Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y GRUPOS FUNCIONALES DE ESPECIES DE HORMIGAS EPÍGEAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN LA PROVINCIA DE PATAZ, LA LIBERTAD-PERÚ

Línea de investigación:
Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Biología

Autor

Olano Panchano, Paola Esthefanie

Asesora

Iannacone Oliver, José Alberto

ORCID: 0000-0003-3699-4732

Jurado

Guerra Santa Cruz, Alcides

Rivas Blas, Rolf Aldo

Yana Neira, Evelin Amparo

Lima - Perú

2026

RECONOCIMIENTO - NO COMERCIAL - SIN OBRA DERIVADA
(CC BY-NC-ND)

DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y GRUPOS FUNCIONALES DE ESPECIES DE HORMIGAS EPÍGEAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN LA PROVINCIA PROVINCIA DE PATAZ, LA LIBERTAD-PERÚ

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	10%	8%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
2	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "ITS para el Proyecto de Modificación de la Ubicación, Área de la Plataforma y Profundidad de 18 Pozos de Desarrollo en el Lote X-IGA0007479", R.D. N° 010-2018-SENACE-JEF/DEAR, 2022 Publicación	1%
4	www.locus.ufv.br Fuente de Internet	1%
5	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
8	César Jara Campos, Hermes Escalante Añorga, Wilson Cassana, Kelly Davelois Atac, Adderly Benites Murrieta. "Prevalencia de fascioliasis en ovinos y bovinos en la provincia de Pataz, La Libertad, Perú, mediante examen coproparasitológico y Western Blot", Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 2018 Publicación	<1%
9	dewiki.de Fuente de Internet	<1%
10	Revista Actualidades Biológicas. "IX Seminario Colombiano de Limnología 2012, Medellín - Colombia", Actualidades Biológicas, 2012 Publicación	<1%
11	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	<1%
12	doczz.es Fuente de Internet	<1%

Universidad Nacional Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DIVERSIDAD, ABUNDANCIA Y GRUPOS FUNCIONALES DE ESPECIES DE HORMIGAS EPÍGEAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) EN LA PROVINCIA DE PATAZ, LA LIBERTAD-PERÚ

Línea de investigación

Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Licenciada en Biología

Autora

Olano Panchano, Paola Esthefanie

Asesor

Iannacone Oliver, José Alberto

ORCID: 0000-0003-3699-4732

Jurado

Guerra Santa Cruz, Alcides

Rivas Blas, Rolf Aldo

Yana Neira, Evelin Amparo

Lima - Perú

2026

Dedicado a mis padres y a mi hermano, quienes me acompañaron y guiaron en esta etapa de mi vida, y que día a día me motivan a ser una mejor persona. Asimismo, a mi asesor, por su orientación y apoyo durante el desarrollo de esta investigación, contribuyendo a mi formación profesional.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN 1
1.1. Descripción y formulación del problema 3
1.2. Antecedentes 4
1.3. Objetivo 6
1.3.1. Objetivo General 6
1.3.2. Objetivos Específicos 6
1.4. Justificación 6
1.5. Hipótesis 8
II. MARCO TEÓRICO 9
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación 9
2.1.1. Diversidad biológica 9
2.1.2. Abundancia biológica 10
2.1.3. Formicidos 11
2.1.4. Grupos funcionales 11
2.1.5. Índices de diversidad ecológica 13
III. MATERIALES Y MÉTODOS 15
3.1. Tipo de investigación 15
3.2. Ámbito temporal y espacial 15
3.3. Variables 16
3.3.1. Variables independientes 16
3.3.2. Variables dependientes 16
3.4. Población y muestra 16
3.5. Instrumentos 17
3.6. Procedimientos 17
3.6.1. Área de estudio 17
3.6.2. Trampa de caída (Pitfalls) 18
3.6.3. Trampa de cebo 18
3.6.4. Trampas amarillas 19
3.6.5. Conservación de la muestra 20
3.7. Análisis de datos 20
3.8. Consideraciones éticas 21
IV. RESULTADOS 22
4.1. Riqueza y composición de especies 22
4.2. Diversidad alfa y beta 23
4.3. Abundancia de especies 25

4.4. Grupos funcionales 27
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 28
VI. CONCLUSIONES 31
VII. RECOMENDACIONES 32
VIII. REFERENCIAS 33
IX. ANEXOS 48

RESUMEN

Objetivo: El objetivo fue determinar la diversidad, abundancia y grupos funcionales de hormigas epigeas en la provincia de Pataz, La Libertad-Perú. **Método:** El estudio es de tipo no experimental donde se identificó la diversidad, abundancia de formícidos y grupos funcionales de formícidos epigeos de 10 puntos de evaluación (ST), durante la época seca en el año 2021 mediante el uso de tres tipos de trampas de colecta: Pitfall, cebo y amarilla en la zona de estudio. **Resultados:** Se registraron 13 morfoespecies de hormigas con una abundancia total de 1714 individuos. La mayor riqueza se presentó en la estación ST01 (nueve morfoespecies), mientras que ST07 y ST04 mostraron la menor riqueza (tres morfoespecies). La curva de acumulación indicó una eficiencia de muestreo del 100%. El índice de Margalef estimó que hubo una mayor biodiversidad de hormigas en ST01 (1,26) y menor en ST07 (0,40) y ST04 (0,50). La mayor dominancia de individuos de la misma especie se registró en ST06 (Simpson = 0,77) y la menor en ST05 (0,23), estación que además presentó la mayor diversidad y equidad de acuerdo al índice de Shannon que cuantifica la diversidad de especies en un ecosistema (Shannon = 1,39 bits/ind). Los análisis de similitud evidenciaron afinidad entre ST06–ST01, ST02–ST04, ST06–ST07 y ST01–ST10. *Dorymyrmex bicolor* fue la especie más abundante (752 individuos). **Conclusiones:** Las especies se agruparon en distintos grupos funcionales, destacando dominantes, subordinadas y especialistas climáticos. Se identificaron seis grupos funcionales de hormigas, incluyendo especialistas de clima cálido, clima frío, especies oportunistas, dominantes, subordinadas y crípticas.

Palabras claves: abundancia, diversidad, dominancia, formícidos, Pataz

ABSTRACT

Objective: The objective was to determine the diversity, abundance, and functional groups of epigeic (ground-dwelling) ants in the province of Pataz, La Libertad, Peru. **Method:** This non-experimental study identified the diversity, abundance, and functional groups of epigeic ants across 10 sampling sites (ST) during the 2021 dry season, using three types of collection methods: pitfall traps, bait traps, and yellow pan traps. **Results:** A total of 13 ant morphospecies were recorded, with an overall abundance of 1,714 individuals. The highest species richness was observed at site ST01 (nine morphospecies), while sites ST07 and ST04 showed the lowest richness (three morphospecies each). The species accumulation curve indicated a sampling efficiency of 100%. The Margalef index estimated higher ant biodiversity at ST01 (1.26) and lower biodiversity at ST07 (0.40) and ST04 (0.50). The highest dominance of individuals of the same species was recorded at ST06 (Simpson index = 0.77), and the lowest at ST05 (0.23); the latter site also exhibited the highest diversity and evenness according to the Shannon index, which quantifies species diversity within an ecosystem (Shannon index = 1.39 bits/individual). Similarity analyses revealed affinities between the following site pairs: ST06–ST01, ST02–ST04, ST06–ST07, and ST01–ST10. *Dorymyrmex bicolor* was the most abundant species (752 individuals). **Conclusions:** The species were categorized into distinct functional groups, including dominants, subordinates, and climate specialists. Six functional groups of ants were identified, including warm-climate specialists, cold-climate specialists, opportunistic species, dominant species, subordinate species, and cryptic species.

Keywords: abundance, diversity, dominance, formicids, Pataz

I. INTRODUCCIÓN

Los insectos constituyen uno de los grupos de organismos más diversos y ecológicamente relevantes, debido a la variedad de funciones que desempeñan en los ecosistemas y a las múltiples interacciones que mantienen con otros organismos y con su entorno. Dentro de este grupo, las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) destacan por su amplia distribución, elevada abundancia y diversidad, así como por su participación en diversos procesos ecológicos (Soto et al., 2019; Mattoni et al., 2000; Eggleton, 2020; Li & Wiens, 2023). Sus especies intervienen en la depredación y regulación de otros artrópodos, la dispersión de semillas, la modificación de las propiedades del suelo, el reciclaje de nutrientes y el establecimiento de asociaciones con plantas y otros organismos, por lo que constituyen un componente importante de las comunidades terrestres. Asimismo, debido a su sensibilidad frente a las modificaciones de las condiciones ambientales y a los cambios en la estructura de los hábitats, las comunidades de hormigas pueden ser utilizadas para evaluar respuestas de los ecosistemas frente a diferentes tipos de perturbación (Ribas et al., 2012).

Esta importancia ecológica se relaciona con la elevada diversidad de Formicidae registrada a escala mundial y, particularmente, en regiones tropicales. En el caso del Perú, la diversidad de hormigas es considerable. Sin embargo, este conocimiento no se encuentra distribuido de manera homogénea en el territorio peruano, debido a que algunas regiones cuentan con mayor cantidad de registros a comparación de otras. Esta desigualdad en el conocimiento taxonómico y ecológico resulta particularmente relevante en zonas donde se unen diferentes condiciones ambientales, debido a que la composición y diversidad de las comunidades de hormigas pueden variar en función de las características del hábitat, la cobertura vegetal, la altitud y el grado de perturbación (Vásquez, 2015).

En este contexto, la región La Libertad presenta una marcada heterogeneidad ambiental, determinada por su ubicación entre la costa y los Andes y por la presencia de diversos

ecosistemas. Entre estos se encuentran ambientes de matorral y pajonal andino, bosques relictos y bosques asociados a la vertiente oriental de los Andes, incluyendo el bosque basimontano de yunga registrado en la provincia de Pataz. Esta diversidad de condiciones ambientales puede favorecer la presencia de comunidades de artrópodos con distinta composición y estructura; no obstante, los registros disponibles de Formicidae para la región no necesariamente reflejan de manera homogénea la diversidad existente en sus diferentes provincias y ecosistemas. Si bien se han documentado registros de hormigas en otras localidades de La Libertad, la información específicamente orientada a caracterizar la diversidad de Formicidae en la provincia de Pataz es limitada. La provincia de Pataz constituye, además, un territorio de particular interés debido a su heterogeneidad ambiental y a la presencia de ecosistemas andinos y de transición hacia la vertiente amazónica, los cuales forman parte de un área de elevada importancia para la conservación de la biodiversidad. A ello se suman procesos de transformación del territorio asociados a actividades productivas y extractivas, que han generado modificaciones en la cobertura y uso de la tierra. Estas condiciones pueden influir sobre la estructura y composición de las comunidades de hormigas, considerando su estrecha relación con las características del hábitat (Brooks et al., 2023). Sin embargo, pese a la importancia ecológica de este grupo y a la diversidad de ambientes presentes en la provincia, existe información limitada acerca de la riqueza, composición y diversidad de Formicidae en Pataz. Esta ausencia de información dificulta establecer una línea base sobre la diversidad de hormigas de la provincia y limita el conocimiento de su importancia dentro de los ecosistemas locales. En consecuencia, resulta necesario generar información sobre las comunidades de hormigas presentes en Pataz, contribuyendo al conocimiento de la biodiversidad local y proporcionando una base para futuras investigaciones ecológicas y de conservación.

1.1. Descripción y formulación del problema

Las hormigas desempeñan diversos roles ecosistémicos, debido a que participan en distintas cadenas tróficas como consumidores primarios y secundarios; por esta razón, con frecuencia son clasificadas como bioindicadores de la calidad ambiental (Fahrig, 2003; Schuller & Sánchez, 2003; Wink et al., 2005; Tollefson, 2019; Belskaya et al., 2019ab; Silva et al., 2025). Además, son altamente sensibles tanto a los cambios ambientales naturales como a aquellos generados por actividades humanas por lo que se consideran una herramienta eficaz para evaluar los efectos de diversos factores que alteran los ecosistemas (Fuster, 2006; Sánchez et al., 2019; Akhila, 2022).

En este sentido, la clasificación de las hormigas en grupos funcionales resulta fundamental ya que permite comprender la organización y estructura de la comunidad de hormigas, pues se agrupan especies que tengan características ecológicas y respuestas similares frente a determinadas condiciones ambientales, además permite identificar la dominancia de una especie sobre otra, así como analizar la forma en que interactúan en la competencia por el alimento o por los sitios de colonización. De esta manera, es posible determinar qué especies presentan una mayor probabilidad de tolerar cambios climatológicos o la presencia de contaminantes en su ecosistema (Andersen, 1997; A et al., 2018; Villamarín, 2014; Reyes-Morales et al., 2023).

En la provincia de Pataz (La Libertad, Perú), se desarrolla una intensa actividad minera orientada principalmente a la extracción de oro tanto por medio de la pequeña minería y minería artesanal como por operaciones mineras de mayor escala (Arco & Calderón, 2017).

La presencia histórica de esta actividad en Pataz, también ha generado depósitos de relaves, como los existentes en La Ciénaga por la extracción de oro en la década de 1990 (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 2020). Asimismo, el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), 2015 encontró que, En los distritos de Pataz,

Pías y Parcoy las concentraciones de arsénico, plomo, zinc, cobre y mercurio superaron, en determinados puntos, los valores establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental para agua. Estos antecedentes pueden evidenciar que la minería es un factor importante en el cambio de las condiciones ambientales en estas zonas.

Como consecuencia, el impacto sobre el suelo, el agua y otros componentes del ambiente podría afectar de manera directa la diversidad y abundancia de hormigas en las distintas zonas de la provincia, tales como áreas ganaderas y agrícolas, entre otras (Trelles & Muñoz, 2021). No obstante, hasta el momento se desconoce el impacto real de estas actividades sobre las comunidades de hormigas presentes en la zona por lo que no se tiene registros que caractericen grupos funcionales de hormigas en zonas asociadas o afectadas por la actividad minera en Pataz; por ello, un estudio de biodiversidad permitiría generar información detallada acerca de los posibles efectos ambientales o la presencia de alteraciones en dichos ecosistemas (De Alba & Reyes, 1998; Loa et al., 1998)

En consecuencia, el objetivo principal del presente trabajo fue determinar la diversidad y los grupos funcionales de las especies de hormigas presentes en la provincia de Pataz, La Libertad, Perú. Esta información servirá como base y herramienta para futuros estudios, lo que permitirá profundizar el conocimiento sobre la presencia, distribución y comportamiento de estas especies en la región.

1.2. Antecedentes

Los estudios de biodiversidad resultan de suma importancia, ya que contribuyen al mantenimiento de la funcionalidad de los distintos sistemas ecológicos y a la conservación de especies de relevancia, las cuales podrían verse afectadas o incluso perderse como consecuencia de diversas perturbaciones ambientales (Pérez, 2020).

En este contexto, los mosaicos de hábitats experimentan variaciones constantes debido a los efectos antropogénicos, ya sea de manera directa o indirecta. Las hormigas cumplen

múltiples funciones dentro de estos hábitats, al formar parte de distintos niveles tróficos como consumidores primarios y secundarios; además, establecen asociaciones simbióticas con otras especies y actúan como indicadores biológicos altamente sensibles a los cambios ambientales (Sánchez et al., 2019). Como resultado, dichas alteraciones influyen directamente en su diversidad, provocando la disminución tanto del número de especies como de su abundancia dentro de los ecosistemas (Bestelmeyer & Wiens, 1996; Fowler et al., 1990; Montoya et al., 2006; Fuster, 2006; Villamarín, 2014; Wilker, 2024). Por ello, las hormigas son consideradas uno de los grupos más sensibles frente a los cambios estructurales de los ecosistemas y, en consecuencia, excelentes bioindicadores. Esta condición se debe a que participan en numerosos niveles tróficos, desempeñándose como depredadoras y presas, detritívoras, mutualistas y forrajeras, entre otras funciones (Fowler et al., 1990; Montoya, 2006., Kuchenbecker *et al*, 2022; Lutinski et al., 2024).

A nivel taxonómico, Escalante (1993) registró 273 especies y subespecies de hormigas, agrupadas en siete subfamilias, 27 tribus y 62 géneros, con base en el catálogo elaborado por Kempf (1972). En 2012 Swenson et al., reportaron que el número de especies endémicas de hormigas en el Perú es relativamente bajo, representando aproximadamente el 8% del total, situación que resulta inusual en comparación con otros grupos taxonómicos y con los niveles de endemismo observados en regiones tropicales, incluido el propio Perú.

Posteriormente, para el año 2015, se publicó un listado actualizado de las especies de hormigas registradas en el Perú, el cual incluyó 592 especies y subespecies nominales, agrupadas en 76 géneros y 12 subfamilias, a partir de información bibliográfica disponible (Bezděčková et al., 2015). De manera adicional, este registro fue ampliado, alcanzando un total de 679 especies y subespecies distribuidas en 85 géneros para el territorio peruano (Guénard & Economo, 2015), siendo este el último reporte para Perú.

Por otro lado, el concepto de “grupos funcionales” en hormigas fue desarrollado inicialmente en Australia por Greenslade en 1978. Este modelo permite interpretar la relación entre la composición de las comunidades de hormigas y los disturbios que promueven la biomasa, así como el estrés ambiental que la reduce, reflejando la dominancia de las especies y su comportamiento dentro del hábitat. Posteriormente, este enfoque fue aplicado por Andersen en América del Norte en 1997, quien señaló la necesidad de adaptarlo a las condiciones de África y América del Sur. En este sentido, el uso de grupos funcionales facilita la identificación de la estructura de las comunidades de hormigas y la evaluación del estado de los ecosistemas, contribuyendo a su conservación y a la continuidad de los recursos naturales. Asimismo, permite identificar el impacto de factores externos, como el disturbio o el estrés ambiental, los cuales se manifiestan a través de variaciones en la riqueza y abundancia de especies (King et al., 1998; Rodríguez, 2019).

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivo General

Determinar la diversidad, abundancia y grupos funcionales de hormigas provenientes de Pataz, La Libertad, Perú en el año 2021 durante la época seca.

1.3.2. Objetivos Específicos

Determinar la diversidad de hormigas epigeas.

Determinar la abundancia de hormigas epigeas.

Identificar los grupos funcionales de hormigas epigeas.

1.4. Justificación

La provincia de Pataz es una zona con una intensa actividad minera, principalmente de extracción de oro, que puede generar alteraciones en el suelo, el agua y otros componentes del ambiente. Estas alteraciones pueden afectar directamente la diversidad y abundancia de las comunidades de hormigas presentes en las diferentes zonas de la provincia, como áreas

agrícolas y ganaderas. Asimismo, existe un conocimiento limitado sobre el impacto real de estas actividades sobre dichas comunidades, por lo que resulta necesario evaluar la biodiversidad de hormigas para determinar posibles cambios o alteraciones en los ecosistemas de Pataz.

Justificación Ambiental: Las hormigas (familia Formicidae) son reconocidas como excelentes indicadores de la salud de los ecosistemas, debido a que su diversidad, abundancia y composición funcional reflejan de manera directa el grado de alteración ambiental presente en un área determinada. En este sentido, diversos estudios han señalado que, por su alta sensibilidad a los cambios ambientales, las hormigas permiten evaluar tanto los impactos antropogénicos (como deforestación, la contaminación y la urbanización), así como de variaciones climáticas (Agosti & Alonso, 2000; Bruyn, 1999; Andersen, 1990; 1997; Silva et al., 2025).

Asimismo, resulta fundamental identificar sus grupos funcionales y los patrones de dominancia dentro del ecosistema, ya que esta información brinda indicios claros sobre el estado de conservación del ambiente. Por ejemplo, en Colombia se evaluó el efecto de la fragmentación del bosque seco sobre las comunidades de hormigas, analizando grupos funcionales como cazadoras solitarias, legionarias y cultivadoras de hongos; los resultados evidenciaron que el grupo de las legionarias fue el más afectado por la pérdida de hábitat (Lozano-Zambrano et al., 2009).

Justificación Social: El crecimiento de las zonas antrópicas y urbanas genera una transformación del hábitat original hacia ambientes modificados por asentamientos humanos, lo que constituye un tipo de perturbación que puede desplazar a especies nativas o favorecer el aumento en la densidad de otras, debido a la presencia de nichos vacíos o a la ausencia de enemigos naturales. En este contexto, las hormigas desempeñan un papel relevante en los ambientes urbanos, ya que algunas especies ocasionan mordeduras a las personas, daños en

infraestructuras domésticas, infestaciones en alimentos almacenados y la transmisión de patógenos, entre otros efectos negativos (Klotz et al., 2009; Robinson, 1996, 2005; Chen & Neoh, 2023ab). Por lo tanto, el conocimiento de la riqueza de especies y de los grupos funcionales de hormigas permite identificar la dominancia de aquellas especies no benéficas para el ser humano, contribuyendo al diseño de estrategias de manejo y control en entornos urbanos.

Justificación Económica: Desde el punto de vista económico, la generación de información sobre la diversidad y distribución de las especies de hormigas presentes en los ecosistemas evaluados contribuirá a fortalecer el conocimiento necesario para futuros programas de monitoreo ambiental y gestión de la biodiversidad. Esta información permitirá contar con una línea base para identificar cambios en la composición de las comunidades de hormigas y evaluar potenciales alteraciones en los ecosistemas (Masiulionis & Samuels, 2025), contribuyendo a una gestión más eficiente de los recursos naturales y a la toma de decisiones orientadas a su conservación y manejo sostenible.

En este sentido, comprender los patrones de los grupos funcionales de hormigas permite identificar su nicho ecológico y grado de dominancia dentro del ecosistema. No obstante, aún existe escasa información sobre la riqueza, abundancia y grupos funcionales de las hormigas presentes en la zona de estudio; por ello, un análisis de biodiversidad brindará información detallada sobre los posibles efectos ambientales y la presencia de alteraciones ecológicas (De Alba & Reyes, 1998; Loa et al., 1998; Costa et al., 2023).

1.5. Hipótesis

H0: La riqueza, abundancia y composición de los grupos funcionales de hormigas epigeas en la provincia de Pataz presentan valores bajos durante la época seca del 2021.

Ha: La riqueza, abundancia y composición de los grupos funcionales de hormigas epigeas en la provincia de Pataz presentan valores altos durante la época seca de 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Los insectos cumplen una función fundamental como indicadores biológicos dentro de los ecosistemas. En este contexto, se reconocen tres tipos principales: los indicadores ambientales, que permiten describir cambios en el estado del ambiente; los indicadores de biodiversidad, mediante los cuales se estima la diversidad de otros grupos taxonómicos presentes en un ecosistema; y los indicadores ecológicos, cuya función es identificar el impacto de factores como el estrés, las perturbaciones y la fragmentación del hábitat, los cuales afectan negativamente a la biodiversidad (Arcilla & Lozano, 2003; Amaru-Castelo et al., 2024).

En particular, las hormigas, debido a su alta diversidad y abundancia en la mayoría de los ambientes, desempeñan múltiples funciones como bioindicadores dentro de los ecosistemas, ya que responden de manera rápida y sensible a los cambios ambientales (Agosti & Alonso, 2000; Zina et al., 2021). Estas características resultan esenciales para el monitoreo y la gestión de los ecosistemas, contribuyendo a la identificación temprana de alteraciones y a la mitigación de impactos negativos.

Por otro lado, los grupos funcionales constituyen una herramienta que facilita la identificación de patrones generales en la estructura de las comunidades, permitiendo realizar comparaciones entre distintos ecosistemas. Este enfoque corresponde a un modelo propuesto inicialmente por Grime (1977) y posteriormente adaptado por Andersen (1995) para su aplicación en comunidades de hormigas, en el cual las especies se organizan de acuerdo con su actividad y función dentro de los ecosistemas (Rodríguez, 2019).

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Diversidad biológica

La diversidad biológica hace referencia a la variedad de seres vivos existentes en los diferentes ecosistemas, incluyendo ambientes terrestres y acuáticos. Está diversidad se presenta dentro de las especies, entre distintas especies y en distintos ecosistemas (Moreno, 2001).

La diversidad tiene dos componentes: riqueza y uniformidad. La riqueza es el número de especies distintas, mientras que la uniformidad hace referencia al grado en que las distintas especies están presentes de manera equitativa., entonces la diversidad aumenta cuando el número de especies aumenta y la distribución de sus individuos se hace más uniforme (Kvålseth, 2024).

La disminución y/o pérdida de la biodiversidad es causada, principalmente, por diversas actividades humanas, entre las que se incluyen el crecimiento de las zonas urbanas, la tala indiscriminada de bosques, la contaminación ambiental especialmente la generada por el sector industrial, el uso excesivo de fertilizantes y pesticidas, así como el calentamiento global (Ortiz, 1991; World Health Organization, 2023)

En este contexto, los himenópteros, tales como abejas, avispas y hormigas, constituyen uno de los grupos de insectos más numerosos y ecológicamente relevantes. Con más de 150 000 especies descritas, estos organismos cumplen funciones esenciales en los ecosistemas, como la polinización de cultivos, la regulación de poblaciones de plagas y la descomposición de materia orgánica. No obstante, la degradación de sus hábitats naturales y la exposición constante a pesticidas y fertilizantes sintéticos han provocado una disminución alarmante de sus poblaciones, particularmente en el caso de las abejas (Triplehorn et al., *2005;* Klein et al., 2007; Goulson et al., 2015; Dicks et al., 2021).

Esta reducción poblacional podría generar consecuencias graves para la agricultura y para la biodiversidad a escala global, ya que dichas acciones alteran los ecosistemas, destruyen los espacios naturales y ponen en riesgo la permanencia de numerosas especies (Sadafale et al., 2025).

2.1.2. Abundancia biológica

La abundancia biológica se refiere al número de individuos de una especie presentes en un área determinada o a su proporción relativa respecto al total de individuos de las especies

que conforman una comunidad. Esta medida permite conocer la distribución y predominancia de las especies, siendo importante para comprender la composición y estructura de las comunidades biológicas. Desde el punto de vista ecológico, la abundancia permite identificar patrones de distribución, competencia, relaciones depredador-presa y disponibilidad de recursos, además de evidenciar posibles cambios en la estructura de una comunidad frente a perturbaciones ambientales. En los estudios de diversidad biológica, la abundancia se analiza conjuntamente con la riqueza de especies para obtener una visión más completa de la comunidad, mediante índices como Shannon-Wiener y Simpson, los cuales consideran no solo el número de especies presentes, sino también la forma en que se distribuyen los individuos entre ellas (Begon et al., 1988; Avolio, 2022).

2.1.3. Formicidos

Las hormigas presentan una amplia diversidad tanto taxonómica (Anexo A) como funcional, y constituyen una de las familias de insectos con más información disponible en relación con su biología y sistemática (Hölldobler & Wilson, 1990; Oberski et al., 2025). En muchos contextos, son consideradas plagas debido a los diversos problemas que pueden ocasionar en el campo y en el almacenamiento de alimentos. No obstante, desempeñan un papel fundamental en la dinámica de los ecosistemas, ya que intervienen en la transformación de la energía, la depredación de otros artrópodos potencialmente perjudiciales, así como en la regulación del crecimiento de la vegetación, la fertilidad de los suelos, dispersión de semillas (mirmecocoria) entre otras funciones ecológicas relevantes (Taylor, 1991; Oberski et al., 2025).

A nivel mundial, se han identificado aproximadamente más de 14 000 especies de formícidos, agrupados en 342 géneros (Oberski et al., 2025).

2.1.4. Grupos funcionales

El modelo de grupos funcionales fue aplicado inicialmente por Andersen (1993, 1997ab) en comunidades de hormigas de distintas áreas bióticas de Australia y posteriormente

adaptado para su uso en África y América del Sur. Este enfoque permite ordenar las comunidades de hormigas mediante un sistema en el que los grupos funcionales se definen a partir de sus atributos estructurales, lo que facilita su clasificación de manera análoga a la utilizada en la vegetación, basada en las formas de vida predominantes.

La clasificación de las hormigas en grupos funcionales propuesto por Andersen (1997), se basan principalmente en las interacciones competitivas, la dominancia, las estrategias de forrajeo y las respuestas de las especies frente al estrés ambiental y la perturbación.

De esta manera, los grupos funcionales representan una respuesta al grado de estrés y a las perturbaciones presentes en el ambiente, lo cual resulta fundamental para la caracterización y determinación de las comunidades de hormigas) (Tabla 1).

Tabla 1.

Clasificación de grupos funcionales en formícidos.

Grupos Funcionales	Características
Dolichoderinae Dominante (DD)	Son abundantes, activas y agresivas. Ejercen competitividad sobre otras hormigas. Presentan mayor diversidad en hábitats abiertos.
Camponotini Subordinadas (SC)	Son sumisos en competitividad de presencia, pero pueden ser dominantes en ausencia. Su abundancia es relativamente baja. Pueden tener hábitos arbóreos.
Especialistas de clima frio (ECF), cálido (ECC) y tropical (ECT)	Las especialistas en clima frío y tropical están presentes donde los Dolicherinae son menos abundantes, lo contrario a las especialistas en clima cálido.
Especies Crípticas (C)	Son especies pequeñas. Anidan y se alimentan en el suelo y la hojarasca. Tienen una interacción mínima con otras hormigas.
Especies Oportunistas (O)	Especies presentes en niveles de estrés. Son poco competitivas y su distribución está influenciada por otras hormigas.
Myrmicinae Generalistas (GM)	Son cosmopolitas y abundantes. Tienen hábitos generalizados en relación con dieta y anidación. Competitivos en fuentes ricas de alimento e interaccionan competitivamente con DD. No son activos ni agresivos.

Predadoras Especialistas (SP)	Tamaño mediano a grande. Son predadoras de otros artrópodos. Poca interacción competitiva. Dietas especializadas. Son de densidad poblacional baja.

Nota: Información obtenida de ‘‘Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory’’, The American Naturalist, por Grime, 1977, *The American Naturalist. 111*(982); y de ‘‘A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance’’, por Andersen, 1995, *Journal of Biogeography*. 22.

2.1.5. Índices de diversidad ecológica

2.1.5.1 Índice alfa. Permite evaluar la diversidad de especies dentro de una comunidad o sitio específico, considerando aspectos como la riqueza y la abundancia relativa de las especies (Moreno, 2001). Para su determinación pueden emplearse algunos índices ecológicos como:

Shannon-Wiener: Determina la diversidad de una comunidad, teniendo en cuenta tanto la cantidad de especies presentes como la proporción de individuos que pertenece a cada especie. De esta manera, permite valorar conjuntamente la riqueza y la distribución de las especies dentro de la comunidad.

Simpson: Permite evaluar la diversidad y la dominancia de especies dentro de una comunidad. Considera la abundancia de cada especie y permite determinar si los individuos están distribuidos de manera uniforme o si existe predominancia de algunas especies.

Margalef: Es un índice ecológico que permite evaluar la riqueza de especies de una comunidad, es decir, qué tan numerosas son las especies presentes en relación con el número total de individuos muestreados.

Pielou: Evalúa la equidad o uniformidad en la distribución de los individuos entre las especies de una comunidad. Es decir, indica si los individuos están distribuidos de manera

similar entre las especies o si, por el contrario, algunas especies son mucho más abundantes que otras.

2.1.5.2 Índice beta. Es una medida ecológica que permite evaluar el cambio o reemplazo de especies entre diferentes hábitats o muestras, mostrando qué tan diferentes son las comunidades entre sí a lo largo de un gradiente ambiental. Se puede determinar mediante índices de similitud, disimilitud o distancia, utilizando datos de presencia-ausencia o de abundancia de las especies (Moreno, 2001). Para su determinación pueden emplearse algunos índices ecológicos como:

Jaccard: Permite medir el grado de similitud o diferencia en la composición de especies entre dos comunidades o sitios.

Morisita-Horn: Mide el grado de similitud en la composición y abundancia de especies entre dos comunidades o sitios. A diferencia de Jaccard, considera no solo la presencia o ausencia de las especies, sino también la cantidad de individuos de cada especie.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación corresponde a un estudio no experimental, descriptivo y de corte transversal, debido a que no se realizó manipulación de las variables y el análisis se efectuó sobre muestras correspondientes a la temporada seca del año 2021, depositadas en el Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas (FCCNM) de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV), Lima, Perú. El carácter descriptivo del estudio se fundamenta en la caracterización de la diversidad, abundancia y grupos funcionales de los formícidos registrados en la zona de estudio. Para ello, se realizó la identificación taxonómica de los ejemplares, alcanzando el nivel de especie en algunos casos y de morfoespecie en otros. Los datos analizados fueron obtenidos a partir de las colectas realizadas mediante trampas ubicadas en los diferentes puntos de muestreo.

3.2. Ámbito temporal y espacial

Se evaluaron muestras de hormigas provenientes de la provincia de Pataz, departamento de La Libertad, Perú (septiembre de 2021), como parte de un monitoreo ambiental. Dichas muestras se depositaron en el Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la UNFV fueron codificadas como ENT003997 hasta ENT004008.

El monitoreo se llevó a cabo en 10 puntos de evaluación (ST) (Tabla 2), y los especímenes fueron recolectados mediante tres tipos de trampas: pitfall, cebo y trampa amarillas.

Esta zona presenta una temperatura media anual de 23°C, una precipitación media anual de 16 mm y una altitud de 2 611 m. s. n. m.

Finalmente, el procesamiento y análisis de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Investigación en Ecología y Biodiversidad Animal (LEBA), perteneciente a la FCCNM de la UNFV, en la ciudad de Lima, Perú.

Tabla 2.

Puntos de evaluación

Punto de evaluación	Coordenada UTM		Altitud (msnm)	Formación vegetal
	Este	Norte		
ST01	214 402	9 139 982	2472	Formación antrópica, Matorral mesoandino
ST02	212 670	9 139 678	1905	Formación antrópica, Matorral mesoandino, Bosque seco
ST03	208 720	9 140 871	1383	Formación antrópica, Bosque seco.
ST04	208 694	9 142 434	1844	Matorral mesoandino, Bosque seco.
ST05	210 342	9 142 199	2434	Formación antrópica, Matorral mesoandino,
ST06	215 673	9 142 393	2679	Bosque húmedo, Matorral mesoandino, Bosque húmedo
ST07	216 808	9 140 331	3122	Formación antrópica, Matorral mesoandino
ST11	212 992	9 144 160	2273	Bosque húmedo
ST12	213 388	9 144 228	2437	Bosque húmedo
ST13	213 763	9 144 362	2559	Bosque húmedo

3.3. Variables

3.3.1. Variables independientes

La formación vegetal, correspondiente al tipo de cobertura vegetal presente en los puntos de muestreo de Pataz, La Liberta, permitió comparar entre los diferentes puntos evaluados durante la temporada seca del 2021.

3.3.2. Variables dependientes

Riqueza, abundancia y grupos funcionales hallados en las muestras de hormigas epigeas provenientes de Pataz, La Libertas, Perú en el 2021 durante la temporada seca.

3.4. Población y muestra

La población es toda la comunidad de hormigas epigeas de la provincia de Pataz, La Libertad; y las muestras obtenidas fueron las hormigas epigeas encontradas durante el monitoreo ambiental del 2021 en la provincia de Pataz, La Libertad.

3.5. Instrumentos

Es la ficha de evaluación o plantilla de llenado de datos, la cual consta de tres columnas principales: orden, familia y morfotipo y por cada estación tiene las siguientes columnas: cebo, amarilla, Pitfall y sub total de individuos, finalmente tiene una columna con el total de individuos del muestreo por morfoespecie.

3.6. Procedimientos

3.6.1. Área de estudio

El monitoreo biológico se llevó a cabo en septiembre del año 2021, durante la temporada seca, en la provincia de Pataz, La Libertad, Perú.

Los puntos de evaluación fueron seleccionados con el objetivo de obtener información representativa de la biodiversidad local y se caracterizaron considerando variables como el tipo de vegetación y la altitud (Figura 1 y 2).

Figura 1

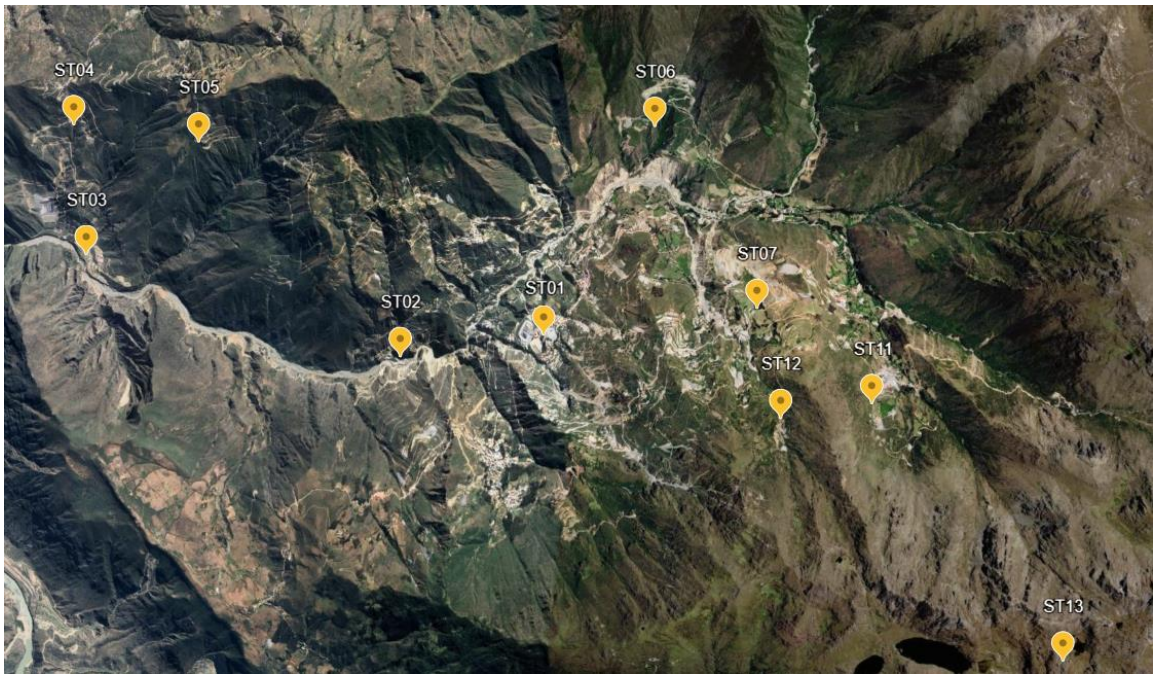
Mapa de la provincia de Pataz, La Libertad, Perú



Nota: Imagen extraída de INDECI, 2019

Figura 2

Zona de evaluación



Nota: Obtenido de Google (2025).

3.6.2. Trampa de caída (Pitfalls)

En cada punto de evaluación se utilizaron diez trampas tipo pitfall, las cuales consistieron en envases de plástico con capacidad de 1 L que contenían una mezcla, modificada de Huamán (2014), que consistía de 95% de agua, 2% de jabón líquido y 3% de alcohol etílico al 70%. Estas trampas se dispusieron tomando como punto inicial el centro de cada área establecida y se distribuyeron a lo largo de transectos de 100 m, con una separación de 10 m entre cada una (Sturm & Rangel, 1995). Asimismo, fueron enterradas con la abertura al ras del suelo y permanecieron activas durante un período de 24 h de exposición (Brown y Matthews, 2016; Dueñas et al., 2022).

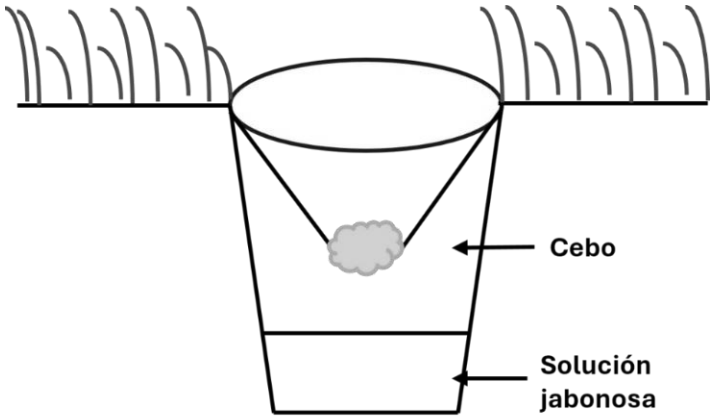
3.6.3. Trampa de cebo

Estas trampas correspondieron a una modificación de las trampas tipo pitfall, a las cuales se les incorporó adicionalmente un cebo envuelto en gasa. En el presente estudio se utilizó salicilato de metilo como atrayente químico debido a su naturaleza volátil y a su

capacidad para generar señales olfativas detectables por las hormigas. Su incorporación al cebo permitió incrementar la capacidad de atracción de la trampa y favorecer el acercamiento de las hormigas hacia ella, facilitando su captura. Esta trampa de cebo con salicilato fue suspendida mediante hilos hasta alcanzar la mitad del envase plástico de 1 L (Figura 4). Asimismo, las trampas se enterraron al ras del suelo y se les practicó una perforación en la tapa para permitir la colocación del cebo y el ingreso de los individuos. La disposición espacial de estas trampas mantuvo la misma distancia de separación que las trampas pitfall convencionales (Márquez, 2005; Sánchez et al., 2019).

Figura 3

Esquema de trampa pitfall/cebo



3.6.4. Trampas amarillas

Se utilizaron bandejas plásticas de color amarillo con dimensiones de 30 × 15 × 3 cm, las cuales contenían una solución jabonosa preparada con agua hasta el 75% de su capacidad y dos gotas de detergente por litro (Aro). Este tipo de trampa es efectiva para la colecta de himenópteros. En total, se emplearon diez trampas, las cuales se colocaron a nivel del suelo y se mantuvieron activas durante un período de 24 h (Collart, 2010; Bravo et al., 2020).

3.6.5. Conservación de la muestra

Los formícidos colectados en campo fueron preservados en alcohol al 70%, separados por morfoespecie y almacenados en el Museo de Historia Natural de la Escuela Profesional de Biología, Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal (UNFV). Posteriormente, los especímenes fueron montados en agujas entomológicas y secados en una incubadora, con la finalidad de facilitar la observación detallada de sus estructuras morfológicas (Márquez, 2005).

3.7. Análisis de datos

La identificación de los morfotipos de hormigas se realizó mediante el uso de microscopios estereoscópicos, empleando claves taxonómicas propuestas por Snodgrass (1935) y Fernández (2003). Asimismo, se realizaron consultas a especialistas en hormigas para corroborar las identificaciones obtenidas. El ordenamiento de la información recopilada se realizó utilizando el programa Microsoft Excel Office 365. Para el análisis de la diversidad alfa y los análisis de similitud, se empleó el paquete estadístico Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis, versión 4.17 (PAST v.4.17), ampliamente utilizado en estudios ecológicos (Borcard et al., 2011; Moreno, 2001; Marsolo et al., 2025).

En el análisis de la diversidad alfa, se consideraron los índices de Margalef (d) estima la riqueza de especies, equidad de Pielou (J) mide la uniformidad de especies, dominancia de Simpson (D) mide la dominancia de una especie sobre otra, y el índice de Shannon-Wiener (H’) determina la diversidad de especies, con el fin de evaluar la biodiversidad presente por cada punto. Por otro lado, para el análisis de similitud entre comunidades mediante los índices de Jaccard mide la proporción entre especies compartidas, y Morisita-Horn evalúa la similitud entre comunidades a partir de la abundancia considerando cada taxa como unidad independiente (Kumar et al., 2022; Schmidt et al., 2016; Cao. 2018; Travlos, 2018).

3.8. Consideraciones éticas

Se utilizaron las muestras depositadas en el Museo de Historia Natural de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática – Universidad Nacional Federico Villarreal, como parte de un monitoreo biológico. El presente proyecto de tesis fue aprobado por el Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal, ACTA N° 05-2026-CE-FCCNM-UNFV (Anexo A). Este proyecto de identificación se desarrolló respetando y conservando la data colectada en el monitoreo, el cual consta del permiso de colecta con el código N° AUT-EP-2017-018, N° AUT-EP-2018-148 y N° AUT-EP-2021-051, expedido por el Servicio nacional forestal y de fauna silvestre – SERFOR (Anexo B).

IV. RESULTADOS

4.1. Riqueza y composición de especies

La riqueza total de hormigas registrada fue de 13 morfoespecies. El punto ST01 presentó la mayor riqueza, con un total de nueve morfoespecies. En contraste, los puntos con menor riqueza fueron ST12 y ST13, con ninguna morfoespecie, (Tabla 3; Figura 4).

Tabla 3

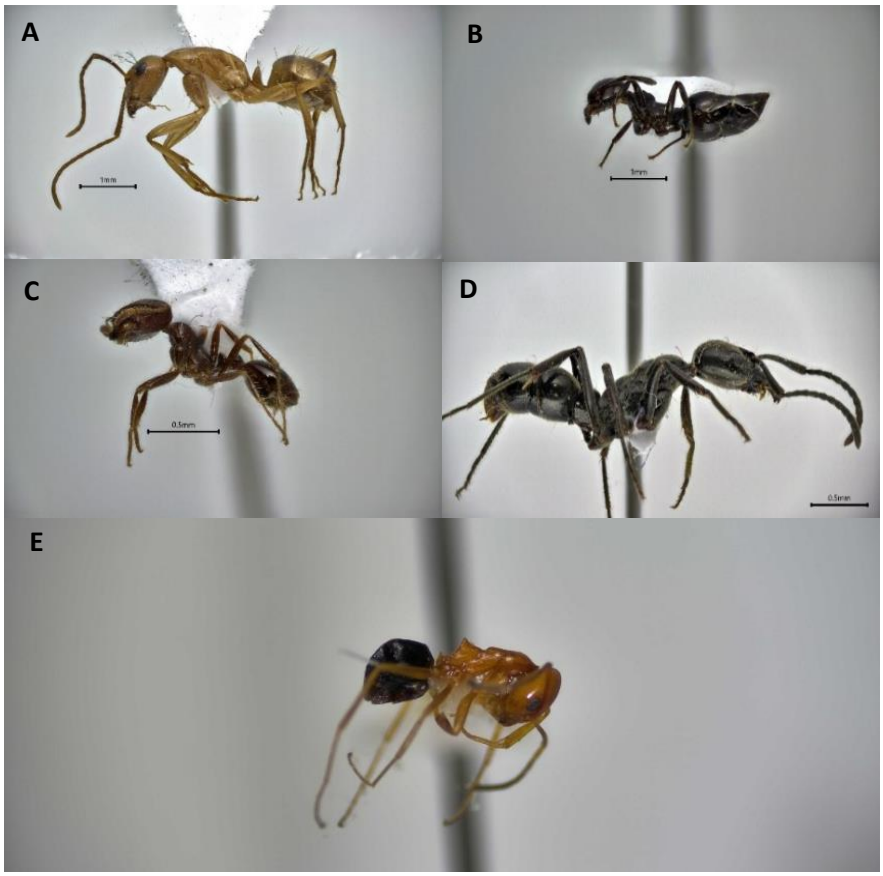
Morfotipos de hormigas por punto evaluado de de hormigas de la provincia de Pataz, La Libertad, Perú.

Morfotipos	Puntos de Evaluación									
	ST01	**ST02**	**ST03**	**ST04**	**ST05**	**ST06**	**ST07**	**ST11**	**ST12**	**AT13**
Acromyrmex sp.*1*	0	30	0	25	3	0	0	0	0	0
Brachymyrmex sp.*1*	12	0	0	0	0	0	0	2	0	0
Camponotus sp.*1*	21	0	9	0	0	6	94	1	0	0
Camponotus sp. *2*	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0
Camponotus balzani Emery, 1894	10	29	133	28	0	0	0	8	0	0
Crematogaster distans Mayr, 1870	0	5	0	1	10	16	0	0	0	0
Dorymyrmex sp.*1*	3	0	1	0	0	0	0	52	0	0
Dorymyrmex bicolor Wheeler, 1906	411	8	4	0	36	238	55	0	0	0
Formicidae sp1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Linepithema sp	47	5	0	0	0	0	0	2	0	0
Neoponera villosa	5	0	0	0	21	0	0	54	0	0
Solenopsis sp.*1*	77	0	0	0	15	13	8	0	0	0
Solenopsis invicta	0	0	206	0	0	0	0	0	0	0
Total	587	77	362	54	85	273	157	119	0	0

Nota: ST es el nombre del punto evaluado.

Figura 4

Especies representativas de hormigas identificadas en la provincia de Pataz, La Libertad, Perú. W.M., 1906.



Nota: A. *Camponotus balzani Emery, 1894,* B. *Crematogaster distans Mayr, 1870,* C. *Solenopsis invicta,* D. *Neoponera villosa (Fabricio, 1804),* E. *Dorymyrmex bicolor Wheeler,*

4.2. Diversidad alfa y beta

Al analizar los índices de diversidad se obtuvo que el índice de Margalef mostró una mayor riqueza relativa en el punto ST01(1,26), mientras que las estaciones menos representativas fueron ST07 (0,40) y ST04 (0,50), respectivamente. Por su parte, el índice de dominancia de Simpson evidenció diferencias entre las estaciones, siendo ST06 (0,77) la más dominante, y ST05 (0,29) la que presentó menor dominancia. En cuanto al índice de Shannon-Wiener, se observó que la estación ST05 (1,39 bits/ind) presentó una mayor riqueza y equidad

en comparación con ST06 (0,51 bits/ind) que presentó el menor índice. De manera específica, la mayor equidad se registró en ST05 (0,86), mientras que la menor correspondió a ST06 (0,37) (Tabla 4).

Respecto a la diversidad beta, el índice de Morisita-Horn indicó que las estaciones con mayor similitud fueron ST06-ST01 (96%) y ST02-ST04 (95%). De forma complementaria, el índice de Jaccard mostró similitud entre las estaciones ST06-ST07 (75%), así como entre ST01-ST11 (60%), ST02-ST04 (60%) (Figura 5). La disimilitud entre las demás estaciones puede estar asociadas a las diferentes formaciones vegetales por las que está compuesta cada estación, así como a la altitud en la que se encuentran.

Tabla 4

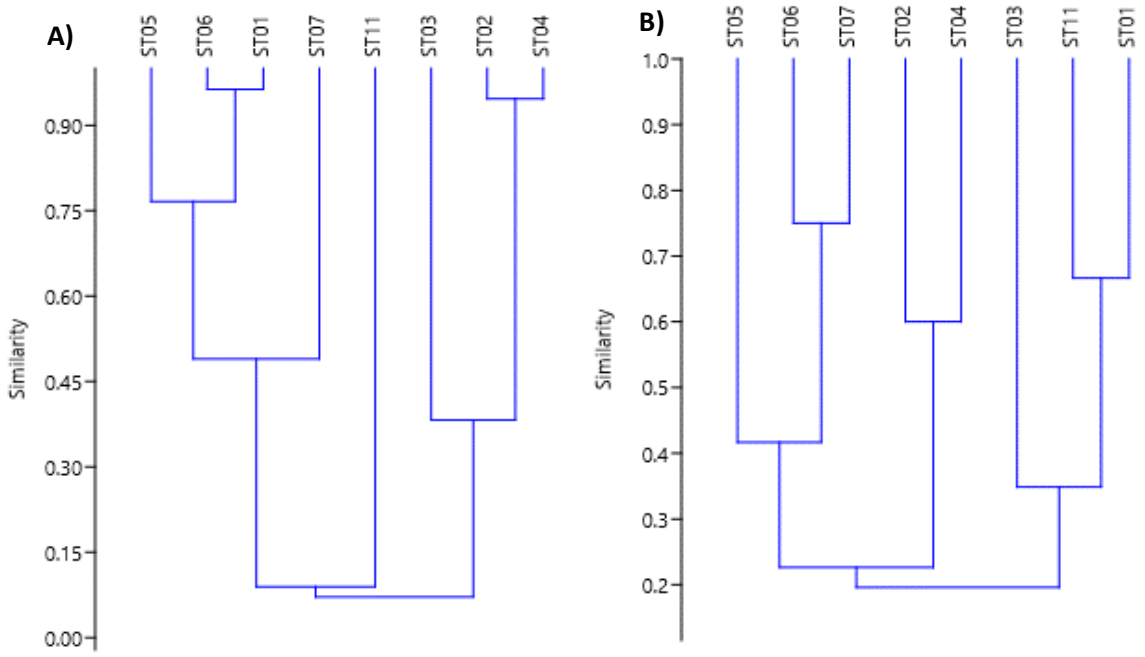
Índices de diversidad alfa de hormigas de la provincia de Pataz, La Libertad, Perú.

Estación	Margalef	Simpson	Shannon (bits/ind)	Pielou	N° de morfoespecies
ST01	1,26	0,52	1,07	0,48	9
ST02	0,92	0,31	1,33	0,82	5
ST03	0,85	0,46	0,94	0,52	6
ST04	0,5	0,48	0,77	0,7	3
ST05	0,9	0,29	1,39	0,86	5
ST06	0,53	0,77	0,51	0,37	4
ST07	0,4	0,48	0,83	0,75	3
ST11	1,05	0,4	1,08	0,6	6
ST12	-	-	-	-	0
ST13	-	-	-	-	0

Nota: ST es el nombre del punto evaluado

Figura 5

Diversidad beta de hormigas de la provincia de Pataz, La Libertad, Perú



Nota: Morisita-Horn (A) y Jaccard (B).

4.3. Abundancia de especies

En relación con la abundancia, la especie más representativa fue *Dorymyrmex bicolor* Wheeler, 1906, con un total de 752 individuos, mientras que la menor abundancia correspondió a la morfoespecie Formicidae sp. 1 (Tabla 5).

La curva de acumulación de especies muestra que conforme se van incorporando las estaciones de muestreo la riqueza acumulada al inicio aumenta rápidamente y luego van estabilizándose, la curva de acumulación de lo observado S(est) muestra una tendencia a la estabilización y coincide con el estimador Chao 1 al final del muestreo. Esta similitud indica que el esfuerzo de muestreo fue lo suficiente para registrar la mayor cantidad de especies de hormigas con la metodología utilizada por lo cual se obtuvo una buena representación de la riqueza existente (Figura 6).

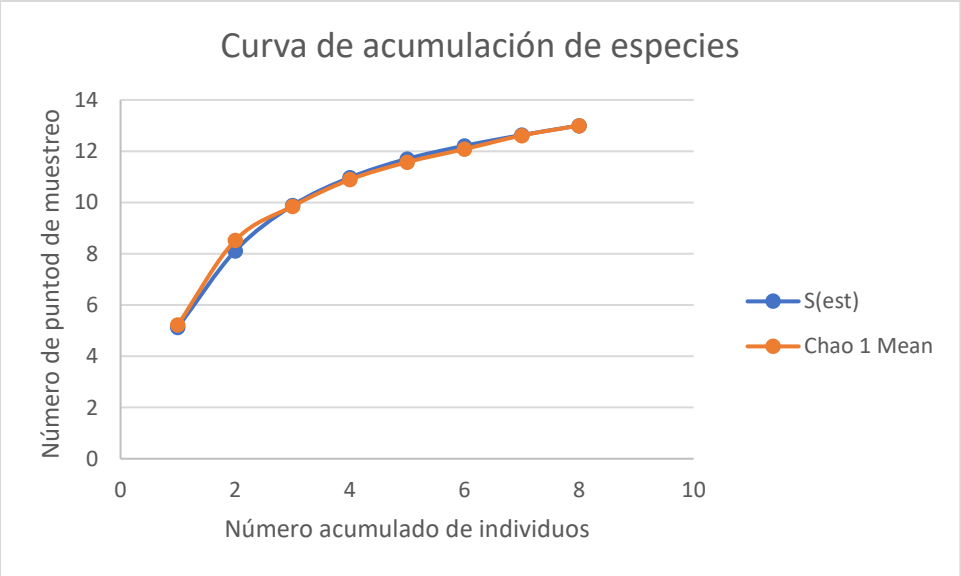
Tabla 5

Número de individuos por morfoespecie de hormigas de la provincia de Pataz, La Libertad, Perú.

Morfotipo	**Número de individuos**
Dorymyrmex bicolor Wheeler, 1906	752
Camponotus balzani Emery, 1894	208
Solenopsis invicta Buren, 1972	206
Camponotus sp.1	131
Camponotus sp. 2	9
Solenopsis sp.1	113
Neoponera villosa (Fabricio, 1804)	80
Acromyrmex sp.1	58
Dorymyrmex sp.1	56
Linepithema sp. 1	54
Crematogaster distans Mayr, 1870	32
Brachymyrmex sp.1	14
Formicidae sp.1	1

Figura 6

Diversidad beta de hormigas de la provincia de Pataz, La Libertad, Perú



4.4. Grupos funcionales

Finalmente, las especies registradas se agruparon en seis grupos funcionales de hormigas, incluyendo especialistas de clima cálido, especialistas de clima frío, especies oportunistas, dominantes, subordinadas y crípticas (Tabla 6).

Tabla 6

Grupos funcionales por morfoespecie de hormigas en la provincia de Pataz, La Libertad, Perú.

Morfoespecie	**Grupo funcional**
Acromyrmex sp.1	Especialistas de clima frio
Brachymyrmex sp.1	Especialistas de clima cálido
Camponotus sp.1	Camponotini Subordinadas
Camponotus sp. 2	Camponotini Subordinadas
Camponotus balzani Emery, 1894	Camponotini Subordinadas
Crematogaster distans Mayr, 1870	Especialistas de clima cálido
Dorymyrmex sp.1	Especies Oportunistas
Dorymyrmex bicolor Wheeler, 1906	Dolichorinae Dominante
Formicidae sp1	Especies Crípticas
Linepithema sp	Especialistas de clima cálido
Neoponera villosa (Fabricious, 1804)	Predadoras especialistas de clima frio
Solenopsis sp.1	Especialista de clima tropical
Solenopsis invicta Buren, 1972	Especialistas de clima frio

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La riqueza registrada fue de 13 morfoespecies en comparación Castro et al. (2008) encontraron 49 morfoespecies en su investigación sobre la distribución de la riqueza, composición taxonómica y grupos funcionales de hormigas del suelo a lo largo de un gradiente altitudinal en Laquipampa (Lambayeque – Perú), esta diferencia puede deberse a la utilización de distintos métodos de colectas entre ambas investigaciones. La mayor riqueza de hormigas se registró en el punto ST01, correspondiente a una cobertura vegetal conformada por una formación antrópica y matorral mesoandino, este patrón podría explicarse por el hecho de que las especies clasificadas como Dolichoderinae dominantes pueden ser eliminadas de manera temporal en hábitats perturbados, debido a que requieren ambientes relativamente estables y suelos con buena estructura. Como consecuencia, estas condiciones favorecen la aparición y establecimiento de nuevas especies oportunistas, incrementando la riqueza local (Andersen, 1995; Andersen, 2019). Además, Arnan et al. (2022) mencionan que una mayor riqueza de hormigas está asociada a un habitad con mayor cobertura vegetal y diversidad estructural.

Los puntos ST12 y ST13 no registraron presencia de hormigas y presentaron como cobertura vegetal bosque húmedo. Esta ausencia podría estar relacionada con las condiciones de un hábitat perturbado, dado que las alteraciones pueden modificar la estructura del hábitat, el microclima y la disponibilidad de recursos (Andersen, 2019), afectando la composición y estructura de la comunidad de hormigas y favoreciendo la monopolización de los recursos por grupos dominantes (Fernando et al., 2025).

El índice de Margalef muestra que el punto ST01 presenta mayor riqueza relativa, esto coincide con una formación vegetal más heterogénea, en cuanto al índice de Shannon-Wiener muestra que la estación ST05 presenta mayor diversidad y equidad, esto sugiere que este punto presenta una distribución de recursos más equilibrada, lo que conlleva a una coexistencia sin dominancia marcada (Jost, 2006; Avolio, 2022).

Según el índice de Simpson ST06 es el punto con mayor dominancia, lo que podría deberse a un hábitat más alterado, con especies dominantes que acaparan los recursos, lo que reduce la diversidad de nichos e incrementa la competencia interespecífica (Arnan et al., 2022; Chen y Neoh, 2023ab). En este punto y a la vez en toda la evaluación la especie más abundante fue *Dorymyrmex bicolor*, lo cual podría estar relacionado con su alta tolerancia a las perturbaciones y con la diversidad de sus estrategias de forrajeo, que incluyen carroñeo, consumo de néctar extrafloral e interacciones mutualistas con hemípteros. No obstante, debido a su amplia plasticidad ecológica, su presencia no necesariamente constituye un indicador específico de perturbación, sino que puede considerarse una especie asociada a ambientes abiertos y con cierto grado de alteración (Rivas-Arancibia et al., 2014; Gómez-Lazaga et al., 2025; Oberski et al., 2025). Asimismo, la presencia de *Solenopsis invicta* puede reforzar esta interpretación, debido a que esta especie presenta una marcada asociación con hábitats perturbados, suelos expuestos y ambientes con mayor incidencia de radiación solar, donde puede alcanzar elevadas abundancias. Por ello, la predominancia de ambas especies en la zona podría reflejar condiciones ambientales favorables para especies oportunistas y tolerantes a la perturbación, aunque se requiere considerar conjuntamente la cobertura vegetal, las características del suelo y otros factores ambientales para establecer su valor como indicadores ecológicos.

En contraste, la morfoespecie Formicidae sp. 1, clasificada como grupo funcional críptica, presentó el menor número de individuos, con un solo registro. Este resultado podría explicarse debido a que las especies crípticas requieren ambientes con baja entrada de luz y una mayor complejidad estructural de la vegetación, como la presencia de hojarasca y raíces, además de ser más sensibles a la fragmentación del hábitat (Fuster, 2006; Rilta y Sharma, 2024).

La poca presencia de especies crípticas puede indicar la ausencia de habitas asociados a hojarasca, por otro lado, estas especies suelen ser más abundantes en ambientes conservados ya que existe una mayor disponibilidad de refugios y un microclima más estable (Andersen, 1995; Del Toro et al., 2012).

En cuanto a los grupos funcionales, Castro *et al.* (2008) emplearon una clasificación de distinta (predadoras, cortadoras, crípticas y omnívoras), encontrando que las especies omnívoras fueron las más frecuentes a lo largo del gradiente altitudinal. Este resultado concuerda con lo observado en el presente trabajo, dado que *D. bicolor* fue la especie más abundante y podría incluirse dentro del grupo de las omnívoras, considerando que presenta estrategias de forrajeo variadas (Gómez-Lazaga et al., 2025).

La similitud observada entre estaciones (ST06–ST01 y ST02–ST04) podría deberse a la similitud de formaciones vegetales, lo que favorecería la presencia de especies comunes, por otro lado, la diferencia encontrada entre otros puntos mostraría el recambio de especies, esto podría deberse a la presencia de un gradiente altitudinal en el área de evaluación (Belskaya et al., 2019ab), ya que algunos estudios muestran diferencias en la riqueza de hormigas en un gradiente altitudinal, encontrándose una menor riqueza en las zonas altas que en las bajas y medias (Castro et al., 2008; Marathe et al., 2020; Schifani et al., 2024).

VI. CONCLUSIONES

- La riqueza de hormigas registrada fue de 13 morfoespecies, con una abundancia total de 1714 individuos. Los puntos de evaluación presentaron una distribución desigual de morfoespecies ya que mientras las estaciones ST01 y ST03 tuvieron las mayores abundancias, las estaciones ST12 y ST13 no registraron presencia de hormigas.
- La mayor diversidad, según el índice de Shannon, se obtuvo en la estación ST05, con un valor de 1.39 bits/ind. Esto tiene relación con una distribución más uniforme de los individuos entre las morfoespecies de hormigas encontradas en este punto, en comparación con otras estaciones en donde pocas morfoespecies acaparan una mayor abundancia. La estación ST06 presentó la menor diversidad (0.51) asociado a una mayor dominancia por algunas morfoespecies.
- Se identificaron seis grupos funcionales de hormigas: especialistas de clima frío, especialistas de clima cálido, Camponotini subordinadas, especies oportunistas, Dolichoderinae dominantes y especies crípticas. La presencia de distintos grupos funcionales muestras que las hormigas registradas presentan diferentes estrategias ecológicas, permitiendo complementar la información de riqueza y abundancia, con los roles que cumplen dentro de la comunidad.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios adicionales sobre la ecología y la importancia de los grupos funcionales de formícidos en distintas áreas de estudio, así como sobre su abundancia, con el fin de comprender mejor las funciones y los roles que desempeñan las diversas especies en los ecosistemas.
- Se recomienda dar continuidad a los monitoreos durante la temporada de lluvias (época húmeda), con la finalidad de complementar la línea base obtenida durante la época seca y determinar posibles variaciones estacionales en la riqueza, abundancia y composición de la comunidad de hormigas.
- Asimismo, se sugiere implementar otros tipos de trampas de colecta, con el propósito de obtener un mayor volumen de información y evaluar comparativamente su eficacia.

VIII. REFERENCIAS

Agosti, D., y Alonso, L. (2000). Biodiversity studies, monitoring, and ants: An Overview. En D, Agosti., L, Alonso., J, Majer., y T, Schultz (Eds.), *Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (pp. 1-8). Smithsonian Institution Press. https://www.researchgate.net/publication/216849738_Ants_standard_methods_for_measuring_and_monitoring_biodiversity_Smithsonian_Institution_Press_Washingt

Akhila, A. (2022). An overview on ants as bioindicator. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology, 9*(2), 470–473. https://doi.org/10.17148/IARJSET.2022.9278

Amaru, J., Echevarria, L., Marquina, E., Herrera-Huayhua, C. y Bautista, B. (2024). Invertebrados como bioindicadores de perturbación en la Reserva de Biosfera del Manu. *Revista de Biología Tropical, 72*(1), e56199. https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop..v72i1.56199

Amirullah, A., Yanti, N., Surachma, W. y Suriana, S. (2025). Detection and identification of pathogenic bacteria in *Monomorium* sp. ants in a hospital environment. *Al-Kauniyah: Jurnal Biologi, 18*(2), 227–236. https://doi.org/10.15408/kauniyah.v18i2.41032

Andersen A. (1995). A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography, 22*, 15–29. https://www.jstor.org/stable/2846070

Andersen, A. (1990). The use of ant communities to evaluate change in Australian terrestrial ecosystems: a review and a recipe. *Proceedings of the Ecological Society of Australia, 16*, 347-357. https://cir.nii.ac.jp/crid/1570854174735322368

Andersen, A. (1993). Ant communities in the Gulf region of Australia's semi-arid tropics: species composition, patterns of organization, and biogeography. *Australian Journal of Zoology, 41*, 399- 414. https://www.publish.csiro.au/zo/ZO9930399

Andersen, A. (1997a). Using Ants as bioindicators: Multiscale Issues in Ant Community Ecology. *Conservation Ecology, 1*(1), 8. http://www.consecol.org/vol1/iss1/art8/

Andersen, A. (1997b). Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. *Journal of Biogeography, 24*, 433-460. https://www.jstor.org/stable/2846163

Andersen, A. (2019). Responses of ant communities to disturbance: Five principles for understanding the disturbance dynamics of a globally dominant faunal group. *Journal of Animal Ecology, 88*(3), 350–362. https://doi.org/10.1111/1365-2656.12907

Arcilla, A. y Lozano, F. (2003). Hormigas como herramienta para la bioindicación y el monitoreo. En F. Fernández (Ed.), *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical* (pp. 159–166). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. DOI:https://doi.org/zenodo.11738

Arcos, F., y Calderón, C. (2017). *Actividad minera artesanal en las regiones de Apurímac y La Libertad* (Boletín Serie E: Minería N.° 12). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET). https://hdl.handle.net/20.500.12544/1010

Arnan, X., Cerdá, X., y Retana, J. (2022). Ant communities as indicators of habitat disturbance: Responses to land-use change across Mediterranean ecosystems. *Ecological Indicators, 134*, 1-9. https://doi.org/10.3390/agronomy12112690

Avolio, M. (2022). Brief note on species abundance and diversity. *Journal of Biodiversity & Endangered Species, 10*(2), 409. https://doi.org/10.339010.37421/2332-2543.2022.10.409

Begon, M., Harper, J. y Townsed, C. (1999). *Ecología: individuos, poblaciones y comunidades.* Edición Omega. https://indaga.ual.es/permalink/34CBUA_UAL/17gcl6q/alma991000766699704991

Belskaya, E., Gilev, A., y Belskaya, E. (2019a). Response of ant communities to environmental gradients and land-use change. *Ecological Research, 34*(2), 217–226. https://doi.org/10.1111/1440-1703.1005

Belskaya, E., Gilev, A., Trubina, M., y Belskii, E. (2019b). Diversity of ants (Hymenoptera, Formicidae) along a heavy metal pollution gradient: evidence of a hump-shaped effect. *Ecological Indicators, 106*, 105447. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X19304297

Bestelmeyer, B. y Wiens, J. (1996). The effects if land use on the structure of ground-foraging ant communities in the Argentinean Chaco. *Ecological Applications, 6*, 1225-1240. https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/2269603

Bezděčková, K., Bezděčka, P. y Machar, I. (2015). A Checklist of the ants (Hymenoptera: Formicidae) of Peru. *Zootaxa 4020* (1), 101-133. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4020.1.4

Borcard, D., Gillet, F. y Legendre, P. (2011). *Numerical ecology with User! Series*. Springer, NY. http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/R/Biblio_N/R_Eng/Borcard2011.pdf

Branstetter, M., y Sáenz, L. (2012). Las hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Guatemala. En E. Cano y C, Schuster (Eds.). *Biodiversidad de Guatemala.* (pp. 221-268). Universidad del Valle de Guatemala. https://www.yumpu.com/es/document/view/51036613/las-hormigas-hymenoptera-formicidae-de-guatemala

Bravo, R., Lima, I., y Zela, K. (2020). Eficiencia de trampas pegantes de colores en la captura de insectos de hortalizas de hoja. *Scientia Agropecuaria, 11*(1), 61-66. http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.01.07

Brooks, H., Guzman-Hernandez, I., y Beasley, D. (2023). Ant biodiversity in a temperate urban environment. *BIOS, 93*(4), 117–123. https://doi.org/10.1893/BIOS-D-20-00018

Brown, G., y Matthews, I. (2016). A review of the extensive variation in the design of pitfall traps, and a proposal for a standard pitfall trap design for monitoring ground-active arthropod biodiversity. *Ecology and Evolution*, *6*, 3953–3964. https://doi.org/10.1002/ece3.2176

Bruyn, L. (1999). Ants as bioindicators of soil function in rural environments. *Agriculture. Ecosystems and Environment*, *74*, 425-441. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780444500199500248

Castro, S., Vergara, C. y Arellano, C. (2008). Distribución de la riqueza, composición taxonómica y grupos funcionales de hormigas del suelo a lo largo de un gradiente altitudinal en Laquipampa (Lambayeque, Perú). *Ecología Aplicada, 7*(1–2), 151–160. https://doi.org/10.21704/rea.v7i1-2.356

Cao, Y. (2018). Bias in estimates of the classic and incidence-based Jaccard similarity indices: insights from assemblage simulation. *Community Ecology*. *19*, 311–318. https://doi.org/10.1556/168.2018.19.3.12

Chen, Y. y Neoh, K. (2023b). Urbanization causes shifts in the functional traits and foraging activity, and alters food particle size preference and biomass removal of urban-dwelling ants. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *11*, 1044485. https://doi.org/10.3389/fevo.2023.1044485

Chen, Y. y Neoh, K. (2023a). Habitat simplification alters ant community structure by increasing dominance and reducing niche diversity. *Journal of Applied Entomology, 147*(4), 345–356. https://doi.org/10.1111/jen.13145

Collart, C. (2010). *Entomofauna del "Corredor biológico de uso múltiple Texiguat".* [Tesis de pregrado, Universidad Zamorano]. https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1040600

Costa, I., Oliveira, F., y Silva, R. (2023). Effect of habitat quality on the biodiversity of ant genera and functional groups in a riparian forest. *Revista de Ciencias del Suelo y Desarrollo Sustentable, 12*(3), 40636. http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v12i3.40636

De Alba, E. y Reyes, M. (1998). Valoración económica de los recursos biológicos del país. En CONABIO (Ed), *La diversidad biológica de México: Estudio de país* (pp. 211-234). CONABIO. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais1.pdf

Del Toro, I., Ribbons, R. y Pelini, S. (2012). *The little things that run the world revisited: A review of ant-mediated ecosystem services and disservices (Hymenoptera: Formicidae). Myrmecological News, 17,* 133–146. https://doi.org/10.25849/myrmecol.news_017:133

Dicks, L., Breeze, T., Ngo, T., Senapathi, D., An, J., Aizen, M., Basu, P., Buchori, D., Galetto, L., Garibaldi, L., Gemmill-Herren, B., Howlett, B., Imperatriz-Fonseca, V., Johnson, S., Kovács-Hostyánszki, A., Jung, Y., Lattorff, M., Lungharwo, T., Seymour, C., Vanbergen, A., y Potts, S. (2021). A global-scale expert assessment of drivers and risks associated with pollinator decline. *Nature Ecology & Evolution, 5*, 1453–1461. https://doi.org/10.1038/s41559-021-01534-9

Dueñas, M., Alarcón, G. y Iannacone, J. (2022). Diversidad y biometría de formícidos (Insecta: Hymenoptera) del Fundo San José, provincia de Chanchamayo, región Junín, Perú. *Revista Sustinere, 10*(1), 4-23. https://doi.org/10.12957/sustinere.2022.65854

Eggleton, P. (2020). The state of the world's insects. *Annual Review of Environment and Resources*, *45*, 61–82. https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012420-050035

Escalante, J. (1993). Especies de hormigas conocidas del Perú (Hymenoptera: Formicidae). *Revista Peruana de Entomología, 34*, 1-13. https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v34/pdf/a01v34.pdf

Fahrig, L. (2003). Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, *Evolution and Systematics, 34*, 487-515. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.34.011802.132419

Fernández, F. (2003). *Introducción a las hormigas de la región Neotropical.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/34432

Fernando, N., Schultz, N., Palmer, G., y Barton, P. (2025). Disturbance impacts on ant interactions in different climatic regions. *Insectes Sociaux, 72*, 423–435. https://doi.org/10.1007/s00040-025-01037-x

Fowler, H., Bernardi, V., Delabie, J., Forti, C. y Pereira, V. (1990). Major problems of South America. En: R, Vander., K, Jaffe y A, Cedeño (Eds.), *Applied Myrmecology: A world perspective.* (pp. 3-14). Westview press. En: S. González (Eds.), *Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México: hacia una síntesis de su conocimiento.* CONABIO. https://www.researchgate.net/publication/298426330_Major_ant_problems_of_South_America

Frickmann, H., Hurtig, S., Greine, A., Hering, S., Benedek, O., Warnke, P. y Podbielski, A. (2024). Risk assessment of the mechanical spread of bacterial pathogens due to *Lasius neglectus* ants infesting a tertiary hospital. *Journal of Hospital Infection, 150*, 83–90. https://doi.org/10.1016/j.jhin.2024.04.026

Fuster, A. (2006). *Hormigas (Hymenoptera: Formicidae), indicadoras de perturbación en un ecosistema forestal, en el Chaco Semiárido Argentino*. [Tesis de licenciatura,

Universidad Nacional de Santiago del Estero] https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1439-0418.1986.tb00844.x

Gómez-Lazaga, M. y Espinosa, A. (2025). The Great Wanderer: The Phylogeographic History of the Bicolor Pyramid Ant (*Dorymyrmex bicolor* Wheeler, 1906) in Central Veracruz, Mexico. *Insects*, *16*(8), 785. https://doi.org/10.3390/insects16080785

Goulson, D., Nicholls, E., Botías, C., y Rotheray, E. (2015). Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides, and lack of flowers. *Science, 347*, 6229. https://doi.org/10.1126/science.1255957

Greenslade, J. (Ed). (1978). *The physical and biological features of Kunoth paddock in Central Australia*. CSIRO. https://pascal-francis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=PASCALGEODEBRGM7920011965

Grime, J. (1977). Evidence for the Existence of Three Primary Strategies in Plants and Its Relevance to Ecological and Evolutionary Theory. *The American Naturalist*, *111*(982), 1169–1194. http://www.jstor.org/stable/2460262

Guénard, B., y Economo, E. (2015). Additions to the checklist of the ants (Hymenoptera: Formicidae) of Peru. *Zootaxa 4040,* (2), 225-235. https://doi.org/10.11646/zootaxa.4040.2.8

Hölldobler, B., y Wilson, E. (1990). The ants. *Harvard University Press,* 712. https://books.google.co.cr/books?id=R-7TaridBX0C&lpg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false

Huamán, W. (2014). *Artrópodos predadores capturados con trampas de caída en cultivo y bosquete de Tara de Ccaccañan – Tambillo – Ayacucho*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga].

https://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/2018/1/TESIS%20AG1060_Hua.pdf

Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2020). INGEMMET estudia relaves mineros La Ciénaga en La Libertad. Plataforma del Estado Peruano. https://www.gob.pe/institucion/ingemmet/noticias/300848-ingemmet-estudia-relaves-mineros-la-cienaga-en-la-libertad

Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, *113*(2), 363–375. https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x

Kempf, W. (1972). Catálogo abreviado das formigas de Regiao Neotropical (Hym: Formicidae). *Studia entomologica*, *15*(1-4), 344. http://antbase.org/ants/publications/4592/4592.pdf

King, J., Andersen, A., y Cutter, A. (1998). Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. *Biodiversity and Conservation*, *7*, 1627-1638. https://doi.org/10.13102/sociobiology.v71i1.9152

Klein, M., Vaissière, B., Cane, J., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S., Kremen, C. y Tscharntke, T. (2007). Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, *274*(1608), 303–313. https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721

Klotz, J., Hansen, L., Pospischil, R., y Rust, M. (2009). Urban ants of North America and Europe: identification, Biology, and management. *Systematic Entomology*, *34*(2), 406-407. https://doi.org/10.1111/j.1365-3113.2008.00466.x

Kuchenbecker, J., Cuevas-Reyes, P., y Fagundes, M. (2022). Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in an open habitat: The importance of environmental heterogeneity and interspecific interactions. *Revista Mexicana de Biodiversidad, 93*, e933900. https://doi.org/10.22201/ib.20078706e.2022.93.3900

Kumar, P., Dobriyal, M., Kale, A., Pandey, A. K., Tomar, R. S., y Thounaojam, E. (2022). Calculating forest species diversity with information-theory based indices using Sentinel-2A sensor's of Mahavir Swami Wildlife Sanctuary. *PLOS ONE, 17*(5), e0268018. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0268018

Kvålseth, T. (2024). Diversity analysis: Richness versus evenness. *Ecology and Evolution, 14*(9), e70275. https://doi.org/10.1002/ece3.70275

Li, X., y Wiens, J. (2023). Estimating global biodiversity: The role of cryptic insect species. *Systematic Biology*, *72*(2), 391–403. https://doi.org/10.1093/sysbio/syac069

Loa, E., Cervantes, M., Durand, L. y Peña, A. (1998). *La diversidad biológica de México: Estudio de país*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/divBiolMexEPais1.pdf

Lopez, D., Winkel, K., Wanandy, T., van Nunen, S., Perrett, K., y Lowe, A. (2024). The Human Health Impacts of the Red Imported Fire Ant in the Western Pacific Region Context. *Trop Med Infect*, 9(4), 69. https://doi.org/10.3390/tropicalmed9040069

Lozano-Zambrano, F., Ulloa-Chacón, P., y Armbrecht, I. (2009). Hormigas: Relaciones Especies-Área en Fragmentos de Bosque Seco Tropical. *Neotropical Entomology, 38*(1), 044-054. https://doi.org/10.1590/S1519-566X2009000100004

Lutinski, J., Lutinski, C., Serena, A., Busato, M., y Garcia, F. (2024). Ants as bioindicators of habitat conservation in a conservation area of the Atlantic Forest biome. *Sociobiology, 71*(1), e9152. https://doi.org/10.13102/sociobiology.v71i1.9152

Marathe, A., Priyadarsanan, DR., Krishnaswamy, J. y Shanker, K. (2020). Spatial and climatic variables independently drive elevational gradients in ant species richness in the Eastern Himalaya. PLoS One.15(1): e0227628. doi: 10.1371/journal.pone.0227628

Márquez, J. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. *Boletín Sociedad Entomológica Aragonesa 37*(1), 385−408. http://sea-entomologia.org/PDF/GeneraInsectorum/GE-0056.pdf

Marsolo, M., Thyssen, P., y Villagra, C. (2025). Composition of necrophagous insect assemblages in an altitudinal gradient of central Chile. *Insects, 16*(1), 123. https://doi.org/10.3390/insects16010123

Masiulionis, V., y Samuels, R. (2025). Investigating the biology of leaf-cutting ants to support the development of alternative methods for the control and management of these agricultural pests. *Agriculture, 15*(6), 642. https://doi.org/10.3390/agriculture15060642

Mattoni, R., Longcore, T., y Novotny, V. (2000). Arthropod monitoring for fine scale habitat analysis: a case study of the El Segundo Sand Dunes. *Environmental Management, 25*(4), 445-4521. http://dx.doi.org/10.1007/s002679910035

Montoya, J., Chacón, P., y Manzano, M. (2006). Caracterización de nidos de la hormiga arriera *Atta cephalotes* (Hymenoptera: Myrmicinae) en Cali (Colombia). *Revista Colombiana de Entomología, 32*, 151-158. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-04882006000200008&script=sci_arttext

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad*. Sociedad Entomológica Aragonesa. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442001000300090&lng=en&tlng=es.

Nascimento, L., Amaral, R., Ferreira, R., Trindade, D., Costa, T., y Souto, R. (2020). Ants (Hymenoptera: Formicidae) as potential mechanical vectors of pathogenic bacteria in a public hospital in the eastern Amazon, Brazil. *Journal of Medical Entomology, 57*(5), 1619–1626. https://doi.org/10.1093/jme/tjaa062

Noriega, J. A., Hortal, J., Azcárate, F. M., Berg, M. P., Bonada, N., Briones, M. J. I., Del Toro, I., Goulson, D., Ibáñez, S., Landis, D. A., Moretti, M., Potts, S. G., Slade, E. M., Stout,

J. C., Ulyshen, M. D., Wäckers, F. L., Woodcock, B. A., y Santos, A. M. C. (2018). Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology, 26*, 8–23. https://doi.org/10.1016/j.baae.2017.09.006

Oberski, J., Griebenow, Z., Adams, R., Andersen, A., Andrade-Silva, J., Barden, P., Borowiec, M., Brady, S., Casadei-Ferreira, A., Csősz, S., Dias, A., Dias, R., Feitosa, R., Fernandez, F., Fisher, B., General, D., Gomez, K., Hammel, J., Hawkes, P… y Boudinot, B. (2025). Ant systematics: Past, present, and future. *Insect Systematics and Diversity*, *9*(4), ixaf025. https://doi.org/10.1093/isd/ixaf025

Olaya-Másmela, L., Chacón de Ulloa, P., y Payán, A. (2005). Ants (Hymenoptera: Formicidae) in hospital centers of Valle del Cauca as vectors of nosocomial pathogens. *Revista Colombiana de Entomología, 31*(2), 183–189. https://doi.org/10.25100/socolen.v31i2.9442

Olotu, M. (2024). Ground ants as indicators of biodiversity in cashew agroecosystems in Tanzania. *Bulletin of the National Research Centre, 48*, 122. https://doi.org/10.1186/s42269-024-01276-1

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2015). *Informe de monitoreo ambiental de calidad de agua y sedimento en los distritos de Pias, Pataz y Parcoy, provincia de Pataz, departamento de La Libertad, realizado del 24 al 27 de junio de 2015*. Repositorio Institucional del OEFA. https://repositorio.oefa.gob.pe/items/c01364b7-133d-4e0b-968c-2380c59f8cfb

Ortiz, B. (1991). La fauna de los Bosques Montanos. *In*: H. Uribe (Ed.), *Bosques de Niebla de Colombia.* (pp. 120-148). Banco de Occidente. https://drive.google.com/file/d/1MZhDrCx2t62LZJMgmg_BrfFfXilY2Kq-/view?usp=drive_link

Pérez, J. (2020). Causas de la pérdida global de biodiversidad. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas, 32*, 183-198. https://www.revistaaccb.org/r/index.php/accb/article/view/219

Reyes-Morales, P., Lara, C., Castillo-Guevara, C. y Cuautle, M. (2023). Does the ant functional group classification really work? A validation in two contrasting habitats from Central Mexico. *Ekológia (Bratislava), 42*(1), 26–38. https://doi.org/10.2478/eko-2023-0004

Ribas, C., Campos, R., Schmidt, F. y Solar, R. (2011). Ants as Indicators in Brazil: A Review with Suggestions toImprove the Use of Ants in Environmental Monitoring Programs. *Psyche*, 2012, 23. https://doi.org/10.1155/2012/636749

Rilta, J., y Sharma, D. (2024). Diversidad y abundancia de hormigas de Tehsil Nerwa del distrito de Shimla, Himachal Pradesh, India. *Revista de Zoología de Uttar Pradesh*, *45*(21), 94–105. https://doi.org/10.56557/upjoz/2024/v45i214620

Rivas-Arancibia, S., Carrillo, H., Bonilla, A., Figueroa, D. y Andrés, A. (2014). Effect of disturbance on the ant community in a semiarid region of central Mexico. *Applied Ecology and Environmental Research*, *12*(3), 703-716. https://aloki.hu/pdf/1203_703716.pdf

Robinson, W. (2005). *Urban Insects and Arachnids: A Handbook of Urban Entomology*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511542718

Robinson, W. (Ed). (1996). *Urban entomology: insects and mite pest in the human environment*. *Garland Science*. https://doi.org/10.1201/9781003059936

Rodríguez, I. (2019). *Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en zonas de uso forestal y agroecosistemas del municipio de Calvillo, Aguascalientes, México: composición, grupos funcionales y tratamiento sistemático.* [Tesis de Maestría, Universidad de Guadalajara]. http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/handle/123456789/6069

Sadafale, G., Vishnupandi, M., Sami, A., Sudalaiyandi, Y., Subal, B., Kamal, P. y Shukla, A. (2025). Global decline of pollinators: Drivers, consequences and mitigation strategies. *Journal of Biology and Nature, 17*(2), 356–379. https://doi.org/10.56557/joban/2025/v17i29697

Sánchez, P., Alvariño, L. y Iannacone, J. (2019). Diversidad de Insectos Terrestres en Cuatro Comunidades Vegetales del Área de Conservación Regional (ACR) Humedales de Ventanilla, Callao, Perú. *The Biologist (Lima), 17*(1), 73-94. https://doi.org/10.24039/rtb2019171294

Schifani, E., Grasso, D., Gobbi, M., Spotti, I., Pedrotti, L., Vettorazzo, E., Mori, A. y Castracani, C. (2024). Diversidad de hormigas a lo largo de gradientes altitudinales en los Alpes europeos: perspectivas para la conservación en un clima cambiante. *Journal of Insect Conservation*. *28*, 401–413 https://doi.org/10.1007/s10841-023-00546-z

Schlick-Steiner, B., Steiner, F., y Seifert, B. (2024). Ant diversity along elevational gradients in the European Alps: Insights for conservation under a changing climate. *Journal of Insect Conservation*, *28*, 401–413. https://doi.org/10.1007/s10841-023-00546-z

Schmidt, T., Matia, J., y Mering, C. (2016). A family of interaction-adjusted indices of community similarity. *Multidisciplinary Journal of Microbial Ecology*. *11*(3), 791–807. 10.1038/ismej.2016.139

Schuller, S., y Sánchez, G. (2003). Los artrópodos del suelo depredadores en agroecosistemas de maíz en el valle de Chancay, Lima, Perú. *Revista Peruana de Entomología*, *43*, 47–57. https://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/entomologia/v43/pdf/a07v43.pdf

Silva, W., Bragaa, D., Santosa, K., Santos, A., Barbosa, J., y Zanettia, R. (2025). Assessing ant diversity with bioindicators in a deactivated iron mine: Implications for environmental monitoring and recovery efforts. *Brazilian Journal of Biology*, *85*, e288720. https://doi.org/10.1590/1519-6984.288720

Snodgrass, R. (1935). *Principles of Insect Morphology*. Cgraw-Hilii Book Company. https://core.ac.uk/download/pdf/144784808.pdf

Soto, M., Vásquez, M., García, C., Correa, M., Torres, R., Gonzales, M. y Chairez, I. (2019). Hormigas (Hymenoptera: Formicidae) de Durango, México. *Revista Colombiana de Entomología, 45*(2), 9. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-04882019000200009&script=sci_arttext

Sturm, H., y Rangel, O. (1995). Consideraciones sobre la vegetación, la productividad primaria neta y la artropofauna asociada en regiones paramunas de la Cordillera Oriental. En: L, Mora & H. Sturm. (Eds.), *Estudios ecológicos del páramo y del bosque altoandino. Cordillera Oriental de Colombia.* Colección Jorge Álvarez Lleras. https://agris.fao.org/search/en/providers/123819/records/64735c2be17b74d22251f18b

Swenson, J., Young, B., Beck, S., Comer, P., Córdova, J., Dyson, J., Embert, D., Encarnación, F., Ferreira, W., Franke, I., Grossman, D., Hernandez, P., Herzog, S., Josse, C., Navarro, G., Pacheco, V., Stein, B., Timaná, M., Tovar, A., Tovar, C. Vargas, J. y Torrelio, C. (2012). Plant and animal endemism in the eastern Andean slope: challenges to conservation. *BMC Ecology, 12*(1), 1-19. http://www.biomedcentral.com/1472-6785/12/1

Taylor, W. (1991). *The insects of Australia*. CSIRO. https://www.scribd.com/document/349003123/CSIRO-Insects-of-Australia-v-1

Tollefson, J. (2019). Humans are driving one million species to extinction. *Science*, *569*, 171. https://doi.org/10.1038/d41586-019-01448-4

Travlos, I., Cheimona, N., Roussis, I. y Bilalis, D. (2018) Weed-Species Abundance and Diversity Indices in Relation to Tillage Systems and Fertilization. *Frontiers in Environmental Science*. 6(11). Doi: 10.3389/fenvs.2018.00011

Trelles, M., y Muñoz, D. (2021). Mineros artesanales de Pataz, una experiencia de formalización. *Revista Gobierno y Gestión Pública*, *8*(1), 76-91. https://doi.org/10.24265/iggp.2021.v8n1.07

Triplehorn, C., y Johnson, N. (2005). *Borror and DeLong's introduction to the study of insects* (7th ed.). Thomson Brooks/Cole. https://www.cengage.com/c/borror-and-delong-s-introduction-to-the-study-of-insects-7e-johnson-triplehorn/9780357671276/?utm_source=chatgpt.com

Vásquez, M. (2015). Taxonomía de Formicidae (Hymenoptera) para México. *Métodos en Ecología y Sistemática*, *10*(1): 1-53. https://www.researchgate.net/publication/291447874_Taxonomia_de_Formicidae_Hymenoptera_para_Mexico

Villamarín, S. (2014). *Análisis de diversidad de la comunidad de Escarabajos Estercoleros de la zona de influencia de la vía casa de máquinas del proyecto hidroeléctrico Coca Codo Sinclair*. Reporte técnico. http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.23566.00329

Wilker, I., Queiroz, A., Ribas, C., y Morini, M. (2024). A systematic review of the land use change effects on ant diversity in the Neotropics. *Biological Conservation*, *299*, 110778. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2024.110778

Wink, C., Guedes, J., Fagundes, C. y Rovedder, A. (2005). Incestos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, *4***,** 60-72. https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/5405

World Health Organization. (2023). *Biodiversity and health*. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/biodiversity-and-health

Zina, V., Ordeix, M., Franco, J., Ferreira, M. T., y Fernandes, M. (2021). Ants as bioindicators of riparian ecological health in Catalonian rivers. *Forests*, *12*(5), 625. https://doi.org/10.3390/f12050625

IX. ANEXO

Anexo A

Universidad Nacional Federico Villarreal

"Año de la esperanza y el fortalecimiento de la democracia"

Facultad de Ciencias Naturales y Matemática
COMITÉ DE ÉTICA

ACTA N° 05-2026-CE-FCCNM-UNFV DE EVALUACIÓN

Siendo el día lunes 09 de marzo del año 2026 a las 10 horas, los miembros del Comité de Ética de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática de la Universidad Nacional Federico Villarreal, integrado por:

- Presidenta: Dra. Aracelli Mónica Aguado Lingan
- Miembro 1: Mg. Candy Ruiz
- Miembro 2: Mg. Raúl Alberto Ruíz Arias

Nos reunimos con la finalidad de llevar a cabo la evaluación el trabajo de investigación del **Srta. Bachiller** ***Olano Panchano, Paola Esthefanie***, de la Facultad de Ciencias Naturales y Matemática, y enviado al Comité de Ética por la Unidad de Investigación, Innovación de la FCCNM mediante el Oficio N°016-2026-UIIE-FCCNM-UNFV del 24 de febrero del 2026. Tras la revisión del trabajo de investigación y la participación de los miembros del Comité, acordaron los siguientes resultado:

Titulo	Resultado
"***Diversidad, abundancia y grupos funcionales de especies de hormigas epigeas (Hymenoptera: Formicidae) en la provincia de Pataz, La Libertad-Perú***".	**FAVORABLE**

Habiendo terminado la evaluación y la redacción de la presente Acta, el Presidente del Comité dio por terminada la reunión, siendo las 22 horas, dejando los presentes

sus firmas como Constancia de su participación.

Dra. Aracelli Mónica Aguado Lingan
PRESIDENTE

Mg. Candy Ruiz Martel
SECRETARIO

Mg. Raúl Alberto Ruíz Arias
MIEMBRO

Ética/AMAL

Anexo B

Permiso de colecta

https://me-l.co/pfww412s