

Entomofauna terrestre en el sector minero La Arena, Huamachuco, Perú

Terrestrial entomofauna in La Arena mining sector, Huamachuco, Perú

Caroline Pamela Avila-Bocanegra¹; Jorge Miguel Bermúdez-Armas²;
Aureliano Florencio Ramírez-Cruz³; Shirley Madeleine Valderrama-Alfaro^{3,*}

¹ Municipalidad Provincial de Trujillo, Diego de Almagro, La Libertad, Perú.

² Empresa Agrícola Sol y Pampa S.A.C, Camino Real Sector Alto Moche, La Libertad, Perú.

³ Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Trujillo. Av. Juan Pablo II s/n – Ciudad Universitaria, Trujillo, Perú.

ORCID de los autores

C. P. Ávila-Bocanegra: <https://orcid.org/0009-0003-2857-7987>

J. M. Bermúdez-Armas: <https://orcid.org/0009-0008-9839-3995>

A. F. Ramírez-Cruz: <https://orcid.org/0000-0001-7616-9580>

S. M. Valderrama-Alfaro: <https://orcid.org/0000-0003-2627-7377>

RESUMEN

Se determinó la entomofauna terrestre en el sector La Arena, Huamachuco, Perú; para ello se dividió el lugar de trabajo en 3 zonas: anterior, media y posterior. Para la colección de insectos se utilizaron trampas Pitfall, red de golpeo y red aérea en un transecto de 100 metros lineales y 5 repeticiones, las muestras colectadas se procesaron en el laboratorio de entomología de la Universidad Nacional de Trujillo, determinándose 27 familias pertenecientes a 6 órdenes de insectos. Se realizó la comparación de diversidad insectil con índice de Margalef; para la zona anterior y posterior con 1,93 y 1,94, respectivamente. Con relación al índice de Simpson los valores obtenidos fueron de 0,13, 0,19 y 0,15, para las zonas posterior, media y anterior; asimismo, los valores del índice de Shanon-Weaver para la zona posterior, media y anterior con 7,69, 5,26 y 6,67, respectivamente. Además, para medir la similitud entre las zonas muestreadas se aplicó los índices de Jaccard (47,83%), Sorensen (66,72%) y Morisita-Horn (69,71%), presentando el mayor valor entre la zona media y posterior. Se concluye existe una alta diversidad de entomofauna terrestre en los alrededores de la mina La Arena, Huamachuco, Perú, estando varias especies relacionadas entre sí.

Palabras clave: Entomofauna terrestre; Diversidad; Similitud; Huamachuco.

ABSTRACT

The terrestrial entomofauna was determined in the La Arena sector, Huamachuco, Perú; for this, the workplace was divided into 3 zones; previous, middle and rear. For the collection of insects, Pitfall traps, striking nets and aerial nets were used in a transect of 100 linear meters and 5 repetitions. The collected samples were processed in the entomology laboratory of the National University of Trujillo, determining 27 families belonging to 6 insect orders. The comparison of insect diversity with the Margalef index was made; for the previous and rear area with 1.93 and 1.94, respectively. In relation to the Simpson index, the values obtained were 0.13, 0.19 and 0.15, for the rear, middle and previous zones; likewise, the values of the Shanon-Weaver index for the rear, middle and previous zones with 7.69, 5.26 and 6.67, respectively. In addition, to measure the similarity between the sampled areas, the Jaccard (47.83%), Sorensen (66.72%) and Morisita-Horn (69.71%) indices were applied, presenting the highest value between the middle and posterior area. It is concluded that there is a high diversity of terrestrial entomofauna in the surroundings of the La Arena mine, Huamachuco, Peru, with several species related to each other.

Keywords: Earth entomofauna; Diversity; Similarity; Huamachuco.

1. Introducción

Los estudios sobre la entomofauna del suelo muestran que los grupos que la integran juegan un rol importante en diversos procesos biológicos; como, descomposición y eliminación de residuos orgánicos, mineralización del fósforo y nitrógeno (Brühl & Zaller, 2019; Solervicens et al., 2022), regulación del proceso trófico y formación de microestructura con sus cadáveres. Además, debido a su comportamiento en su hábitat natural, favorecen la aireación e infiltración del agua al construir galerías en el suelo, constituyendo factores decisivos para el mantenimiento de su alta productividad (Aponte et al., 2018).

Desde un punto de vista ecológico, los insectos tienen valor por intervenir en los procesos de traslocación de energía, son consumidores primarios y secundarios, sirven de alimento para vertebrados mayores y funcionan como indicadores del adecuado funcionamiento de los ecosistemas (Chowdhury et al., 2017; Noriega et al., 2018; Sollai & Solari, 2022). Por otro lado, muchas especies de insectos son de alto interés para el hombre, en especial en zonas andinas donde la fuente principal de ingresos es la agricultura, puesto que como plagas causan importantes pérdidas económicas en la producción agrícola (Pearsons & Tooker, 2017). Los órdenes Collembola & Thysanoptera actúan como indicadores biológicos en el diagnóstico de un ecosistema (Socarrás, 2013), su abundancia está diagnosticada como bioindicador de la estabilidad y fertilidad del suelo (Brühl & Zaller, 2019); destacando en esta función los colémbolos, por poseer mejores condiciones para el diagnóstico y la evaluación de las alteraciones producidas en los ecosistemas.

La relación existente entre la diversidad vegetal y la entomofauna constituye un elemento fundamental para el diseño de agroecosistemas sustentables (Meza et al., 2022). Sin embargo, a nivel mundial faltan datos sobre la abundancia y variedad de la población insectil, puesto que, se estima una biomasa absoluta de 1×10^{19} de artrópodos terrestres (Rosenberg et al., 2023). La fauna insectil se ve influenciada por las fluctuaciones del clima (Palmer et al., 2010) y la actividad antrópica, que representa uno de los factores de mayor influencia sobre la biodiversidad, abundancia y riqueza de las especies de entomofauna edáfica. El número, la densidad poblacional y el balance de la entomofauna permite predecir y evaluar los cambios ocasionados en los ecosistemas, con o sin intervención del hombre (Socarrás, 2013).

Los grupos que integran la entomofauna son particularmente sensible a las causas antes mencionadas, esto provoca pérdida de la diversidad biológica y por consecuencia un desequilibrio en el ecosistema (Scheu, 2002; Socarrás, 2013). Una de las principales actividades humanas con consecuencias devastadoras sobre la fauna insectil es la minería, y su efecto ha sido ampliamente estudiado (Newbold et al., 2015), todos los desechos de los procesos mineros, se acumula en el suelo, y en algunos casos, sin la menor precaución, documentando un alto impacto sobre las poblaciones naturales debido al empleo de metales pesados y el tiempo de exposición de los organismos a estas sustancias (Palmer et al., 2010; Astorga, 2022); afectando la diversidad y composición de la comunidad de insectos.

El sector La Arena en Huamachuco, posee como actividades principales para el ingreso económico la minería y la agricultura (Moreno et al., 2011), ambas acciones interactúan entre sí, pudiendo influir directamente sobre las especies habitantes de los agroecosistemas. Los estudios realizados para determinar la riqueza, diversidad y similitud en Huamachuco (Perú) han sido escasos y no existe precedente de esta evaluación para los alrededores de la mina La Arena. Buscando encontrar aportes importantes sobre la diversidad de insectos edáficos en ambientes antropizados con la actividad minera, el objetivo de esta investigación fue determinar la entomofauna terrestre a nivel de Orden y Familia, así como, la diversidad biológica y similitud en los alrededores de la mina La Arena, Huamachuco, Perú.

2. Material y métodos

El área de estudio se encuentra ubicada a 172 km de la ciudad de Trujillo, situada en Huamachuco (Perú) a 3330 msnm y cuya posición geográfica es S: $7^{\circ}53.410'$ y E: $78^{\circ}07.598'$. El área de trabajo se zonificó del siguiente modo; sector 1 (zona posterior), sector 2 (zona media) y sector 3 (zona anterior) (Tabla 1).

Puntos de muestreo y trampas de captura

En cada sector se ubicaron 10 puntos de muestreo con separación de 10 m entre ellos en un transecto de 100 m lineales, se realizaron 5 repeticiones con un intervalo de tiempo de 20 días. Se utilizaron trampas Pitfall (Marinoni & Ganho, 2003), red de golpeo (Unger, 1956) y red aérea (Steyskal et al, 1986).

Tabla 1

Georreferenciación de los puntos de muestreo, en los alrededores de la mina laarena, sector La Arena, Huamachuco, Perú

	SM	DESCRIPCION DE LAZONA DE MUESTREO	Ubicación Geográfica UTM		Altura (msnm)
			S	W	
			Sector La Arena	1	
	2	Zona media	07°53.610'	78°07.576'	3302
	3	Zona anterior	07°52.414'	78°08.239'	3320

Legenda: SM: Sector de Muestreo.

Para la instalación de las trampas Pitfall se cavó un agujero en el cuál se colocó un depósito de 500 ml; asimismo, se cubrió cada depósito con una tapa de madera separada 5 cm de la superficie, finalmente se les colocó 200 ml de agua y 20 ml de detergente líquido. Para la captura de insectos con red de golpeo y red entomológica aérea se delimitó los puntos con un cuadrado de 5 x 5 m. Además, en cada punto se realizó medida del pH del suelo.

Colecta e identificación de material biológico

Las trampas se evaluaron cada 72 horas, colectando todos los insectos en bolsas herméticas ziploc conteniendo alcohol al 70% para su conservación. Las bolsas se etiquetaron y se almacenaron en una caja de tecnopor, la cual fue llevada al laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo para su identificación. Para la determinación de los especímenes se usó claves taxonómicas, trabajos de investigación, revistas científicas e información de libros (Van Achterberg et al., 1991; Borrór, 1984), categorizándolos por orden y familia.

Análisis de datos

Con los datos obtenidos en función del número de especímenes, se calculó los índices de Margalef, Simpson, Shannon-Weaver, Sorensen, Morisita-Horn y Jaccard. Además, se realizó análisis estadístico con software PAST 3.

3. Resultados y discusión

Para el desarrollo de esta investigación se tuvieron en cuenta tres aspectos, similares a los aplicados por Camero et al. (2022); el pH y su efecto sobre las características ambientales de la zona de muestreo; el inventario de las familias que conforman la entomofauna terrestre en zonas de actividad minera, y el uso de índices de biodiversidad para estimar la condición ambiental en los alrededores de la mina La Arena. En diversos lugares del mundo, se han estudiado los

problemas de contaminación originados por las actividades mineras (Rodríguez et al., 2020; Menéndez & Muñoz, 2021; Huaranga et al., 2021). Es así como, se realizó el análisis de las características ambientales de los alrededores de la mina La Arena, donde se registró pH desde 5,0 hasta 6,0, estos datos no coinciden con lo mencionado por Castro & Munevar (2013), donde explica que los suelos con alta actividad minera presentan un pH extremadamente ácido (pH < 5,0) determinada principalmente por metales pesados proveniente de los relaves mineros.

La flora presente representada en su mayoría por especies de la familia Mirtacea, en la zona media, y la presencia de cultivos agrícolas en la zona posterior, hacen que exista una estrecha relación entre la entomofauna y la vegetación de la zona, en tal sentido, la presencia de ambientes seminaturales asociados a campos cultivados está siendo valorizado por su rol ecológico, como el de favorecer los mecanismos de regulación biótica (Nicholls, 2006; UNESCO, 2021; Arasa-Gisbert et al., 2021).

La riqueza taxonómica de la entomofauna terrestre, para las 3 zonas, fue de 6 órdenes y 26 familias, colectándose 856 individuos en la zona anterior, 1312 en la zona media y 877 en la zona posterior, haciendo un total de 3045 individuos (Tabla 2). La familia Phoridae fue la más abundante y presente en las 3 zonas de muestreo, el segundo en cantidad fue Ephydriidae, seguido de Tipulidae y Coccinellidae; en menor número estuvieron presentes las familias Labiidae, Labiduridae y Bombyliidae (Figura 1). El orden Diptera presentó mayor diversidad de familias, caso contrario fueron los órdenes Orthoptera, Dermaptera y Hemiptera (Tabla 2). Estos resultados concuerdan con lo mencionado por Ajerrar et al. (2023), cuyo estudio sobre diversidad de artrópodos terrestres realizado en un ecosistema natural, demostraron que más del 90% de las capturas de insectos fueron de los órdenes diptera, coleoptera e hymenoptera.

Tabla 2

Abundancia de especímenes en tres métodos de captura a nivel de familia en alrededores de la mina La Arena, Huamachuco, Perú

ORDEN	FAMILIA	ZONA ANTERIOR	ZONA MEDIA	ZONA POSTERIOR
Orthoptera	Acrididae	0	44	49
Orthoptera	Proscopiidae	0	0	37
Dermaptera	Labiidae	13	0	0
Dermaptera	Labiduridae	0	23	0
Hemiptera	Membracidae	41	35	0
Hemiptera	Miridae	0	73	0
Coleoptera	Carabidae	63	0	0
Coleoptera	Cleridae	0	64	79
Coleoptera	Coccinellidae	38	24	63
Coleoptera	Tenebrionidae	0	43	0
Diptera	Agromyzidae	0	0	73
Diptera	Asilidae	18	49	27
Diptera	Bombyliidae	17	21	0
Diptera	Calliphoridae	53	32	28
Diptera	Ephydriidae	0	191	42
Diptera	Muscidae	24	32	53
Diptera	Mycetophilidae	0	23	0
Diptera	Phoridae	267	334	173
Diptera	Sarcophagidae	0	83	23
Diptera	Syrphidae	0	0	58
Diptera	Tachinidae	32	23	32
Diptera	Tipulidae	83	74	94
Hymenoptera	Halictidae	64	0	0
Hymenoptera	Ichneumonidae	0	0	46
Hymenoptera	Formicidae	72	38	0
Hymenoptera	Pteromalidae	0	43	0
TOTAL DE INDIVIDUOS		856	1312	877

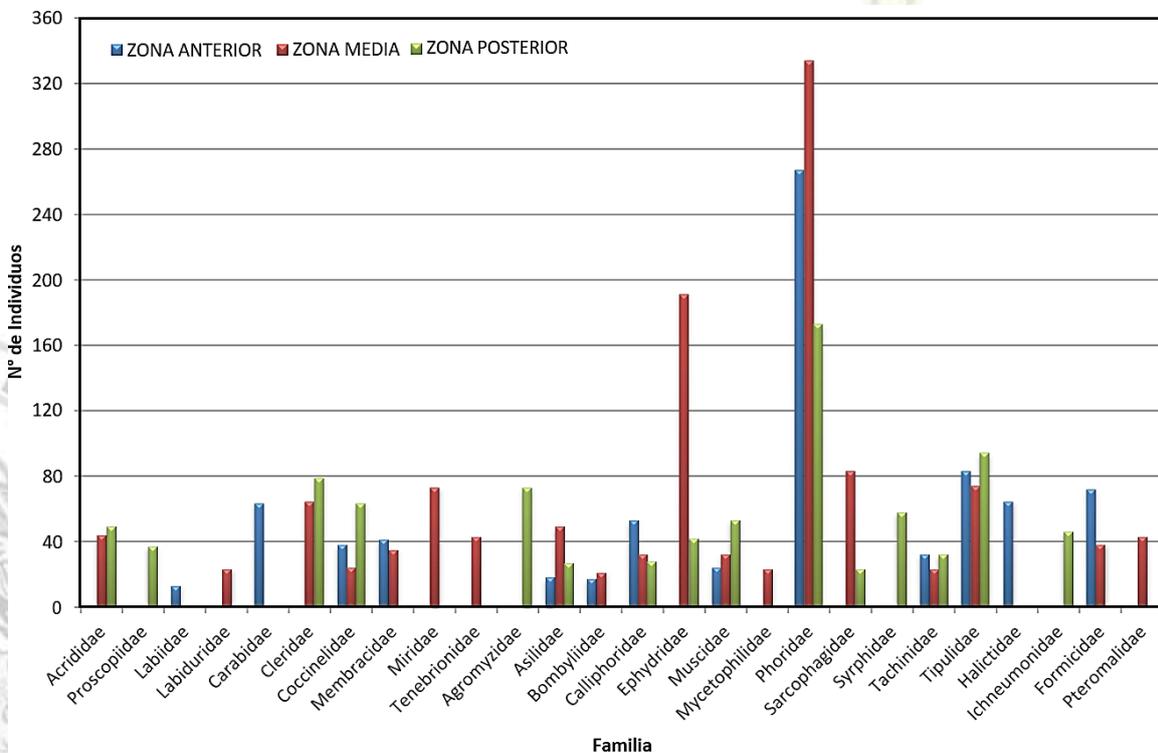


Figura 1. Número de especímenes según las familias determinadas por cada zona de muestreo en la mina La Arena, Huamachuco, Perú.

Los individuos pertenecientes al orden Díptera fueron los más abundantes (2093 individuos), los cuales, a través de su actividad, juegan un papel muy importante en la conversión de la materia orgánica muerta a sustancias mucho más simples que mejoran la calidad del suelo (Rodríguez, 2012). Iannacone et al. (2023) muestran resultados similares en un trabajo realizado en la costa central del Perú. Ellos indican que los órdenes de mayor frecuencia fueron Dermaptera, Hymenoptera, Coleoptera y Díptera, siendo la familia Muscidae la más abundante. Así mismo, debemos resaltar la importancia de las familias pertenecientes al orden Hymenoptera, los cuales intervienen en procesos tales como el flujo del agua, del aire, estabilidad estructural del suelo e intervienen en el proceso de polinización, contribuyendo de este modo con la estabilidad del sistema (Meza et al., 2022).

El mayor número de insectos se encontraron en la zona media (Tabla 2). La existencia de una densa vegetación produce un valor de humedad elevado y minimiza la temperatura, condiciones que favorecen la abundancia de la entomofauna terrestre (Rodríguez & Izquierdo, 2003). En esta zona se registra una mínima perturbación antrópica, por lo que se puede considerar en equilibrio, asimismo, se observó una importante diversidad vegetal que es directamente proporcional a la diversidad entomofaunística.

Al comparar las tres zonas de muestreo, el número más bajo de individuos muestreados se registró en la zona anterior (Tabla 2), esto probablemente se deba a la composición del suelo. Estos resultados se reafirman por Socarrás et al. (2013), quienes, en un estudio realizado en bosques remanentes, sobre suelos ferríticos, semejantes a los de la zona La Arena, detallan la baja densidad de insectos edáficos por las características en este tipo de suelos.

A nivel de individuos de insectos terrestres, el área con mayor riqueza específica e índice de Margalef fue la zona media (2,52), mientras que la zona anterior y posterior representan índices de 1,93 y 1,94, respectivamente (Tabla 3). El índice de dominancia de Simpson se mostró del siguiente modo: zona media > zona anterior > zona posterior. El valor del índice de Shannon-Weaver a nivel de especímenes fue alto para las 3 zonas de estudio, representando mayor diversidad en la zona posterior (Tabla 3).

En la Tabla 3 se aprecian los resultados para los índices de Margalef, Simpson y Shannon-Weaver para estimar la diversidad de la entomofauna terrestre de las zonas de muestreo en los

alrededores de la mina La Arena. El índice de Margalef para la zona anterior y la zona posterior fue 1,93 y 1,94, respectivamente, la entomofauna terrestre presente en estas zonas es menos diversa por la actividad antrópica, factor también mencionado por Doria-Bolaños et al. (2021) en un estudio ambientes seminaturales. En ambas zonas los individuos más abundantes son de la familia Phoridae. Estos resultados apoyan las investigaciones realizadas por Sánchez & Amat (2005), quienes clasificaron a la familia Phoridae como generalista en cuanto a la selección de hábitats antropizados. Así mismo los individuos más bajos son de la familia Labiidae, de hecho, Herrera (2015) establece que este grupo es poco abundante en el suelo porque presenta características morfológicas y bioecológicas que lo hacen muy exigentes en cuanto a la calidad del hábitat. Son humícolas y responden positivamente ante las buenas condiciones de aireación del suelo.

Tabla 3

Índices de diversidad de la zona anterior, media y posterior de muestreo en alrededores de la Mina La Arena, Huamachuco

Determinaciones	Zona Anterior	Zona Media	Zona Posterior
Índice de Margalef	1.93	2.52	1.94
Índice de Simpson	0.15	0.19	0.13
Índice de Shannon-Weaver	6.67	5.26	7.69

En el caso de a la zona media, se estimó el índice de Margalef (2,52), donde se detalla su alta diversidad en cuanto a riqueza taxonómica. Según Cuya et al. (2021), en un estudio realizado sobre percepciones socio ambientales de conservación en comunidades mineras, indican que las áreas más afectadas por la minería presentan desequilibrio, inestabilidad taxonómica y por consiguiente muestran el desbalance de los grupos de vida presentes. Este enunciado es indicador de la alteración sobre la entomofauna terrestre en las zonas de muestreo en alrededores de la mina La Arena.

El índice de Simpson; se estimó que para la zona posterior fue 0,13, la zona media 0,19 y la zona anterior 0,15; y el índice Shannon-weaver; para la zona posterior 7,69, la zona media 5,26 y la zona anterior 6,67 (Tabla 3). De esto se puede afirmar que la zona media es menos equitativa, y a su vez más dominante, respecto a la presencia del número de familias de un determinado; es decir, cómo se registra en la Tabla 2, el mayor número de familias presentes pertenecen al orden Díptera, en relación con las otras familias. De esto es importante resaltar la familia Cleridae por su

abundancia; tal y como lo menciona Magurran (2004). Esta familia es también responsable de los cambios en la diversidad, distribución de las especies o la dominancia, los cuales alertan acerca de procesos empobrecedores del medio edáfico en ambientes alterados, tal es el caso en las zonas de muestreo media y anterior, presentándose no solo factores pertenecientes a la actividad minera, como vías de relaves, sino también el de las comunidades circundantes depositando sus desechos sólidos en los alrededores de la mina La Arena.

Los valores de similitud, a nivel de familias, empleando el índice cualitativo de Jaccard y Sorensen, a nivel cuantitativo, Índice de Morisita-Horn muestran un patrón similar entre la comparación de la zona media con la zona anterior y posterior (Tabla 4); sin embargo, este valor disminuye ligeramente al comparar la zona anterior y posterior. Así mismo, el dendrograma analizado con índice de Jaccard (Figura 2) distingue dos grupos de alta similitud (zona media, zona posterior) y otro de baja similitud (zona anterior).

Tabla 4

Evaluación cualitativa (Índice de Jaccard y Sorensen) y cuantitativa (Índice de Morisita-Horn) entre la zona anterior, media y posterior de muestreo en alrededores de la Mina La Arena, Huamachuco, Perú

ZONAS	DETERMINACIONES		
	Índice de Jaccard (%)	Índice de Sorensen (%)	Índice de Morisita-Horn (%)
Zona Anterior y Zona Media	45,45	60,63	65,11
Zona Anterior y Zona Posterior	33,33	50,00	57,31
Zona Media y Zona Posterior	47,83	66,72	69,71

De acuerdo con los resultados obtenidos para la determinación del índice de Jaccard (Tabla 4), se comparó la zona anterior, media y posterior; mostrando un mayor porcentaje de similitud, la zona media y la zona posterior con 47,83%; luego la zona anterior y la zona media 45,45%; y con un menor porcentaje, la zona anterior y posterior 33,3%. Es así como los dípteros e himenópteros fueron los órdenes más diversos en todas las zonas de muestreo, las familias Phoridae, Sciaridae, Muscidae, Tachinidae, Bombillidae, Asilidae, Tipulidae y Calliphoridae (Diptera) y Formicidae (Hymenoptera) contribuyeron a la similitud entre las zonas de muestreo media y posterior. Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Bedoya & Orozco (2017),

quienes mencionan que la diversidad de familias de fauna edáfica entre sitios locales contribuye de manera significativa a la diversidad de su ambiente, por lo que constituye un factor que deber ser tomado en cuenta en planes de conservación. Y comocomplemento se determinó el índice de Sorensen el cual reafirma una mayor similitud entre la zona media y posterior con un 66,72% (Tabla 4).

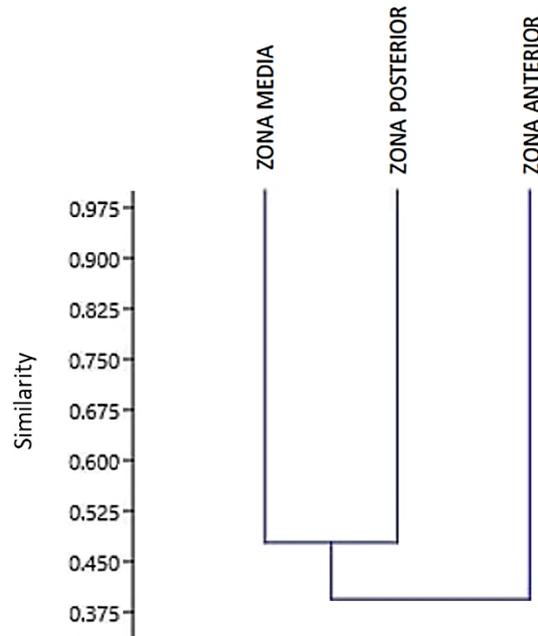


Figura 2. Análisis de similitud (Jaccard) de familias de insectos en 3 zonas de muestreo de la mina La Arena, Huamachuco, Perú.

Para el índice de Morisita-Horn se determinó que existe mayor similitud entre las zona media y posterior, 69,71% lo que indica que en estas dos zonas se comparten las familias tales como Asilidae, Calliphoridae, Ephidridae, Sarcophagidae, Tachinidae, Phoridae, Tipulidae, Bombillidae y Muscidae (Diptera), Acridadae (Orthoptera), Cleridae y Coccinelidae (Coleoptera) (Figura 2). Y en menor porcentaje de similitud, la zona anterior y posterior con 57,31% y la zona anterior y media 65,11%. Con relación al análisis de similitud realizada con los índices de Sorensen & Morisita-Horn (Tabla 4). Podemos observar que ambos índices de las zonas de muestreo (zona media y zona posterior) muestran los valores más altos. Estos valores reflejan los efectos causados por la actividad antrópica, donde se observó, desechos sólidos residuales de carácter doméstico y materia orgánica en descomposición. Observaciones que constatan la influencia de insectos de orden díptera en mayor densidad con respecto a las zonas muestreadas (zona media y zona posterior).

Finalmente, Cabrera et al. (2011), reconoce como indicador de valoración del estado del suelo al comportamiento de poblaciones de la entomofauna edáfica, a través de su riqueza y abundancia de especies. Se puede precisar de esta manera, que la entomofauna terrestre es un indicador de la calidad de los suelos y en la zona de estudio la presencia de la biota indica que los sistemas edáficos están en condiciones adaptables en las tres zonas muestreadas, favoreciendo la productividad y las relaciones simbióticas entre las familias que cuentan con la agricultura como actividad económica.

4. Conclusiones

Se determinaron 6 órdenes y 27 familias de insectos que conforman la entomofauna terrestre en los alrededores de la mina La Arena, Huamachuco, Perú.

Se determinó una mayor diversidad de especies según índices de Margalef y Simpson. La similitud de carácter cualitativo mediante el índice de Jaccard y Morisita-Horn fue mayor entre las zonas media y posterior.

Se recomienda realizar muestreos estacionales, para determinar la fluctuación poblacional de las masas insectiles en la mina La Arena, Huamachuco, Perú.

Referencias bibliográficas

- Ajerrar, A., Zaafrani, M., Qessaoui, R., Ait Aabd, N., Bahadou, H., Lahmyed, H., Furze, J. N., Chebli, B., Mayad, E.-H., & Bouharrou, R. (2023). Terrestrial arthropods diversity in the Argan Biosphere Reserve: Seasonal dynamics and ecological function roles. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 22(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2022.05.003>
- Astorga, H. (2022). Análisis ambiental del plan de cierre de una unidad minera, Arequipa. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Perú.
- Aponte, H., Ramírez, D. & Lértora, G. (2018). *Los Pantanos de Villa. Un Oasis de vida en Lima Metropolitana*. Fondo Editorial Universidad Científica del Sur. Lima.
- Arasa-Gisbert, R., Arroyo-Rodríguez, V., & Andresen, E. (2021). El debate sobre los efectos de la fragmentación del hábitat: causas y consecuencias. *Ecosistemas*, 30(3), 2156. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2156>
- Bedoya, O. A., & Orozco, J. A. (2017). Estructura y composición florística de parches de bosques asociados a ganadería, agricultura y minería en la cuenca del río Chinchiná. Tesis de Pregrado, Universidad de Caldas. Manizales, Colombia.
- Borror, D. (1984). *Introducción al estudio de los insectos*. Edit. Edgar Blucher Ltda. Universidad de Sao Paulo. San Pablo, Brasil.
- Brühl, C. A., & Zaller, J.G. (2019). Biodiversity Decline as a Consequence of an Inappropriate Environmental Risk Assessment of Pesticides. *Front. Environ. Sci.* 7, 177. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2019.00177>
- Cabrera, G., Robaina, N., & Ponce de León, D. (2011) Riqueza y abundancia de la macrofauna edáfica en cuatro usos de la tierra en las provincias de Artemisa y Mayabeque. Cuba. *Pastos y Forrajes*, 34, 313.
- Camero-R, E., Murcia-Betancourt, L. M., Zúñiga-Totena, M. A., & García-Marín, S. (2022). Entomofauna del campus de la Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá: Parámetros descriptivos de su composición y su abundancia. *Revista Colombiana de Entomología*, 48(2), e11726. <https://doi.org/10.25100/socolen.v48i2.11726>
- Castro, H., & Munevar, O. (2013). Mejoramiento químico de suelos ácidos mediante el uso combinado de materiales encalantes. *Rev. U.D.C.A. Act. & Div. Cient.* 16(2): 409-416.
- Chowdhury, G. R., Datta, U., Zaman, S., & Mitra, A. (2017). Ecosystem services of insects. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 1, 1-3.
- Cuya, A., Glikman, J. A., Groenendijk, J., Macdonald, D. W., Swaisgood, R. R., & Barocas, A. (2021). Socio-environmental perceptions and barriers to conservation engagement among artisanal small-scale gold mining communities in Southeastern Peru. *Global Ecology and Conservation*, 31, e01816. <http://doi.org/10.1016/j.gecco.2021.e01816>
- Doria-Bolaños, M. S., García-Gonzales, P., & Fachin-Ruiz, G. (2021). Estudio de diversidad de la entomofauna en el Centro de Biodiversidad de la Universidad Nacional de San Martín. *Revista Agrotecnológica Amazónica*, 1(2), 15-26. <https://doi.org/10.51252/raa.v1i2.177>
- Herrera Mesa, Luis. (2015). Orden dermáptera. *Revista IDE@SEA*, 42, 1-10.
- Huaranga Moreno, F. R., Rodríguez Rodríguez, E. F., Méndez García, E. F., & Bernuí Paredes, F. (2021). Bioindicator species of contamination by mining tailings in the Samne Sector, La Libertad-Peru, 2021. *Arnaldoa*, 28(3), 633-650. <https://dx.doi.org/10.22497/arnaldoa.283.28310>
- Iannacone, J., Alvaríño, L., Minaya, D., Alarcón, G., Rodríguez, A., & Ávila, E. (2023). Cadaveric entomofauna in stranded marine vertebrates on the Central Coast of Peru. *Graellsia*, 79(2): e195. <https://doi.org/10.3989/graelisia.2023.v79.353>
- Magurran, A. (2004). *Medición de la diversidad biológica*. Editorial Blackwell Science Ltd. <https://goo.gl/3SBycP>
- Marinoni, R. C., & Ganho, N. G. (2003). Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Paraná, Brasil. Abundância e riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de solo. *Revista Brasileira de Zoologia*, 20, 737-744.
- Menéndez, J., & Muñoz, S. (2021). Water and soil contamination from mining tailings. *PAIDEIA*, 11(1), 141-154. <https://dx.doi.org/10.31381/paideia.v11i1.3622>
- Meza, K., Chirinos, D. T., & Velásquez, J. (2022). Insectos y ácaros asociados a pimiento ¿Cuánta diversidad puede ser observada en un cultivo? *Manglar*, 19(4), 357-363. <https://dx.doi.org/10.57188/manglar.2022.045>
- Moreno, C. A., Barragán, F., Pineda, E., & Pavón, N. P. (2011). Reanálisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84, 1249-1261.
- Newbold, T., Hudson, L. N., Hill, S. L. L., Contu, S., Lysenko, ..., & Purvis, A. (2015). Global effects of land use on local terrestrial biodiversity. *Nature*, 520(7545), 45-50. <https://dx.doi.org/10.1038/nature14324>
- Nicholls, C. (2006). Bases agroecológicas para diseñar e implementar una estrategia de manejo de hábitat para control biológico de plagas. *Agroecología*, 1, 37-48.
- Noriega, J. A., Hortal, J., Azcárate, F. M., Berg, M. P., Bonada, N., Briones, M. J. I., Del Toro, I., Goulson, D., Ibanez, S., Landis, D. A., Moretti, M., Potts, S. G., Slade, E. L., Stout, J. C., Ulyshen, M. D., Wackers, F. L., Woodcock, B. A., & Santos, A. M. (2018). Research trends in ecosystem services provided by insects. *Basic and Applied Ecology*, 26, 8-23.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación. (2021). El ser humano responsable del medio ambiente. <https://es.unesco.org/courier/2021-3/ser-humano-responsable-del-medio-ambiente>

- Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Schlesinger, W. H., Eshleman, K. N., Foufoula-Georgiou, E., Hendryx, M. S., Lemly, A. D., & Wilcock, P. R. (2010). Mountaintop Mining Consequences. *Science*, 327, 148-149.
- Pearson, K. A. & Tooker, J. F. (2017). In-field habitat management to optimize pest control of novel soil communities in agroecosystems. *Environmental Entomology*, 8, 82.
- Rodríguez, A., & Izquierdo, I. (2003). Utilización de la Mesofauna Edáfica como indicador Biológico del estado de los suelos. I Suelos afectados por la minería en Moa, Cuba. *Cocuyo*, 13, 11-14.
- Rodríguez, F., Guzman, G., Marchi, B., & Escalante, D. (2020). Efecto de la minería en el desarrollo económico, social y ambiental del estado Plurinacional de Bolivia. CEPAL.
- Rodríguez, F. (2012). *Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control*. E. Continental S.A., México.
- Rosenberg, Y., Bar-On, Y. M., Fromm, A., Ostikar, M., Shoshany, A., Giz, O., & Milo, R. (2023). The global biomass and number of terrestrial arthropods. *Science advances*, 9(5), eabq4049.
- Sánchez, N., & Amat, G. (2005). Diversidad de la fauna de artrópodos terrestres en el humedal Jaboque, Bogotá - Colombia. *Caldasia*, 27(2), 311-329.
- Scheu, S. (2002). La red alimentaria del suelo: estructura y perspectivas. *Eur. J. Soil Sci.*, 38(1), 11-20.
- Socarrás, A. (2013). Mesofauna edáfica: indicador biológico de la calidad del suelo. *Pastos y Forrajes*, 36(1), 5-13.
- Solervicens, J., Estrada, P., & Márquez, M. (2022). Observaciones sobre entomofauna de suelo y follaje en la reserva nacional Rio Clarillo, Región Metropolitana, Chile. *Acta Entomológica Chilena*, 16, 161-182.
- Sollai, G., & Solari, P. (2022). An Overview of "Insect Biodiversity". *Diversity*, 14(2), 134.
- Steyskal, G. C., Murphy, W. L., & Hoover, E. M. (1986). *Insects and mites: Techniques for collection and preservation*. U.S. Dept. of Agriculture, Agricultural Research Service.
- Usinger, R.L. (1956). *Aquatic insects of California*. Berkeley, University of California Press.
- Van Achterberg, K. (1991). *The Insects of Australia*. Vol. 2. Cornell University Press.

