

Diversidad de insectos asociados a la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en un gradiente altitudinal en Chimborazo, Ecuador

*Diversity of insects associated with quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)
along an altitudinal gradient in Chimborazo, Ecuador*

- ¹ Diego Armando Muñoz Buñay  <https://orcid.org/0000-0001-5752-6239>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador
Maestría en Sanidad Vegetal
diego.munoz7009@utc.edu.ec
- ² Emerson Javier Jácome Mogro  <https://orcid.org/0000-0003-3004-9246>
Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Latacunga, Ecuador
Emerson.jacome@utc.edu.ec
- ³ Carlos Francisco Carpio Coba  <https://orcid.org/0000-0002-7361-7664>
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Riobamba, Ecuador
ccarpio@esPOCH.edu.ec
- ⁴ Alex Mauricio Leguizamo Medina  <https://orcid.org/0009-0009-1627-7788>
Comité Europeo Para la Formación y la Agricultura (CEFA), Lago Agrio, Ecuador
a.leguizamo@cefa.org

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica

Enviado:22/01/2026

Revisado:11/02/2026

Aceptado:25/03/2026

Publicado:05/05/2026

DOI: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i2.3667>

Cítese:

Muñoz Buñay, D. A., Jácome Mogro, E. J., Carpio Coba, C. F., & Leguizamo Medina, A. M. (2026). Diversidad de insectos asociados a la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en un gradiente altitudinal en Chimborazo, Ecuador. *Conciencia Digital*, 9(2), 125 - 150. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i2.3667>



Ciencia
Digital
Editorial

CONCIENCIA DIGITAL, es una revista multidisciplinar, **trimestral**, que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. <https://concienciadigital.org>
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons Attribution Non Commercial No Derivatives 4.0 International. Copia de la licencia: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

<p>Palabras claves:</p> <p>Altitud, diversidad, fenología, quinua orgánica, rol funcional.</p>	<p>Resumen</p> <p>Introducción: la quinua (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) se cultiva en amplios gradientes altitudinales andinos del Ecuador, donde las condiciones ambientales y la fenología del cultivo influyen en la dinámica de la entomofauna asociada. sin embargo, en Ecuador aún es limitada la información que analice de forma integrada el efecto conjunto de la altitud y la fenología sobre la estructura de estas comunidades en sistemas orgánicos. Objetivo: analizar cómo el gradiente altitudinal y las etapas fenológicas del cultivo afectan la abundancia, diversidad y composición funcional de los insectos asociados a la quinua en la provincia de Chimborazo. Metodología: se muestrearon 22 sitios distribuidos en tres zonas altitudinales (3156 a 3526 msnm) a lo largo de cuatro etapas fenológicas del cultivo. Se evaluaron patrones de abundancia, riqueza y roles funcionales, y se analizaron las similitudes en la composición comunitaria mediante análisis de conglomerados y la elaboración de un mapa de calor basado en las familias dominantes. Resultados: en total se colectaron 4041 individuos pertenecientes a diversos órdenes y familias, clasificados según su rol funcional. La zona intermedia concentró la mayor abundancia y presentó los valores más altos de diversidad, mientras que la zona alta registró comunidades menos diversas y con mayor dominancia relativa. A lo largo del ciclo del cultivo, la floración y la madurez fisiológica mostraron los mayores niveles de abundancia y diversidad funcional, con alta coexistencia de fitófagos y enemigos naturales, mientras que en la etapa de grano lechoso se observó una disminución temporal de la actividad entomológica. Conclusión: estos resultados demuestran que la altitud y la fenología actúan como factores estructurales de la comunidad de insectos y aportan fundamentos ecológicos para diseñar estrategias de manejo integrado adaptadas a cada zona altitudinal y etapa del cultivo. Área de estudio general: Agricultura. Área de estudio específica: Sanidad vegetal. Tipo de estudio: Artículos originales.</p>
<p>Keywords:</p> <p>Altitude, diversity, phenology,</p>	<p>Abstract</p> <p>Introduction: Quinoa (<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.) is cultivated across extensive altitudinal gradients in the Andean region of Ecuador, where environmental conditions and the crop's phenology influence the dynamics of the associated insect communities. However, in Ecuador, there is still limited research that</p>

<p>organic quinoa, functional roles.</p>	<p>comprehensively examines the combined effects of altitude and phenology on the structure of these communities within organic farming systems. Objective: to analyze how the altitudinal gradient and the phenological stages of quinoa affect the abundance, diversity, and functional composition of insects in the Chimborazo province. Methodology: twenty-two sites were sampled, distributed across three altitudinal zones (3156 to 3526 meters above sea level) over four phenological stages of the crop. Patterns of abundance, species richness, and functional roles were assessed, and community composition similarities were analyzed using cluster analysis and a heatmap based on the dominant insect families. Results: a total of 4041 individuals from various orders and families were collected, categorized according to their functional roles. The intermediate zone concentrated on the highest abundance and exhibited the greatest diversity values, while the high-altitude zone had less diverse communities with greater relative dominance. Throughout the crop cycle, the flowering and physiological maturity stages showed the highest levels of abundance and functional diversity, with notable coexistence of phytophagous insects and natural enemies. In contrast, the milky grain stage displayed a temporary decline in entomological activity. Conclusion: these results demonstrate that altitude and phenology serve as key structural factors in the insect community and provide ecological insights for designing integrated pest management strategies tailored to each altitudinal zone and crop stage. General Area of Study: Agriculture. Specific area of study: Plant Health. Type of study: Original articles.</p>
--	--

1. Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo ancestral de los Andes ampliamente reconocido por su alta valor nutricional y su contribución a la seguridad y soberanía alimentaria, tanto a nivel local como global (Castro-Albán et al., 2023). Su amplia adaptación ecológica, que abarca desde las zonas costeras hasta el altiplano andino (0–4000 m.s.n.m.), que ha favorecido la diversificación de numerosos eco tipos adaptados a distintos gradientes ambientales (Gómez & Aguilar, 2016).

El agroecosistema de la quinua alberga una entomofauna diversa, integrada por insectos fitófagos, enemigos naturales y otros grupos funcionales que desempeñan un papel clave en el equilibrio ecológico del sistema productivo (Kondo et al., 2024). Entre los principales insectos fitófagos se han reportan a *Liriomyza huidobrensis*, *Prodiplosis*

longifila, *Eurysacca quinoae*, *E. media* *E. melanocampta*, *Copitarsia incommoda* y *C. corruda*; mientras que entre los enemigos naturales destacan parasitoides como *Halticoptera arduine*, *Aphidius colemani* y *Chrysotus spp.* (Barrionuevo et al., 2019; Chorbadian et al., 2021; Soca-Flores et al., 2022). Esta diversidad de artrópodos constituye un componente fundamental para el diseño de estrategias de manejo integrado y control biológico, especialmente en sistemas de producción orgánica (Cruces et al., 2024; Carrillo et al., 2021; Constante et al., 2025).

En la provincia de Chimborazo, la quinua orgánica ha demostrado entre 2020 y 2022 una entomofauna diversa, integrada por fitófagos como *Hayhurstia atriplicis*, *Myzus persicae*, *Macrosiphum euphorbiae*, además de representantes de las familias Curculionidae (Coleoptera) y Gelechiidae (Lepidóptera). Asimismo, se ha registrado la presencia de parasitoides de la familia Braconidae y depredadores del orden Neuroptera, cuya abundancia varía en función de las condiciones ambientales y del gradiente altitudinal (Hinojosa et al., 2021; Pruna et al., 2023; Valle et al., 2024).

La diversidad y estructura de las comunidades de insectos asociadas al cultivo quinua puede variar según el gradiente altitudinal en el cual se encuentran. En estudios previos se ha observado una diferencias en la abundancia de insectos entre zonas altoandinas y aquellas ubicadas a menor altitud (Cruces et al., 2020a). La misma puede generar patrones que afecten tanto la distribución geográfica como la abundancia de ciertos grupos de insectos fitófagos y sus controladores naturales (Ramos et al., 2024).

La altitud y factores ambientales como: la temperatura y la estacionalidad de la temperatura, tiene un impacto significativo en la diversidad, densidad y abundancia de diversas especies de insectos. Estos factores afectan las interacciones ecológicas y la distribución de la entomofauna a lo largo del gradiente altitudinal (Dolson & Kharouba, 2024; Hodkinson, 2005).

En sistemas de producción de quinua orgánica se ha reportado una mayor presencia de insectos benéficos en comparación con sistemas convencionales, esto se puede atribuye a la ausencia de agroquímicos y a una mayor heterogeneidad del hábitad, condiciones que favorecen la persistencia de enemigos naturales (Habel et al., 2025). Asimismo, la dinámica de las poblaciones de insectos varía a lo largo del ciclo fenológico del cultivo, con incrementos de fitófagos durante las etapas de mayor desarrollo vegetativo y aumentos de parasitoidismo conforme se incrementa la disponibilidad de hospederos (Soca-Flores et al., 2022).

La altitud influye de manera significativa en la abundancia, composición y diversidad de comunidades de insectos, ya que variables ambientales como la temperatura, humedad y disponibilidad de recursos cambian a lo largo del gradiente, afectando los patrones de distribución y estructura comunitaria (Villaseñor-Amador et al., 2025). En algunos

sistemas montañosos se ha observado que la diversidad total de insectos tiende a disminuir con la elevación, aunque la respuesta puede variar según las condiciones ambientales específicas y la perturbación del hombre (Liao et al., 2024). Además, estudios en diferentes gradientes de montaña han encontrado que la altitud está estrechamente relacionada con la diferenciación de la composición de la comunidad de insectos, subrayando la importancia de factores abióticos ligados a la elevación en la estructuración de estas comunidades (Zhao et al., 2023).

A pesar de los avances de la investigación, todavía hay poca información que combine el impacto del gradiente altitudinal y las etapas fenológicas en la diversidad, abundancia y roles funcionales asociadas al cultivo de quinua en la zona andina del Ecuador. Por esta razón, el objetivo de estudio fue evaluar la abundancia y riqueza de los insectos asociados a la quinua a lo largo con el gradiente altitudinal en la provincia de Chimborazo, además de conocer la diversidad de insectos asociados a las diferentes fases fenológicas del cultivo.

2. Metodología

El estudio se realizó en 12 comunidades productoras de quinua orgánica localizadas en la provincia de Chimborazo, Ecuador. Los 22 sitios de muestreo se establecieron de manera no uniforme en un gradiente altitudinal (3156 a 3526 msnm) como se observa en la **Tabla 1**. con mayor representación en la zona intermedia, lo cual refleja la mayor superficie cultivada con quinua en este rango altitudinal en la provincia de Chimborazo. En algunas comunidades se estableció más de un sitio de muestreo, correspondiente a parcelas independientes con diferencias espaciales y altitudinales, consideradas como unidades experimentales independientes.

Todos los sitios de estudio fueron manejados bajo la normativa de producción orgánica ecuatoriana (Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP], 2013). Estos sitios se distribuyeron en tres zonas altitudinales clasificadas según Pruna et al. (2023) como zona baja, zona intermedia y zona alta. Estas zonas presentan condiciones agroecológicas contrastantes, lo cual permitió analizar la relación que existe entre la diversidad de insectos, la altitud y el desarrollo del cultivo de quinua.

Tabla 1

Localidades geográficas y altitudinal de los sitios de muestreo del cultivo de quinua en la provincia de Chimborazo, Ecuador

Comunidad	Parroquia	Cantón	Zona altitudinal	Altitud (msnm)	Coordenadas UTM	
					Latitud	Longitud
Nitiluisa	Calpi	Riobamba	Baja	3190	749656,7	9823568,5
San Vicente de Luisa	Calpi	Riobamba	Baja	3172	750861,8	9822798,5
San Francisco de Cunuguachay	Calpi	Riobamba	Intermedia	3239	749128,1	9820833,9
Pardo Troje	Villa la Unión	Colta	Intermedia	3316	749177,0	9809587,9
Lupaxi Central	Santiago de Quito	Colta	Alta	3413	753059,5	9798582,9
Ocpote	Santiago de Quito	Colta	Intermedia	3268	751580,1	9802394,9
Achullay	Guamote	Guamote	Alta	3520	757353,0	9795350,9
Achullay	Guamote	Guamote	Alta	3526	757120,64	9794942,53
Lupaxi Central	Santiago de Quito	Colta	Alta	3416	752533,9	9798583,5
Nitiluisa	Calpi	Riobamba	Intermedia	3231	749224,1	9823805,1
Ocpote	Santiago de Quito	Colta	Intermedia	3270	751580,3	9802487,0
Pardo Troje	Villa la Unión	Colta	Intermedia	3316	749177,05	9809569,44
San Francisco de Cunuguachay	Calpi	Riobamba	Intermedia	3228	749116,4	9821485,4
San Francisco de Cunuguachay	Calpi	Riobamba	Intermedia	3285	748617,9	9820951,2
Achullay	Guamote	Guamote	Alta	3526	757711,4	9795104,62
Lupaxi Grande	Santiago de Quito	Colta	Alta	3446	752856,43	9798898,98
Nitiluisa	Calpi	Riobamba	Intermedia	3231	749224,1	9823805,1
Pardo Troje	Villa la Unión	Colta	Intermedia	3315	749763,22	9809249,81
Balda Lupaxi alto	Columbe	Colta	Alta	3433	754856,26	9794073,72
San Virgilio Mancheno	Columbe	Colta	Intermedia	3369	751226,9	9796589,43
Quishuar María Elena	Villa la Unión	Colta	Intermedia	3319	751141,15	9798224,52
San Martin Bajo	Columbe	Colta	Baja	3156	753058,04	9792867,85

La clasificación de las zonas altitudinales se estableció en: zona baja (2800–3200 msnm), zona intermedia (3200–3400 msnm) y zona alta (3400–3800 msnm). La asignación de cada sitio a una zona altitudinal se realizó con base en la altitud registrada en campo para cada parcela de muestreo. Se efectuaron cuatro muestreos en diferentes temporadas: la primera en julio de 2021, correspondiente a la temporada 2020-2021; el segundo en marzo de 2022, dentro de la temporada 2021-2022; el tercero en diciembre de 2022 y cuarto en mayo de 2023, ambas correspondientes a la temporada 2022-2023.

Cada fecha de muestreo correspondió a una etapa fenológica específica del cultivo, la cual fue determinada directamente en campo en función del estado de desarrollo predominante en cada zona altitudinal durante cada temporada agrícola. En Chimborazo, la época de siembra de la Quinoa se concentra en los meses de octubre y noviembre, mientras que los de cosecha en agosto, para un periodo fenológico de 9 a 10 meses.

2.1. Muestreo de insectos

Se realizaron muestreos en cuatro etapas fenológicas del cultivo de quinua: seis hojas verdaderas, correspondientes al desarrollo vegetativo; floración que marca el inicio de la fase reproductiva; grano lechoso momento en el que los granos inician el proceso de llenado y madurez fisiológica; etapa final en el que el grano alcanza su máximo potencial de calidad y viabilidad (Montes et al., 2018; Murillo et al., 2023).

Para la captura de insectos, se utilizaron tres métodos de muestreo:

- a) Trampas con platos amarillos.
- b) Trampas de caída con solución de melaza (Pitfall).
- c) Red entomológica.

En cada sitio, se estandarizó el proceso de muestreo, asegurando el mismo número de trampas, el tiempo de exposición y la duración del muestreo activo.

Para la captura pasiva, en cada uno de los sitios experimentales se colocaron trampas de caídas, entre las plantas evitando el efecto borde.

a) Captura con platos amarillos

Se utilizaron dos platos de espuma Flex amarillo (12 cm de diámetro y 500 ml de capacidad), uno servía de soporte para el otro, al interior se colocó una solución de agua con jabón, hasta la mitad del plato superior. Las trampas fueron instaladas sobre estacas de madera a 40 cm del suelo para capturar insectos voladores. En cada sitio muestreado se colocaron dos trampas durante un periodo de tres días

b) Trampas de caída (Pitfall)

nivel de suelo, llenadas hasta la mitad con una solución de agua y melaza (3:1), para capturar insectos de actividad superficial. En cada sitio se colocaron dos trampas durante un periodo de tres días. El uso de la melaza permitió incrementar la eficiencia de captura, especialmente en ambientes agrícolas de alta altitud, como ha sido reportado en estudios previos (Dhobi & Bharpoda, 2018).

En cuanto a la captura activa, se emplearon métodos directos como:

c) Captura con red entomológica

La red que se utilizó tuvo un diámetro de 38 cm con malla nylon. En cada sitio experimental se realizó un recorrido en zigzag, barriendo el follaje de las plantas a la altura media durante un lapso de 10 minutos por parcela. Los insectos capturados fueron depositados inmediatamente en frascos herméticos con alcohol al 70% para su conservación. En todas las localidades muestreadas se registraron los datos necesarios

para la elaboración de etiquetas entomológicas, que acompañaron a cada ejemplar durante su conservación y posterior análisis taxonómico.

2.3. *Procesamiento de muestras e identificación taxonómica*

Los insectos fueron procesados e identificados en el laboratorio del GDETERRA-ESPOCH, en Riobamba, Ecuador. En este mismo laboratorio se encuentran los ejemplares recolectados.

Cada muestra fue cuidadosamente escogida para eliminar impurezas y restos vegetales, lavada con agua y posteriormente transferidos a frascos herméticos de 100 ml, con alcohol al 70% para su conservación e identificación posterior.

La observación e identificación preliminar se llevó a cabo utilizando un estereoscopio trinocular (Micros MZ1240). Los especímenes se clasificaron a nivel de familia, en el caso de insectos paurometábolos se incluyeron tanto adultos como ninfas, mientras que para insectos Holometábolos únicamente se consideraron adultos.

Cada individuo identificado fue cuantificado y registrado según su grupo taxonómico, posteriormente los especímenes fueron colocados en tubos Eppendorf de 1,5 ml que fueron llenados con etanol al 70%, debidamente etiquetados (fecha, localidad, código, método de captura y observaciones relevantes). La abundancia se registró como número de individuos por sitio, método de captura y etapa fenológica.

Los especímenes fueron identificados hasta nivel de familia mediante claves taxonómicas especializadas y literatura entomológica de referencia (Triplehorn et al., 2005; Boucek & Rasplus, 1991; Brown et al., 2009, 2010; Fernández & Sharkey, 2006; Wharton et al., 1997).

Los roles funcionales de cada familia de insectos se asignaron según la literatura antes mencionada, y se clasificaron como fitófagos, depredadores, saprófagos, detritívoros, parasitoides, endoparásitas, polinizadores, micófagas o con rol combinado (polinizador-depredador).

Se considerando el comportamiento alimenticio más documentado en algunas familias, especialmente en agroecosistemas, mientras que en otras se pudo observar directamente en el campo. En las familias con diversidad de hábitos, se tuvo en cuenta el rol predominante descrito en la literatura.

2.4. *Análisis estadístico*

La información obtenida sobre la abundancia de insectos por familia y su rol funcional, así como su distribución según zonas altitudinales y etapas fenológicas, se organizó y resumió mediante estadística descriptiva. Para la categorización de la diversidad de la

comunidad se calcularon los índices de Simpson, Shannon y Margalef, empleados para evaluar la dominancia, equitatividad y la riqueza de especies.

Para obtener los índices de diversidad se utilizó el programa PAST, que permitió describir las variaciones entre zonas y etapas fenológicas e identificar patrones relevantes para la interpretación ecológica del agroecosistema.

Para analizar y comparar las comunidades de insectos en varias localidades, se utilizaron métodos estadísticos y de agrupamiento en Python. Para esto se importa los datos desde un archivo de Excel y se procesaron en Python 3 utilizando las bibliotecas Pandas y Numpy para limpiarlos y organizarlos. Se remplazaron los valores faltantes por cero y se eliminaron las variables sin variación o cuya suma era cero. Para hacer las comunidades comparables entre muestras, se calcularon abundancias relativas y se aplicó la transformación Hellinger $\sqrt{(p_{ij})}$ (raíz cuadrada de la proporción), lo que ayudó a mejorar la precisión en las distancias entre las muestras.

El análisis de conglomerados se realizó mediante agrupamiento jerárquico usando distancia euclídea y el método de enlace de Ward, utilizando SciPy y Scikit-learn para implementar el algoritmo Agglomerative Clustering y para evaluar los resultados con el coeficiente Silhouette, para determinar el número óptimo de grupos (k entre 2–6). Para generar el mapa de calor se utilizó Matplotlib con las 20 principales familias tomando en cuenta su abundancia relativa promedio. Las muestras se organizaron según los clústeres y el orden del dendrograma, lo que facilitó su interpretación biológica.

3. Resultados

La quinua constituye un cultivo estratégico en la provincia de Chimborazo, Ecuador, debido a su importancia alimentaria, agronómica y socioeconómica, ya que es producida de manera orgánica por más de 1200 agricultores y representa el sustento de numerosas familias rurales. La entomofauna asociada al cultivo desempeña un papel determinante en la dinámica del agroecosistema, ya que incluye grupos funcionales que pueden actuar como fitófagos, enemigos naturales o indicadores del equilibrio ecológico. Sin embargo, aún es limitada la información sobre cómo la altitud y las etapas fenológicas del cultivo influyen en la abundancia, diversidad y composición funcional de estas comunidades de insectos en sistemas orgánicos andinos. En este contexto, el presente estudio analizó la comunidad de insectos asociada a la quinua en diferentes zonas altitudinales y etapas fenológicas, con el fin de aportar bases ecológicas para el diseño de estrategias de manejo integrado adaptadas a las condiciones locales del cultivo.

3.1. Abundancia de insectos asociados a *Chenopodium quinoa* en tres zonas altitudinales en la provincia de Chimborazo

Durante el estudio en total se colectaron 4041 individuos de insectos asociados al cultivo de *Chenopodium quinoa* en Chimborazo, en las tres zonas altitudinales evaluadas, de los cuales 449 individuos correspondieron a la zona baja, 2495 individuos a la zona intermedia y 1079 individuos a la zona alta.

Tabla 2

*Composición taxonómica y abundancia de insectos asociados al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) a lo largo de un gradiente altitudinal en la provincia de Chimborazo*

Orden	Familia	Rol funcional	N° de individuos		
			Baja	Intermedia	Alta
Coleoptera	Carabidae	Depredador	14	268	90
	Chrysomelidae	Fitófago	2	5	9
	Coccinellidae	Depredador	2	0	1
	Curculionidae	Fitófago	30	186	22
	Elateridae	Fitófago	0	13	0
	Histeridae	Depredador	1	2	1
	Lagriidae	Fitófago	0	0	1
	Latridiidae	Micófago	0	6	11
	Nitidulidae	Micófago	1	3	9
	Ptiliidae	Micófago	0	23	8
	Scarabaeidae	Fitófago	0	3	8
	Staphylinidae	Depredador	5	84	65
	Dermaptera	Anisolabididae	Depredador	3	1
Forficulidae		Depredador	2	22	7
Labiidae		Depredador	0	2	0
Diptera	Agromyzidae	Fitófago	42	55	31
	Anthomyiidae	Fitófago	12	150	111
	Anthomyzidae	Fitófago	0	5	0
	Asilidae	Depredador	1	0	0
	Bibionidae	Detritívoro	2	5	1
	Calliphoridae	Saprófago	4	40	8
	Cecidomyiidae	Fitófago		10	13
	Chironomidae	Detritívoro	19	79	294
	Chloropidae	Fitófago	14	39	7
	Dolichopodidae	Depredador	15	62	22
	Drosophilidae	Fitófago	3	188	39
	Empididae	Depredador	0	2	1
	Ephydriidae	Detritívoro	0	0	9
	Fanniidae	Fitófago	2	40	15
	Lauxaniidae	Detritívoro	5	8	0
Lonchaeidae	Fitófago	0	10	0	

Tabla 2

Composición taxonómica y abundancia de insectos asociados al cultivo de quinua (Chenopodium quinoa) a lo largo de un gradiente altitudinal en la provincia de Chimborazo

	Lonchopteridae	Detritívoro	1	6	1
	Micropezidae	Detritívoro	6	1	0
	Milichiidae	Saprófago	0	7	0
	Muscidae	Saprófago	0	14	3
	Mycetophilidae	Micófago	1	2	5
	Oestridae	Endoparásito	0	1	0
	Phoridae	Saprófago	5	33	1
	Pipunculidae	Parasitoide	1	0	0
	Psilidae	Fitófago	0	0	1
	Sarcophagidae	Saprófago	31	114	62
	Scatopsidae	Saprófago	3	80	0
	Sciaridae	Fitófago	4	56	24
	Sciomyzidae	Depredador		3	6
	Sphaeroceridae	Saprófago	3	37	51
		Polinizador,			
	Syrphidae	Depredador	2	18	3
	Tachinidae	Parasitoide	12	85	12
	Tephritidae	Fitófago	8	21	7
	Tipulidae	Saprófago	4	24	2
Hemiptera	Anthocoridae	Depredador	0	2	0
	Aphididae	Fitófago	84	296	49
	Cicadellidae	Fitófago	25	60	16
	Membracidae	Fitófago	0	1	0
	Miridae	Fitófago	2	5	3
	Nabidae	Depredador	1	2	0
Hymenoptera	Apidae	Polinizador	1	6	2
	Bethylidae	Parasitoide	2	7	1
	Braconidae	Parasitoide	16	38	10
	Chalcidoidea	Parasitoide	15	42	4
	Colletidae	Polinizador	0	1	0
	Crabronidae	Depredador	0	3	0
	Cynipidae	Fitófago	0	3	1
	Diapriidae	Parasitoide	0	6	1
	Eulophidae	Parasitoide	0	7	2
	Figitidae	Parasitoide	0	3	0
	Halictidae	Polinizador	12	69	14

Tabla 2

Composición taxonómica y abundancia de insectos asociados al cultivo de quinua (Chenopodium quinoa) a lo largo de un gradiente altitudinal en la provincia de Chimborazo

	Ichneumonidae	Parasitoide	10	55	23
	Megachilidae	Polinizador	0	1	0
	Megaspilidae	Parasitoide	2	6	2
	Mymaridae	Parasitoide	1	4	0
	Pompilidae	Depredador	0	1	0
	Proctotrupidae	Parasitoide	0	2	0
	Pteromalidae	Parasitoide	10	4	1
Lepidoptera	Gelechiidae	Fitófago	0	1	1
	Noctuidae	Fitófago	3	3	0
Neuroptera	Chrysopidae	Depredador	0	1	1
	Hemeroptera	Depredador	0	3	0
Odonata	Coenagrionidae	Depredador	0	4	0
Psocoptera	Ectopsocidae	Detritívoro	3	0	1
Thysanoptera	Thripidae	Fitófago	2	46	4
Total general			449	2495	1097

En la abundancia y composición de los insectos asociados al cultivo de quinua, como se observa en la **Tabla 2**, hay variaciones claras entre las diferentes zonas altitudinales.

La zona intermedia presentó la mayor abundancia, con un total 2,495 individuos y se caracterizó por tener una mayor presencia de fitófagos como Aphididae, Drosophilidae y Curculionidae. Además, hubo una notable cantidad de depredadores y parasitoides. La zona alta donde se registraron 1097 individuos, con predominio de fitófagos y una presencia importante de depredadores. Finalmente, la zona baja mostró la menor abundancia con solo 449 individuos y una menor densidad de insectos. En resumen, estos resultados indican que la zona intermedia concentra la mayor actividad entomológica, seguidas por la zonas alta y baja presentan comunidades menos abundantes.

Tabla 3

Resumen de abundancia de insectos según su rol funcional en diferentes zonas productoras del cultivo de quinua (Chenopodium quinoa) en Chimborazo, Ecuador

Rol funcional	Zonas productoras		
	Baja	Intermedia	Alta
Fitófago	233	1202	363
Depredador	44	462	194

Tabla 3

*Resumen de abundancia de insectos según su rol funcional en diferentes zonas productoras del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en Chimborazo, Ecuador*

Saprófago	50	349	127
Detritívoro	36	93	306
Parasitoide	69	259	56
Polinizador	13	77	16
Micófago	2	34	32
Polinizador, Depredador	2	18	3
Endoparásito	0	1	0
Total general	449	2495	1097

La abundancia y estructura funcional de los insectos asociados al cultivo de quinua que se muestra en la **Tabla 3** mostraron patrones claros según las zonas altitudinales en la provincia de Chimborazo.

La zona intermedia presentó la mayor abundancia total con 2,495 individuos, dominada por fitófagos, seguidos de depredadores, saprófagos y parasitoides. En la zona alta con 1097 individuos, los fitófagos y detritívoros fueron los grupos predominantes, seguidos por depredadores. Por último, la zona baja registró la menor abundancia, con 449 individuos, donde los fitófagos y parasitoides fueron los grupos más representativos. Estos patrones son consistentes con estudios previos que muestran cómo la biodiversidad de insectos puede variar significativamente con la altitud, afectando la interacción entre los insectos y los ecosistemas agrícolas, el control biológico y la descomposición de materia orgánica (Villaseñor-Amador et al., 2025).

La mayor abundancia registrada en la zona intermedia coincide con reportes que señalan que rangos altitudinales intermedios ofrecen condiciones microclimáticas favorables para la proliferación de fitófagos, pero también para el establecimiento de depredadores y parasitoides, incrementando la complejidad funcional del sistema (Cruces et al., 2020; Cruces et al., 2020b), en contraste, la menor cantidad observada en las zonas alta y baja sugieren comunidades menos dinámicas, posiblemente influenciados por condiciones micro climáticas menos favorables, una menor heterogeneidad del hábitad o prácticas de manejo que pueden limitar la disponibilidad de refugios y recursos para los insectos, tal como se ha documentado en estudios recientes de gradientes elevacionales de insectos (Liao et al., 2024), en este contexto la coexistencia de altas densidades de fitófagos y enemigos naturales en la zona intermedia no implica necesariamente mayor riesgo fitosanitario, sino un sistema biológicamente activo con potencial de regulación natural,

que resalta la importancia de estrategias de manejo integrado de plagas diferenciado por altitud y orientadas a la conservación de la diversidad funcional.

Tabla 4

Índices de diversidad de insectos asociados al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*) en diferentes zonas altitudinales de Chimborazo, Ecuador

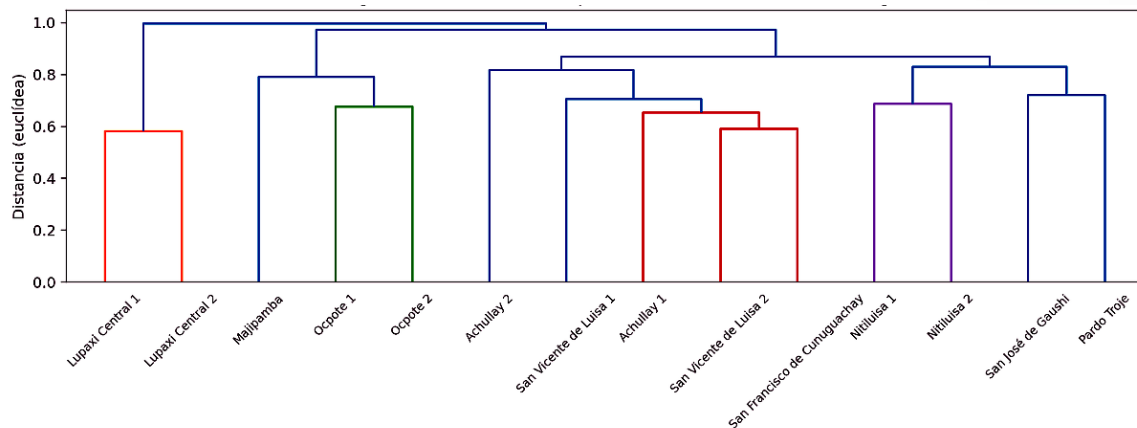
Índice diversidad	Zonas		
	Baja	Intermedia	Alta
Simpson_1-D	0,934	0,9475	0,8958
Shannon_H	3,241	3,372	2,94
Margalef	7,86	9,205	7,714

Los índices de diversidad de insectos asociados a la quinua muestran variaciones claras según la zona altitudinal, como se muestran en la **Tabla 4**. La zona intermedia presentó los valores más altos de diversidad (Simpson = 0,9475; Shannon = 3,372; Margalef = 9,205), que, indicando una comunidad más diversa, con mayor riqueza de especies una distribución más equilibrada de las abundancias. La zona baja también mostró niveles elevados de diversidad, aunque ligeramente inferiores a los registros en la zona intermedia. En contraste, la zona alta presentó los valores más bajos (Simpson = 0,8958; Shannon = 2,94; Margalef = 7,714), que sugiere una comunidad menos diversa y con mayor dominancia de ciertos grupos, probablemente influenciada por condiciones ambientales más restrictivas.

Los índices de diversidad confirman y complementan los patrones observados en la abundancia de insectos asociados al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa*). La zona intermedia no solo presentó un mayor número de individuos, sino también una comunidad más diversa y mejor equilibrada, refleja en los valores más altos de Shannon, Simpson y Margalef. Esto indica que la elevada actividad biológica registrada en esta zona no estuvo dominada por pocos taxones, si no que respondió a la coexistencia de múltiples grupos con abundancia relativamente similares, como ya se ha reportado en estudios de quinua en distintos rangos altitudinales (Cruces et al., 2020a). En contraste, la menor diversidad observada en la zona sugiere comunidades más simplificadas, probablemente condiciones por las restricciones ambientales propias de mayores altitudes, mientras que la zona baja mostró valores intermedios de diversidad. En conjunto, estos resultados refuerzan que la altitud influye no solo en la cantidad de insectos asociados a la quinua, sino también en la forma en que se estructura su diversidad (Liao et al., 2024).

Figura 1

Dendrograma de agrupamiento jerárquico



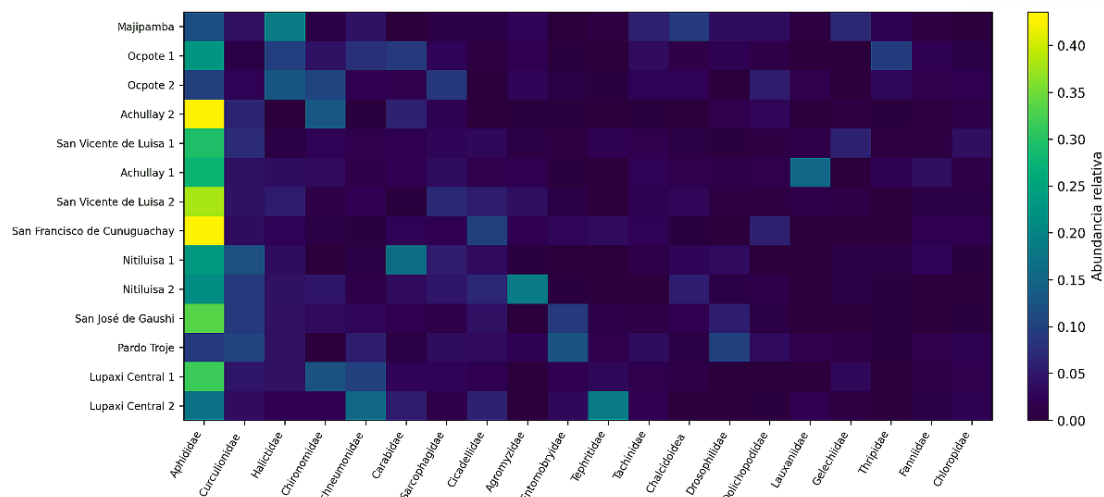
Nota. Dendrograma de agrupamiento jerárquico (método de Ward) de las comunidades de insectos (familias) asociadas a la quinua (*Chenopodium quinoa*) a lo largo de un gradiente altitudinal en Chimborazo, Ecuador (distancia euclídea sobre datos transformados con Hellinger).

En la **Figura 1** se puede observar que el patrón más consistente separa 2 grupos ($k=2$): Cluster 2: Lupaxi Central 1 y Lupaxi Central 2, las localidades de la zona alta, se agrupan claramente entre sí y se separan del resto. Cluster 1: todas las demás muestras (Achullay, Nitiluisa, Majipamba, Ocpote, Pardo Troje, San Francisco de Cunuguachay, San José de Gaushi, San Vicente de Luisa, localidades de la zona intermedia y zona baja. El Cluster 1 tiende a tener mayor riqueza de familias y ligeramente mayor diversidad (Shannon H) que el Cluster 2. Al comparar promedios de abundancia relativa entre clusters (Cluster 2 – Cluster 1).

En Lupaxi Central (Cluster 2), las familias Ichneumonidae y Tephritidae presentan el mayor peso relativo, siendo las más diferenciadas, seguidas por Chironomidae, Latridiidae, Hemerobiidae, Nabidae, Anisolabididae, Elateridae, Megaspilidae, Mycetophilidae entre otras. Por otro lado, en el Cluster 1 (resto de localidades), las familias Agromyzidae, Halictidae, Drosophilidae, Dolichopodidae, Curculionidae, Chalcidoidea, Sarcophagidae, Aphididae, Thripidae son relativamente más abundantes y se destacan como las más diferenciadas. Esto no implica un mayor número de individuos sino una mayor proporción en la comunidad de cada muestra.

Figura 2

Mapa de calor de la abundancia relativa



Nota. Mapa de calor de la abundancia relativa de las 20 familias de insectos dominantes asociadas a la quinua (*Chenopodium quinoa*) a lo largo de un gradiente altitudinal en Chimborazo, Ecuador; muestras ordenadas según el agrupamiento jerárquico (Ward) basado en transformación de Hellinger.

En el mapa de calor (Top 20 por abundancia relativa), de la **Figura 2** se observa una clara estructura de conglomerados de las dos muestras de Lupaxi Central, que aparecen juntas y muestran un perfil de composición diferente al bloque principal de localidades. Ecológicamente esto mostró que en Lupaxi Central, la comunidad se inclinó más hacia un grupo específico de familias dominantes. A diferencia de las otras localidades, donde la dominancia se distribuye de forma más equilibrada, con una mayor diversidad de familias mostrando intensidades medias.

En el bloque, en las localidades de Achullay, Majipamba, Nitiluisa, San José de Gausi, Ocpote, San Vicente de Luisa, se observa una clara dominancia de la familia Aphididae (se observan celdas más intensas en varias muestras), y en algunas localidades se aprecian “picos” locales de otras familias dentro del Top 20, lo que indica los ensambles con dominancias específicas por sitio. En cambio, en Lupaxi Central se ve que algunas familias del Top 20 muestran un cambio en su peso relativo (se observan celdas intensas en columnas que no dominan tanto en el resto), lo que es concordante con la separación del dendrograma. La diferencia entre grupos no depende de una sola familia, sino de un cambio conjunto en varias abundancias relativas.

3.2. Abundancia de insectos asociados a *Chenopodium quinoa* según las etapas fenológicas del cultivo en la provincia de Chimborazo

En la **Tabla 5** se puede observar que en total se colectaron 4041 individuos de insectos asociados al cultivo de *Chenopodium quinoa*, del total colectado la abundancia se distribuyó entre las etapas fenológicas de la siguiente manera: 454 en seis hojas verdaderas, 1691 en floración, 295 en grano lechoso y 1601 en madurez.

Tabla 5

Abundancia y rol funcional de insectos encontrados en los campos de quinua orgánica de Chimborazo a lo largo del ciclo fenológico

Orden	Familia	Roles	Etapas fenológicas			
			6 hojas verdaderas	Floración	Grano lechoso	Madurez fisiológica
Coleoptera	Carabidae	Depredador	46	184	65	77
	Chrysomelidae	Fitófago	10	1	2	3
	Coccinellidae	Depredador	0	1	0	2
	Curculionidae	Fitófago	25	152	4	57
	Elateridae	Fitófago	1	2	0	10
	Histeridae	Depredador	0	1	1	2
	Lagriidae	Fitófago	0	0	0	1
	Latridiidae	Micófago	0	0	0	17
	Nitidulidae	Micófago	3	9	0	1
	Ptiliidae	Micófago	0	17	10	4
	Scarabaeidae	Fitófago	8	2	0	1
	Staphylinidae	Depredador	48	80	16	10
	Dermaptera	Anisolabididae	Depredador	0	0	0
Forficulidae		Depredador	13	14	1	3
Labiidae		Depredador	0	2	0	0
Diptera	Agromyzidae	Fitófago	1	65	0	62
	Anthomyiidae	Fitófago	57	186	3	27
	Anthomyzidae	Fitófago	0	5	0	0
	Asilidae	Depredador	0	0	0	1
	Bibionidae	Detritívoro	2	3	0	3
	Calliphoridae	Saprófago	0	15	7	30
	Cecidomyiidae	Fitófago	0	17	4	2
	Chironomidae	Detritívoro	147	145	1	99
	Chloropidae	Fitófago	0	21	0	39
	Dolichopodidae	Depredador	2	35	16	46
	Drosophilidae	Fitófago	1	157	14	58
	Empididae	Depredador	1	2	0	0
	Ephydriidae	Detritívoro	0	7	0	2
	Fanniidae	Fitófago	3	21	6	27
	Lauxaniidae	Detritívoro	0	0	0	13
	Lonchaeidae	Fitófago	0	0	0	10
	Lonchopteridae	Detritívoro	6	1	0	1
	Micropezidae	Detritívoro	0	1	0	6
	Milichiidae	Saprófago	0	7	0	0

Tabla 5

Abundancia y rol funcional de insectos encontrados en los campos de quinua orgánica de Chimborazo a lo largo del ciclo fenológico

	Muscidae	Saprófago	0	1	7	9
	Mycetophilidae	Micófago	3	1	1	3
	Oestridae	Endoparásito	0	0	0	1
	Phoridae	Saprófago	1	26	5	7
	Pipunculidae	Parasitoide	0	0	0	1
	Psilidae	Fitófago	0	1	0	0
	Sarcophagidae	Saprófago	17	75	53	62
	Scatopsidae	Saprófago	0	74	0	9
	Sciaridae	Fitófago	21	41	0	22
	Sciomyzidae	Depredador	0	9	0	0
	Sphaeroceridae	Saprófago	3	26	19	43
	Syrphidae	Polinizador, Depredador	0	12	5	6
	Tachinidae	Parasitoide	9	51	7	42
	Tephritidae	Fitófago	0	7	0	29
	Tipulidae	Saprófago	0	9	2	19
Hemiptera	Anthocoridae	Depredador	0	0	0	2
	Aphididae	Fitófago	0	70	11	348
	Cicadellidae	Fitófago	2	24	7	68
	Membracidae	Fitófago	1	0	0	0
	Miridae	Fitófago	1	1	1	7
	Nabidae	Depredador	0	0	0	3
Hymenoptera	Apidae	Polinizador	2	2	2	3
	Bethylidae	Parasitoide	0	5	0	5
	Braconidae	Parasitoide	8	17	16	23
	Chalcidoidea	Parasitoide	0	36	0	25
	Colletidae	Polinizador	1	0	0	0
	Crabronidae	Depredador	0	1	0	2
	Cynipidae	Fitófago	1	0	0	3
	Diapriidae	Parasitoide	0	5	1	1
	Eulophidae	Parasitoide	0	0	0	9
	Figitidae	Parasitoide	0	2	1	0
	Halictidae	Polinizador	3	14	2	76
	Ichneumonidae	Parasitoide	2	3	3	80
	Megachilidae	Polinizador	0	0	0	1
	Megaspilidae	Parasitoide	0	0	0	10
	Mymaridae	Parasitoide	0	4	0	1
	Pompilidae	Depredador	0	1	0	0
	Proctotrupidae	Parasitoide	0	2	0	0
	Pteromalidae	Parasitoide	1	1	1	12
Lepidoptera	Gelechiidae	Fitófago	2	0	0	0
	Noctuidae	Fitófago	0	2	0	4
Neuroptera	Chrysopidae	Depredador	0	0	0	2
	Hemerobiidae	Depredador	0	0	0	3

Tabla 5

Abundancia y rol funcional de insectos encontrados en los campos de quinua orgánica de Chimborazo a lo largo del ciclo fenológico

Odonata	Coenagrionidae	Depredador	1	0	0	3
Psocoptera	Ectopsocidae	Detritívoro	0	0	1	3
Thysanoptera	Thripidae	Fitófago	1	15	0	36
Total general			454	1691	295	1601

A lo largo de las diferentes fases fenológicas del cultivo de quinua, se registraron variaciones en la abundancia, la composición y los roles funcionales de los insectos.

En la fase de seis hojas verdaderas, la abundancia fue baja con 454 individuos, con predominio de depredadores (Carabidae, Staphylinidae), fitófagos (Anthomyiidae, Curculionidae) y detritívoros (Chironomidae). Durante la fase de floración, alcanzó la mayor abundancia total con 1691 individuos con una notable diversidad funcional, en la que los fitófagos fueron los más abundantes, seguidos por depredadores, parasitoides y polinizadores. En la fase de grano lechoso, la abundancia disminuyó a su nivel más bajo con 295 individuos, pero se mantuvo la una distribución equilibrada entre los grupos funcionales. Finalmente, en la madurez fisiológica, la abundancia volvió a aumentar a 1601 individuos, dominados por fitófagos como Aphididae, y con una importante presencia de depredadores y parasitoides, como también la presencia de saprófagos y micófagos, asociados a procesos de senescencia y descomposición vegetal. los órdenes Diptera y Coleoptera concentraron la mayor diversidad funcional, mientras que los Hymenoptera ganaron relevancia hacia el final del ciclo de cultivo.

Tabla 6

Resumen de abundancia de insectos según su rol funcional en diferentes etapas fenológicas del cultivo de Chenopodium quinoa, Chimborazo, Ecuador

Rol Funcional	Etapas fenológicas			
	6 hojas verdaderas	Floración	Grano lechoso	Madurez fisiológica
Fitófago	141	791	52	814
Depredador	111	330	99	160
Saprófago	21	233	93	179
Detritívoro	150	156	2	127
Parasitoide	20	126	29	209
Polinizador	6	16	4	80
Micófago	5	27	11	25

Tabla 5

Abundancia y rol funcional de insectos encontrados en los campos de quinua orgánica de Chimborazo a lo largo del ciclo fenológico

Polinizador, Depredador	0	12	5	6
Endoparásito	0	0	0	1
Total general	454	1691	295	1601

En la **Tabla 6** se observa cómo las diferentes fases fenológicas del cultivo de quinua influyen en la comunidad de insectos, mostrando cambios de las interacciones entre especies y roles funcionales de los insectos a lo largo de ciclo del cultivo. Durante la fase de seis hojas verdaderas se registraron 454 individuos, con detritívoros y fitófagos como los grupos más numerosos, seguidos por los depredadores. En la fase de floración, la abundancia total aumentó considerablemente llegando a los 1691 individuos, con predominio de los fitófagos, seguidos por depredadores y saprófagos. Sin embargo, en la fase de grano lechoso, la abundancia disminuyó a 295 individuos, observándose una marcada reducción de fitófagos. En la fase de madurez fisiológica la abundancia volvió a incrementar hasta los 1601 individuos, con un aumento de fitófagos y una mayor presencia de parasitoides y depredadores, lo que indica una mayor estabilidad en la comunidad. También se observó un aumento de saprófagos y micófagos, relacionados con el proceso de descomposición y senescencia vegetal en esta etapa (Kondo et al., 2024).

El aumento de la abundancia y de la diversidad funcional de insectos durante la floración concuerda con estudios realizados en quinua en los Andes, donde se ha documentado que las fases reproductivas del cultivo favorecen simultáneamente la proliferación de fitófagos y la actividad de depredadores y parasitoides, incrementando la complejidad de las interacciones tróficas (Cruces et al., 2020b). Este patrón puede explicarse por aumento de recursos tróficos y microhábitats en el dosel vegetal durante esta etapa, que beneficia tanto a los herbívoros como a sus reguladores naturales. De manera similar, inventarios recientes de entomofauna asociado a la quinua han registrado una coexistencia elevada de fitófagos dominantes con enemigos naturales del suelo y del dosel, que confirma que la composición funcional de las comunidades de insectos varía conforme avanza el desarrollo del cultivo de quinua y en función de las condiciones ambientales locales registradas (Gagic et al., 2019; Soca-Flores et al., 2022). Los resultados obtenidos indican que los cambios observados en la abundancia y estructura funcional de la estomofauna a lo largo del ciclo fenológico están estrechamente relacionados, con la disponibilidad de alimento y refugio. Que tiene implicaciones directas para el manejo integrado de plagas, al resaltar la importancia de conservar enemigos naturales en las etapas de mayor presión de herbívoros.

Tabla 7

*Índices de diversidad de insectos asociados a *Chenopodium quinoa*. en diferentes etapas fenológicas del cultivo, Chimborazo, Ecuador*

Índice de diversidad	Etapas fenológicas			
	6 hojas verdaderas	Floración	Grano lechoso	Madurez fisiológica
Simpson_1-D	0,8504	0,9391	0,9004	0,9291
Shannon_H	2,493	3,175	2,82	3,296
Margalef	5,721	7,803	5,627	9,081

Los índices de diversidad evidenciaron variaciones claras en la comunidad de insectos asociados al cultivo de *Chenopodium quinoa* a lo largo de las diferentes etapas fenológicas. En la fase de seis hojas verdaderas se registraron los valores más bajos (Simpson = 0.8504; Shannon = 2.493; Margalef = 5.721), que indica menor riqueza y una mayor dominancia relativa de ciertos grupos. Durante la floración, la diversidad aumentó de manera notable, reflejando una mayor equitatividad y riqueza de la comunidad. En la etapa de grano lechoso se observó una disminución transitoria de los índices, probablemente asociada a cambios en la disponibilidad de recursos, finalmente la madurez fisiológica se alcanzaron los valores más altos de diversidad y riqueza (Simpson = 0.9291; Shannon = 3.296; y Margalef = 9.081), que sugiere una comunidad más diversa y estructuralmente compleja hacia el final del ciclo del cultivo.

Diversos estudios indican que la entomofauna asociada al cultivo de *Chenopodium quinoa* varió de manera consistente a lo largo del desarrollo fenológico, que refleja una respuesta dinámica de la comunidad entomológica a los cambios de la estructura de la planta y la disponibilidad de recursos. Este patrón concuerda con estudios en agroecosistemas que indican que las etapas reproductivas del cultivo favorecen una mayor riqueza y equitatividad de insectos debido al incremento de recursos tróficos y microhábitats, especialmente durante la floración y la madurez fisiológica (Abdenmour et al., 2025). En quinoa, antecedentes regionales también han reportado fluctuaciones poblacionales de insectos herbívoros y enemigos naturales a lo largo del ciclo del cultivo, asociadas principalmente a las fases vegetativas y reproductivas (Cuadros, 2025). En concordancia con estudios, los mayores valores de diversidad y equitatividad registrados en floración y madurez fisiológica en el presente trabajo sugieren que la mayor oferta de recursos y la complejidad del hábitat durante estas etapas favorecen el establecimiento de una entomofauna más diversa y funcionalmente estructurada.

4. Conclusiones

Los resultados muestran que el gradiente altitudinal influyó de manera significativa en la biodiversidad de insectos asociados al cultivo de quinua en la provincia de

Chimborazo. La zona intermedia presenta la comunidades más diversas y complejas, mientras que la zona alta presentó comunidades menos diversas y estructuralmente más simples, con mayor dominancia de ciertos grupos, estos resultados destacan la importancia de considerar la altitud al gestionar los cultivos y la biodiversidad local.

La composición y dinámica de la entomofauna de los insectos cambia a lo largo de las distintas fases fenológicas, observando la mayor actividad entomológica en la fase de floración y madures fisiológica y las más bajas en grano lechoso, probablemente por la falta temporal de recursos, esto nos indica como el ciclo del cultivo afecta a los insectos y como esto debe tenerse en cuenta para el manejo agroecológico.

Esta investigación contribuye al conocimiento sobre cómo el gradiente altitudinal y las fases fenológicas del cultivo afecta la biodiversidad en los agroecosistemas. Los resultados obtenidos pueden ser utilizados para optimizar las estrategias del manejo de los cultivos, promoviendo a una mejor conservación de la biodiversidad en la región.

5. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

6. Declaración de contribución de los autores

Todos autores contribuyeron significativamente en la elaboración del artículo.

7. Costos de financiamiento

Este estudio fue financiado por el Comité Europeo para la Formación y la Agricultura (CEFA) a través del Programa Cadenas de Valor (Contrato FOOD/2016/380-060) y el proyecto JUNTOS (AID 011.416), con el apoyo de la Unión Europea y la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS).

8. Referencias bibliográficas

- Abdennour, N., Fraj, M., Mansour, R., Ghazouani, A., Mahmoud Ismail, A., El-Beltagi, H. S., ... Attia, S. (2025). Evaluating the influence of trap type and crop phenological stage on insect population diversity in Mediterranean open-field tomatoes. *Insects*, 17(1), 36. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/41598891/>
- Barrionuevo, M. J., Barrionuevo, A. J., & Zamar, M. I. (2019). Lepidópteros asociados al cultivo de quinoa en zonas de altura de Jujuy, Argentina. *AgriScientia*, 36(1), 55–62. <https://doi.org/10.31047/1668.298x.v36.n1.19488>
- Boucek, Z., & Rasplus, J. Y. (1991). *Illustrated key to West-Palaearctic genera of Pteromalidae (Hymenoptera: Chalcidoidea)*. INRA Editions. <https://share.google/FLqP0Tif8IxKr580s>
- Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E., &

- Zumbado, M. A. (Eds.). (2009). *Manual of Central American Diptera. Volumen 1* (1st ed.). NRC Research Press. <https://es.scribd.com/document/718519343/Brown-Et-Al-2009-Manual-of-Central-American-Diptera-V1>
- Brown, B. V., Borkent, A., Cumming, J. M., Wood, D. M., Woodley, N. E., & Zumbado, M. A. (Eds.). (2010). *Manual of Central American Diptera. Volumen 2* (1st ed.). NRC Research Press. <https://es.scribd.com/document/507923331/B-v-Brown-Manual-of-Central-American-Diptera-Vol-2-2010-Canadian-Science-Publishing-NRC-Research-Press>
- Carrillo Parra, E. R., Falconi Tello, M. A., & Barriga Fray, L. F. (2021). Determination of the main agricultural production items in the province of Chimborazo. *Conciencia Digital*, 4(2), 150-168. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v4i2.1632>
- Castro-Albán, H. A., Castro-Gómez, R. del P., & Alvarado-Capó, Y. (2023). Variabilidad morfoloagronómica de quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) nativa tipo Chimborazo en Ecuador. *Agronomía Mesoamericana*, 34(3), 53229. <https://doi.org/10.15517/am.2023.53229>
- Chorbadjian, R. A., Ahumada, M. I., Urra, F., Elgueta, M., & Gilligan, T. M. (2021). Biogeographical patterns of herbivore arthropods associated with chenopodium quinoa grown along the latitudinal gradient of Chile. *Plants*, 10(12), 2811. <https://doi.org/10.3390/plants10122811>
- Constante Cruz, C. J., Jácome Mogro, E. J., Marin Quevedo, K. P., & López Guerrero, V. A. (2025). Traps and insecticides in monitoring the white worm (*Premnotrypes vorax*) in the potato crop (*Solanum tuberosum*) in Cotopaxi. *Conciencia Digital*, 8(3), 210-231. <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v8i3.3524>
- Cruces, L., de la Peña, E., & De Clercq, P. (2020a). Seasonal phenology of the major insect pests of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) and their natural enemies in a traditional zone and two new production zones of Peru. *Agriculture*, 10(12), 644. <https://doi.org/doi:10.3390/agriculture10120644>
- Cruces, L., de la Peña, E., & De Clercq, P. (2020b). Insect diversity associated with quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in three altitudinal production zones of Peru. *International Journal of Tropical Insect Science*, 40, 955–968. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00154-3>
- Cruces, L., De la Peña, E., & De Clercq, P. (2024). Advances in the integrated pest management of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): a global perspective. *Insects*, 15(7), 540. <https://doi.org/10.3390/insects15070540>

- Cuadros Fernandez, L. A. (2025). *Fluctuación poblacional de insectos fitófagos asociados al cultivo de quinua (Chenopodium quinoa Willd), Majes-Pedregal, Arequipa, Perú, 2023* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria La Molina, La Molina, Perú]. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/7442>
- Dhobi, C. B., & Bharpoda, T. M. (2018). Evaluation of different lures (Baits) of pitfall traps on the activity of soil arthropods in Bt cotton. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 6(5), 1141–1145.
<https://www.entomoljournal.com/archives/?year=2018&vol=6&issue=5&ArticleId=4297>
- Dolson, S. J., & Kharouba, H. M. (2024). 30 years of terrestrial insect richness patterns across elevation: What have we learned? A global meta-analysis. *Journal of Animal Ecology*, 93(12), 1819–1829. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.14193>
- Fernández, F., & Sharkey, M. J. (Eds.). (2006). *Introducción a los Hymenoptera de la Región Neotropical* (1st ed.). Sociedad Colombiana de Entomología & Universidad Nacional de Colombia. <https://share.google/qcriToRMho3tYbCEJ>
- Gagic, V., Hulthen, A. D., Marcora, A., Wang, X., Jones, L., & Schellhorn, N. A. (2019). Biocontrol in insecticide sprayed crops does not benefit from semi - natural habitats and recovers slowly after spraying. *Journal of Applied Ecology*, 56(9), 2176–2185. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13452>
- Gómez Pando, L., & Aguilar Castellanos, E. (2016). *Guía del cultivo de la quinua. Universidad Nacional Agraria La Molina* (2nd ed.) FAO & Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/76594aca-c6a8-45e0-97db-39905cd72575/content>
- Habel, J. C., Ulrich, W., Segerer, A. H., Greifenstein, T., Knubben, J., Morinière, J., ... Hausmann, A. (2025). Organic farming fosters arthropod diversity of specific insect guilds - evidence from metabarcoding. *Conservation Genetics*, 26(4), 847–857. <https://doi.org/10.1007/s10592-025-01707-0>
- Hinojosa, L., Leguizamo, A., Carpio, C., Muñoz, D., Mestanza, C., Ochoa, J., Castillo, C., Murillo, A., Villacrez, E., Monar, C., Pichazaca, N., & Murphy, K. (2021). Quinoa in Ecuador: recent advances under global expansion. *Plants*, 10(2), 298. <https://www.mdpi.com/2223-7747/10/2/298>
- Hodkinson, I. D. (2005). Terrestrial insects along elevation gradients: species and community responses to altitude. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 80(3), 489–513.

<https://doi.org/10.1017/S1464793105006767>

- Kondo Rodríguez, D. T., Gaviria Vega, J., & Rosero Murillo, R. A. (2024). Entomofauna asociada al cultivo de la quinua en el departamento del Cauca, Colombia. *Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA*. https://ipt.biodiversidad.co/sib/resource?r=agrosavia_sgr-quinua_insectos
- Liao, Z., Zhang, J., Shen, X., Zhu, M., Lan, X., Cui, J., Guan, Y., Zhang, Y., Deng, Z., Tang, T., Liu, F., Yang, D., & Zhang, Y. (2024). Elevation and human disturbance interactively influence the patterns of insect diversity on the southeastern periphery of the tibetan plateau. *Insects*, 15(9), 669. <https://doi.org/10.3390/insects15090669>
- Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca [MAGAP]. (2013). *Instructivo de la normativa general para promover y regular la producción orgánica-ecológica-biológica en el Ecuador. Inocuidad en los alimentos*. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/by3.pdf>
- Montes Rojas, C., Burbano Catuche, G. A., Muñoz Certuche, E. F., & Calderón Yonda, Y. (2018). Descripción del ciclo fenológico de cuatro ecotipos de (*Chenopodium quinua* Willd .), en Puracé – Cauca , Colombia. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 16(2), 26–37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6829352>
- Murillo, Á., Vega, L., Rodríguez, D., & Yumisaca, F. (2023). *Manual de cultivo de quinua (Chenopodium quinua Willd.) en Ecuador. Manual de cultivo No. 130*. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). <https://repositorio.iniap.gob.ec/items/2078f631-5adc-44be-921b-d5402e5cd61b>
- Pruna, W., Peña Martínez, R., Barragán, Á., Carpio, C., Muñoz Buñay, D. A., Morocho Arevalo, G., & Leguizamo Medina, A. M. (2023). Primer registro de *Hayhurstia atriplicis* (Linnaeus , 1761) (Hemiptera : Aphididae) en *Chenopodium quinoa* para Ecuador y America del Sur. *Ecuador es Calidad: Revista Científica Ecuatoriana*, 8. https://www.researchgate.net/publication/368472497_PRIMER_REGISTRO_DE_Hayhurstia_atriplicis_Linnaeus_1761_Hemiptera_Aphididae_EN_Chenopodium_quinoa_PARA_ECUADOR_Y_AMERICA_DEL_SUR
- Ramos Ticona, V., Rebaudo, F., Quispe Tarqui, R., & Loza Murguía, M. G. (2024). Identificación y distribución geográfica del complejo noctuideo (Lepidóptera: Noctuidae) plaga del cultivo de la quinua en el Altiplano Norte y Centro de Bolivia. *Journal of the Selva Andina Research Society*, 15(2), 75–89. <https://doi.org/10.36610/j.jsars.2024.150200075>

- Soca-Flores, M. N., Vergara, C. E., Callohuari, Y. T., & Jerí Chávez, A. (2022). Insectos fitófagos asociados al cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) en invierno y sus controladores biológicos. *Manglar*, 19(2), 143–151.
<https://doi.org/10.17268/manglar.2022.018>
- Triplehorn, C. A., Johnson, N. F., & Borror, D. J. (2005). *Borror and DeLong's Introduction to the Study of Insects* (7th ed.). Thomson Brooks/Cole.
https://books.google.com.ec/books/about/Borror_and_DeLong_s_Introduction_to_the.html?id=ZTslAQAAMAAJ&redir_esc=y
- Valle Logroño, K. X., Castro Gómez, R. del P., Benavides Enríquez, C. V., & Basantes Vaca, C. V. (2024). Determination of the antifungal activity of the essential oils of Eucalyptus, Molle and Rosemary on (*Fusarium* sp; *Pythium* sp; *Rhizoctonia* sp and *Sclerotium* sp.), causal agents of almacigo disease under laboratory conditions. *Conciencia Digital*, 7(1.1), 6-27.
<https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v7i1.1.2860>
- Villaseñor-Amador, D., Benites, P., Sandoval-Becerra, F. M., Rosas-Mejia, M., Zaldívar-Riverón, A., & Janda, M. (2025). Unravelling high insect diversity and community turnover along a tropical-temperate elevation gradient: a metabarcoding approach. *Plos One*, 20(7), 1–17.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0327884>
- Wharton, R. A., Marsh, P. M., & Sharkey, M. J. (Eds.). (1997). *Manual of the New World genera of the family Braconidae (Hymenoptera)*. International Society of Hymenopterists.
https://books.google.com.ec/books/about/Manual_of_the_New_World_Genera_of_the_Fa.html?id=UdlMAAAAYAAJ&redir_esc=y
- Zhao, L., Gao, R., Liu, J., Liu, L., Li, R., Men, L., & Zhang, Z. (2023). Effects of environmental factors on the spatial distribution pattern and diversity of insect communities along altitude gradients in guandi mountain, China. *Insects*, 14(3), 324. <https://www.mdpi.com/2075-4450/14/3/224>

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital**.



El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital**.

