/978-65-86819-21-2.s02c05.es>
- Moreno, C. E. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales & Tesis SEA.
- Nieuwland, B., & Mamani, J. M. (2017). Las lomas de Lima: Enfocando ecosistemas desérticos como espacios abiertos en Lima metropolitana. *Espacio y Desarrollo*, (29), 109–113.
<https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201701.005>
- Quipuscoa, V., Tejada, C., Fernández, A. P., Durand, K., & Dillon, M. O. (2016). Diversidad de plantas vasculares de las lomas de Yuta, provincia de Islay, Arequipa, Perú. *Arnaldoa*, 23(2), 517–545.
<https://doi.org/10.22497/arnaldoa.232.23206>
- Quipuscoa, V., Margarita, B., Treviño, I., & Sinca, F. (2022). *Plantas vasculares endémicas de Arequipa – Perú* (Vol. 1). Universidad Nacional de San Agustín.
- Rafael, J. A., Melo, G. A. R., de Carvalho, C. J. B., & Casari, S. A. (2012). *Insetos do Brasil: Diversidade e taxonomia*. Holo.
- Ramírez, D., Pérez, D., Sánchez, E., & Arellano, G. (2002). Esfuerzo de muestreo para la evaluación de la diversidad colectada en pitfall en la Reserva Nacional de Lachay, Perú. *Ecología Aplicada*, 1(1), 37–42.
- Rodríguez Pinto, D. D. (2024). *Red de interacción planta–visitador floral del matorral andino del Valle de Toro, provincia La Unión, Arequipa* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional UNALM.
- Santos, G. M. M., Aguiar, C. M. L., Zanella, F. C. V., & Mello, M. A. R. (2012). Invasive Africanized honeybees change the structure of native pollination networks in Brazil. *Biological Invasions*, 14, 2369–2378.
<https://doi.org/10.1007/s10530-012-0235-8>
- SERNANP. (2022). *Plan de gestión del Área de Conservación Privada Lomas de Atiquipa (2021–2025)*. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado.
- Sotomayor Melo, D. A., & Jiménez Milón, P. (2008). Condiciones meteorológicas y dinámica vegetal del ecosistema costero Lomas de Atiquipa (Caravelí, Arequipa, sur del Perú). *Ecología Aplicada*, 7(1–2), 1–8.
<https://doi.org/10.21704/rea.v7i1-2.353>
- Talavera, C., Pauca, A., Fernández, C., Villasante, F., Villegas, L., & Delgado, A. (2017). *Flora de Lomas de Atiquipa* (Vol. 1). Editorial UNSA.

- Villegas, L., Caballero, K., & Luque, C. (2017). *Fauna silvestre de las lomas de Atiquipa*. Editorial UNSA.
- Watts, S., Carstensen, D. W., González, A. M. M., & 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.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcw114>