

Entomofauna asociada a agroecosistemas de maracuyá (*Passiflora edulis*) y limón (*Citrus aurantiifolia*) en clima semiárido en Ecuador

Insect fauna associated with passion fruit (*Passiflora edulis*) and lemon (*Citrus aurantiifolia*) agroecosystems in a semiarid climate in Ecuador

Leydi Santistevan Méndez ^{1,2}, Mercedes Santistevan Méndez   ladysantis@gmail.com^{1,3}, Nadia Quevedo-Pinos   nquevedo@upse.edu.ec^{1,4}.

¹Universidad Estatal Península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador ²  ladysantis@gmail.com;

³  msantistevan@upse.edu.ec; ⁴  nquevedo@upse.edu.ec



<https://doi.org/10.15446/acag.v73n2.114653>

2024 | 73-2 p 117-125 | ISSN 0120-2812 | e-ISSN 2323-0118 | Rec.: 2024-05-25 Acep.: 2025-01-29

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar la diversidad, abundancia y grupos funcionales de la entomofauna en agroecosistemas de maracuyá y limón en un clima semiárido en la comuna Cerezal de Bellavista, Santa Elena, Ecuador, entre agosto de 2021 y julio de 2022. Se utilizaron trampas luminosas para el levantamiento de insectos, con 4 trampas por cultivo y colectas quincenales durante 12 meses. Se identificaron las especies utilizando claves dicotómicas y se calcularon índices de diversidad y abundancia. Se colectaron 21 950 insectos: 48 % en maracuyá pertenecientes a 38 familias y 9 órdenes, y 52 % en limón pertenecientes a 42 familias y 10 órdenes. Los órdenes más abundantes fueron Coleóptera y Hemíptera en ambos cultivos. Especies como *Phyllophaga* sp. y *Nezara viridula* fueron dominantes y constantes en ambos cultivos. Del total de especies identificadas en maracuyá y limón el 61 % y 57 %, respectivamente, fueron fitófagas. Se observó una correlación entre la cantidad de insectos y la precipitación, ya que fueron más abundantes durante los meses secos. De igual manera, se encontró una correlación fuerte entre las precipitaciones y la abundancia de ciertas especies. Los índices de biodiversidad mostraron diversidad y uniformidad media en ambos agroecosistemas, con baja diversidad específica. El índice de similitud de Sørensen reveló una composición similar entre los dos agroecosistemas, ya que comparten el 80 % de las especies. Este estudio proporciona información relevante para el manejo integrado de plagas y la conservación de la biodiversidad en agroecosistemas de maracuyá y limón en condiciones semiáridas.

Palabras clave: abundancia, biodiversidad, control biológico, equilibrio ecológico, zona climática.

Abstract

The objective of this study was to characterize the diversity, abundance, and functional groups of insect fauna in passion fruit and lemon agroecosystems in a semi-arid climate in the Cerezal de Bellavista commune, Santa Elena, Ecuador, between August 2021 and July 2022. Insects were collected using light traps -four traps per crop- which were sampled biweekly over 12 months. Species were identified using dichotomous keys, and diversity and abundance indices were calculated. A total of 21 950 insects were collected: 48% from passion fruit, representing 38 families and 9 orders, and 52% from lemon, representing 42 families and 10 orders. Coleoptera and Hemiptera were the most abundant orders in both crops. *Phyllophaga* sp. and *Nezara viridula* were dominant and constant species in both agroecosystems. Furthermore, phytophagous species accounted for 61% of those identified in passion fruit and 57% in lemon. A correlation was observed between insect abundance and rainfall, with higher numbers recorded during dry months. Similarly, strong correlations were found between precipitation levels and the abundance of certain species. Biodiversity indices indicated moderate diversity and evenness, with low specific diversity. The Sørensen similarity index indicated an 80% species overlap between the two agroecosystems. This study provides valuable insights for integrated pest management and biodiversity conservation in semi-arid agricultural systems.

Keywords: Abundance, biodiversity, biological control, ecological balance, climatic zones.

Introducción

Los agroecosistemas integran elementos bióticos y abióticos interconectados y constituyen espacios de interacción dinámica entre la actividad humana y la biodiversidad circundante (Santa Rosa Pamplona et al., 2023). Dentro de estos sistemas, la entomofauna desempeña un papel fundamental como reguladora de poblaciones, polinizadora de cultivos y componente clave en la cadena trófica (Altieri, 1999). La comprensión de la composición y diversidad de la entomofauna en agroecosistemas específicos reviste importancia, no solo desde una perspectiva ecológica, sino también en términos de manejo integrado de plagas, conservación de la biodiversidad y sostenibilidad agrícola (Landis et al., 2000).

En los últimos años, los agroecosistemas de regiones semiáridas han ganado atención debido a su importancia en la producción agrícola y a los desafíos asociados con el cambio climático y la disponibilidad de recursos hídricos (Debray et al., 2019) there is a need to adapt current practices and develop new climate-resilient strategies and farming systems. Here, we inventory and review which agroecological practices currently implemented in semiarid and subhumid Africa can promote adaptation to climate change. This work was carried out through extensive literature research, plus interviews with 24 experts from different African and French NGOs active in agricultural development programs in Africa. We found that: (1. En este contexto, el maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) y el limón (*Citrus aurantiifolia* [Christm.] Swingle) emergen como cultivos de interés económico en estas áreas debido a su capacidad para adaptarse a condiciones semiáridas y su valor comercial en mercados locales e internacionales (Vásquez Ortiz et al., 2021).

La entomofauna asociada a estos agroecosistemas presenta una diversidad de especies que cumplen roles ecológicos variados, desde polinizadores hasta posibles agentes de control biológico de plagas (Kremen et al., 2002) maintaining these services provides a powerful argument for conserving biodiversity. Yet, the ecological and economic underpinnings of most services are poorly understood, impeding their conservation and management. For centuries, farmers have imported colonies of European honey bees (*Apis mellifera*). Sin embargo, la comprensión de la estructura y dinámica de estas comunidades en agroecosistemas específicos es fundamental para diseñar estrategias de manejo que promuevan la conservación de la biodiversidad y la producción agrícola sostenible (Letourneau et al., 2009).

A pesar de la importancia de los agroecosistemas de maracuyá y limón en regiones semiáridas, la investigación sobre la entomofauna asociada a estos sistemas en dichos contextos geográficos es limitada y fragmentada. En este sentido el presente estudio tiene como objetivo caracterizar la entomofauna asociada a agroecosistemas de maracuyá y limón en clima

semiárido a través de la identificación de las especies de insectos presentes, el análisis de su abundancia y diversidad, así como explorar las interacciones entre la comunidad de insectos, los cultivos y el entorno circundante. Bajo esta premisa, se plantea la hipótesis de que la composición y diversidad de la entomofauna en estos agroecosistemas varían significativamente en función de las características del cultivo, las prácticas de manejo agrícola y las condiciones ambientales, lo que influye en la dinámica poblacional de insectos benéficos y plagas.

Materiales y métodos

Área de estudio

El estudio fue realizado entre los meses de agosto de 2021 a julio de 2022 en la comuna Cerejal de Bellavista, parroquia Colonche, provincia de Santa Elena, Ecuador, a 28 m s. n. m. (Figura 1), sobre suelos clasificados como aridisoles con predominancia de textura arcillosa (Geoportal, 2017). Según la clasificación climática de Köppen-Geiger, el clima de la región se caracteriza como árido cálido (BWh), con ecosistema de bosque seco tropical con vegetación seca y precipitaciones medias anuales de 264 mm; 2 y estaciones bien definidas, una seca (julio a diciembre) y otra húmeda (enero-junio) (IEE et al., 2012).

El levantamiento de información fue realizado en 2 agroecosistemas, uno de maracuyá (*P. edulis*) y otro de limón (*C. aurantiifolia*), el primero, manejado bajo principios agroecológicos ($2^{\circ}00'26.6''S$ y $80^{\circ}56'08.4''O$) y el segundo en proceso de transición hacia un manejo agroecológico ($2^{\circ}00'52.8''S$ y $80^{\circ}58'23.7''O$). Los 2 cultivos contaban con sistema de riego por goteo y diversidad de cultivos colindantes. En el primer sistema, se registró la presencia de maíz (*Zea mays* L.), frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), mango (*Mangifera indica* L.), aguacate (*Persea americana* Mill.), limón (*C. limon*), naranja (*Citrus sinensis* [L.] Osbeck.), mandarina (*C. reticulata* Blanco), plátano (*Musa paradisiaca* L.) y balsa (*Ochroma pyramidale* [Cav. ex Lam.] Urb.), mientras que, en el segundo, los cultivos incluían maíz, pimiento (*Capsicum annuum* L.) y cacao (*Theobroma cacao* L.).

Muestreo de entomofauna

La comunidad de insectos fue registrada mediante muestreo con 4 trampas artesanales basadas en el modelo Luiz de Queiroz con luz fluorescente blanca (Figura 2), las cuales permanecieron encendidas 12 horas diarias desde las 18h (Santa Rosa Pamplona et al., 2023). Las colectas se realizaron cada 15 días por 12 meses. Durante el periodo de muestreo de insectos no se aplicaron insecticidas en los cultivos y la estrategia de manejo previo al muestreo se realizó mediante liberación de *Trichogramma* spp. y *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836).

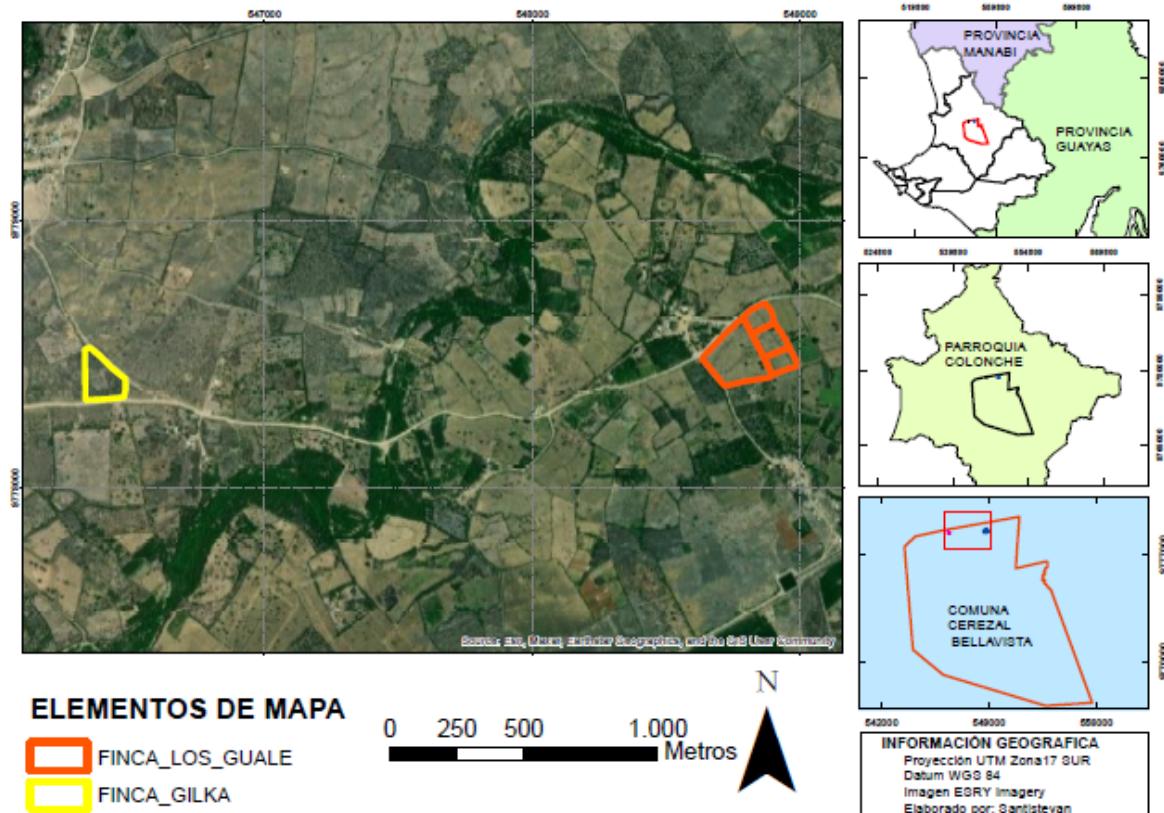


Figura 1. Ubicación de los agroecosistemas de maracuyá (*Passiflora edulis*) y limón (*Citrus aurantiifolia*). Comuna Cerezal de Bellavista, Colonche, Santa Elena. Imagen tomada en Google Earth, 2024.



Figura 2. Trampa artesanal modelo Luiz de Queiroz con luz fluorescente blanca utilizada para la captura de insectos en cultivos de maracuyá (*Passiflora edulis*) y limón (*Citrus aurantiifolia*). Comuna Cerezal de Bellavista, Colonche.

Los especímenes colectados fueron colocados en recipientes plásticos de 60 ml con contenido de alcohol al 70 % e identificación del lugar de colecta; posteriormente fueron enviados al Centro de Interpretación Entomológica de la Prefectura del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Península de Santa Elena (GADPSE), donde fueron separados, contados, montados, etiquetados e identificados con el uso de claves dicotómicas específicas hasta el máximo grupo taxonómico posible, según la metodología de Triplehorn y Johnson (2005).

Análisis de entomofauna

Para el cálculo de los índices de diversidad (Shannon-Wianer), riqueza (Margalef) y equitabilidad de Pielou (J') se utilizó el software PAST versión 4.15 (Hammer et al., 2001) valor más pequeño (Min. Los índices de dominancia, abundancia, frecuencia y constancia fueron determinados con el software libre de análisis faunístico ANAFAU (Moraes et al., 2003). Los resultados fueron comparados entre cultivos y se consideraron predominantes los taxones que alcanzaron mayores índices faunísticos con base en lo propuesto por Silveira Neto et al. (1995).

Determinación de grupos funcionales

Una vez identificadas las morfoespecies y revisada en la literatura su biología, comportamiento y hábitos alimenticios en el cultivo, se le asignó a cada morfotipo una categoría de grupo funcional dentro del agroecosistema, tales como polinizadores, depredadores, parasitoides, fitófagos, detritívoros e indiferentes o desconocidos (Torretta y Poggio, 2013).

Fluctuación poblacional de insectos

La cantidad de insectos colectados durante el periodo de evaluación fue comparada con datos meteorológicos tomados de Sparks (2024). La cantidad de individuos colectados fue correlacionada con la precipitación mensual. La correlación de las variables fue realizada por el índice de correlación de Pearson (r), a través del programa InfoStat (Di Rienzo, 2017), en la que los resultados de r entre 0.10 y 0.30 indican correlación débil; r entre 0.40 y 0.60 correlación moderada y r de 0.70 a 1 indican correlación fuerte entre las variables (Soares et al., 2018) tendo como campo de estudio a cultura de abacaxi (*Ananas comosus* (L..

Resultados

Análisis de la entomofauna

Fueron colectados un total de 21 950 insectos, de los cuales 10 435 (48 %) agrupados en 38 familias y 9 órdenes pertenecen al cultivo de maracuyá y 11 517 (52 %) agrupados 42 familias y 10 órdenes al de limón. Los órdenes identificados fueron: Lepidóptera, Coleóptera, Hymenóptera, Díptera, Hemíptera, Tysanóptera, Orthóptera, Mantodea, Neuroptera y Blattodea, el orden Mantodea no estuvo presente en el cultivo de maracuyá (Tabla 1).

El cultivo de maracuyá presentó la mayor abundancia de insectos del orden Coleóptera (39 %), seguido por Hemíptera (19.57 %), Hymenóptera (11.84 %) y Lepidóptera (11.69 %). En el caso del cultivo de limón, Hemíptera fue el orden más abundante, con 37.25 %, seguido de Coleóptera con 34.44 % y Lepidóptera con 12.56 %. En cuanto a riqueza para los 2 cultivos, Lepidóptera (14 y 16 géneros), Coleóptera (14 y 15 géneros) y Hemíptera (11 y 8 géneros) fueron los órdenes más ricos.

De las 52 especies identificadas en el cultivo de maracuyá 9 presentaron dominancia, mucha abundancia y mucha frecuencia, entre ellas *Phyllophaga* sp. (Germar, 1817), *Xyleborus ferrugineus* (Fabricius, 1801), *Anthophila* sp., *Lasius niger* (Linnaeus, 1758), *Acroleucus haemopterus* (Mulsant y Rey, 1852), *N. viridula*, *Pezothrips kellyanus* (Bagnall, 1916), *Acheta domesticus* (Linnaeus, 1758) y *C. carnea*, las cuales son consideradas, además, especies constantes.

En el cultivo de limón, 11 de las 51 especies se catalogaron como dominantes, muy abundantes, muy frecuentes y con el 100 % de constancia, *Canthidium erythropterum* (Blanchard, 1846), *Belonochilus numenius* (Say, 1832), *Phyllophaga* sp., *Anthocoris nemorum* (Linnaeus, 1761), *N. viridula*, *A. domesticus*, *Spilosoma lubricipeda* (Linnaeus, 1758), *Tethea* sp. (Guenée, 1875), *Paederinae* sp., *Diaphorina citri* (Kuwayama, 1908), *Idolothrips spectrum* (Haliday, 1836).

De estos datos se desprende que los 2 agroecosistemas tienen en común 3 especies dominantes, constantes, muy abundantes y muy frecuentes: *Phyllophaga* sp., *N. viridula* y *A. domesticus*.

Grupos funcionales

En los cultivos de maracuyá, el 61 % de las especies identificadas son fitófagas y el 11 % son depredadores y parasitoides. En contraste, en los cultivos de limón, el 57 % de las especies son fitófagas y el 18 % se clasifican como depredadores y parasitoides (Tabla 1).

Los insectos fitófagos abundantes en los 2 cultivos fueron las especies *Phyllophaga* sp., *N. viridula* y *A. domesticus*. En el cultivo de maracuyá sobresalieron las especies *A. haemopterus* y *P. kellyanus*. Por su parte, en el cultivo de limón fueron colectados abundantes especímenes de *B. numenius*, *D. citri* y *S. lubricipeda*.

De igual manera, se observaron 4 especies de depredadores y parasitoides comunes en los 2 cultivos: *Harmonia axyridis* (Pallas, 1773); *Paederinae* sp., *C. carnea* y *Scaeva* sp. El depredador *Lygaeus* sp. se presentó únicamente en el cultivo de maracuyá, el parasitoide *Syrphus* sp. y los depredadores *Coccinella quinquepunctata* (Linnaeus, 1758), *A. nemorum*, *Phanaeus splendidulus* (Fabricius, 1781) y *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) fueron detectados únicamente en el cultivo de limón.

Como géneros detritívoros se identificaron *X. ferrugineus* y *Canthidium* sp. y como omnívoros *A. domesticus* en los 2 cultivos y *L. niger* en el cultivo de maracuyá. Igualmente, se registraron como insectos polinizadores en los 2 cultivos a *Anthophila* sp., *Vespa vulgaris* (Linnaeus, 1758) y *Xenophanes tryxus* (Perty, 1832).

Fluctuación poblacional

El mayor registro de insectos trampa/día se observó en los meses secos de agosto y septiembre. Otro pico poblacional se percibió al inicio de la temporada húmeda en enero (Tabla 2).

El coeficiente de correlación de Pearson mostró una fuerte relación positiva entre las precipitaciones y la abundancia de *Scolytus* sp., *Phyllophaga* sp. y *Blattodea* sp. en maracuyá, y *Hemiceras conspirata* (Schaus, 1906) y *Citheronia brissoti* (Boisduval, 1868) en limón (Tabla 3).

Tabla 1. Análisis de fauna y grupos funcionales de insectos capturados entre agosto de 2021 y julio de 2022 en agroecosistemas de maracuyá (*Passiflora edulis*) y limón (*Citrus aurantiifolia*) en la Comuna Cereal de Bellavista.

Orden	Familia	Especies	C. Maracuyá					C. Limón					GF			
			n	ind	F	D	C	A	n	ind	F	D	C			
Lepidoptera	Arctiidae	<i>Spilosoma lubricipeda</i>	94	PF	ND	W	r	Ft	409	MF	D	W	ma	Ft		
	Crambidae	<i>Spilomelinae</i> sp.	118	PF	ND	W	r	Ft	41	PF	ND	W	r	Ft		
	Drepanidae	<i>Rupela albivena</i>	71	PF	ND	W	r	Ft	24	PF	ND	W	r	Ft		
	Hesperiidae	<i>Tethea</i> sp.	64	PF	ND	W	r	Ft	336	MF	D	W	ma	Ft		
	Lecithoceridae	<i>Xenophanes tryxus</i>	144	PF	ND	Y	r	Pl	102	PF	ND	W	r	Ft		
	Limacodidae	<i>Eurodachtha</i> sp.	57	F	ND	W	r	Om	37	PF	ND	W	r	Om		
	Noctuidae	<i>Hoyosia codeti</i>	55	PF	ND	W	r	Dt	58	PF	ND	W	r	Dt		
	Pyralidae	<i>Ascalapha odorata</i>	107	PF	ND	W	r	Dp	0	PF	ND	W	r			
	Notodontidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>	192	PF	ND	W	ma	Ft	66	PF	ND	W	r	Ft		
	Nymphalidae	<i>Hemiceras conspirata</i>	-	-	-	-	-	-	122	PF	ND	W	r	Ft		
	Saturniidae	<i>Hamadryas februa</i>	22	PF	ND	W	r	Ft	-	-	-	-	-			
Coleóptera	Pyralidae	<i>Pedaliodes oculta</i>	54	PF	ND	W	r	Ft	27	PF	ND	Y	r	Ft		
	Sphingidae	<i>Diaphania ameminialis</i>	101	PF	ND	W	r	Ft	32	PF	ND	W	r	Ft		
	Tortricidae	<i>Citheronia brissotii</i>	-	-	-	-	-	-	120	PF	ND	Y	r	Ft		
	Subtotal			1165					1422							
	Carabidae	<i>Calosoma alternans</i>	-	-	-	-	-	-	19	PF	ND	W	r	Dp		
	Cerambycidae	<i>Lagocheirus</i> sp.	38	PF	ND	W	r	Ft	43	PF	ND	Z	r	Ft		
	Chrysomelidae	<i>Pachydissus</i> sp.	93	PF	ND	W	r	Ft	56	PF	ND	W	r	Ft		
	Coccinellidae	<i>Saperda inornata</i>	58	PF	ND	W	r	Ft	-	-	-	-	-	-		
	Curculionidae	<i>Diabrotica balteata</i>	-	-	-	-	-	-	193	MF	ND	W	a	Ft		
	Elateridae	<i>Harmonia axyridis</i>	208	PF	ND	W	ma	Dp	30	PF	ND	W	r	Dp		
	Ptinidae	<i>Coccinella quinquepunctata</i>	-	-	-	-	-	-	65	PF	ND	W	r	Dp		
	Staphylinidae	<i>Scolytus</i> sp.	223	MF	ND	W	ma	Dt	34	PF	ND	W	r	Dt		
	Scarabaeidae	<i>Xyleborus ferrugineus</i>	761	MF	D	W	ma	Dt	123	PF	ND	W	r	Dt		
	Subtotal			4104					3991							
Hymenóptera	Apidae	<i>Anthophila</i> sp.	491	PF	D	W	ma	Pl	267	MF	ND	W	ma	Pl		
	Formicidae	<i>Lasius niger</i>	551	PF	D	W	ma	Om	-	-	-	-	-	-		
	Scoliidae	<i>Pygospasis quadrimaculata</i>	45	PF	ND	W	r	Ps	-	-	-	-	-	-		
	Sphecidae	<i>Sceliphron assimile</i>	96	PF	ND	W	r	Ps	-	-	-	-	-	-		
	Vespidae	<i>Vespa vulgaris</i>	53	PF	ND	W	r	Pl	58	PF	ND	W	r	Pl		
Subtotal			1236						325							
Díptera	Muscidae	<i>Musca domestica</i>	190	MF	ND	W	ma	Dt	44	PF	ND	W	r	Dt		
	Syrphidae	<i>Scaeva</i> sp.	29	PF	ND	W	r	Ps	42	PF	ND	W	r	Ps		
	Subtotal			243					86							
	Anthocoridae	<i>Anthocoris nemorum</i>	-	-	-	-	-	-	978	MF	D	W	ma	Dp		
	Cicadidae	<i>Cicada orni</i>	41	PF	ND	W	r	Ft	75	PF	ND	W	r	Ft		
	Cercopidae	<i>Cercopsis vulnerata</i>	-	-	-	-	-	-	44	PF	ND	W	r	Ft		
	Cicadellidae	<i>Cicadella</i> sp.	-	-	-	-	-	-	32	PF	ND	W	r	Ft		
	Cydnidae	<i>Cydnus atterimus</i>	60	MF	ND	W	r	Ft	77	PF	ND	W	r	Ft		
	Lygaeidae	<i>Acroleucus haemopterus</i>	994	PF	D	W	ma	Ft	209	MF	ND	W	ma	Ft		
	Liviidae	<i>Lygaeus</i> sp.	61	PF	ND	W	r	Dp	-	-	-	-	-	-		
	Ninidae	<i>Diaphorina citri</i>	-	-	-	-	-	-	523	MF	D	W	ma	Ft		
	Pentatomidae	<i>Belonochilus numenius</i>	-	-	-	-	-	-	1670	MF	D	W	ma	Ft		
	Pseudococcidae	<i>Tribaca limbativentris</i>	28	PF	ND	W	r	Ft	71	PF	ND	W	r	Ft		
	Reduviidae	<i>Nezara viridula</i>	788	MF	D	W	ma	Ft	603	MF	D	W	ma	Ft		
Subtotal			2042						4290							
Orthoptera	Phlaeothripidae	<i>Idolothrips spectrum</i>	80	PF	ND	W	r	Ft	396	MF	D	W	ma	Ft		
	Thripidae	<i>Pezothrips kellyanus</i>	645	MF	D	W	ma	Ft	84	PF	ND	W	r	Ft		
	Subtotal			725					480							
	Acrididae	<i>Caelifera</i> sp.	56	PF	ND	W	r	Ft	77	PF	ND	W	r	Ft		
	Gryllidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	425	MF	D	W	ma	Om	537	MF	D	W	ma	Om		
Subtotal			508						614							
Mantodea			<i>Mantis religiosa</i>	-	-	-	-	-	41	PF	ND	W	r	Dp		
Subtotal			0						41							
Neuroptera			<i>Chrysopidae</i>	<i>Chrysoperla carnea</i>	272	MF	D	W	ma	Dp	132	PF	D	W	r	Dp
Subtotal			272													
Blattoidea			<i>Ectobiidae</i>	<i>Blattodea</i> sp.	140	PF	ND	W	r	Om	136	PF	ND	W	r	Om
Subtotal			140						136							
TOTAL				10 435						11 517						

*n= número de individuos; FR= frecuencia relativa; PF= poco frecuente; F= frecuente; MF= muy frecuentes. Dominancia: ND= no dominantes; D= dominantes. Constancia: W= constantes; Y= accesorios; Z= accidentales. Abundancia: r= raras; d= dispersas; c= comunes; a= abundantes; ma= muy abundantes. Ft= fitófagos; Dp= Depredadores; Ps= Parasitoides; Po= polinizadores; Dt= detritívorus; Om= omnívoros.

Tabla 2. Fluctuación poblacional de insectos colectados entre agosto de 2021 y julio de 2022 en agroecosistemas de maracuyá (*Passiflora edulis*) y limón (*Citrus aurantiifolia*) en la Comuna Cerezal de Bellavista, Ecuador.

Mes	Insectos/Trampa/día ± EE		Precipitaciones promedio (mm)		
	C. maracuyá	C. limón			
Agosto/2021	16	±0.40	37	±0.22	0.43
Septiembre/2021	16	±0.17	23	±0.28	6.64
Octubre/2021	7	±0.14	11	±0.16	3.70
Noviembre/2021	10	±0.08	12	±0.12	21.62
Diciembre/2021	11	±0.07	16	±0.11	40.08
Enero/2022	23	±0.50	17	±0.22	110.39
Febrero/2022	17	±0.29	13	±0.26	62.56
Marzo/2022	15	±0.19	11	±0.12	227.88
Abril/2022	15	±0.48	8	±0.06	51.08
Mayo/2022	9	±0.05	8	±0.06	9.94
Junio/2022	9	±0.08	7	±0.05	3.76
Julio/2022	9	±0.09	10	±0.11	3.40

Especies como *N. viridula*, *Pedaliodes oculta* (Weymer, 1912), *Hoyosia codeti* (Oberthür, 1881), *N. viridula* en maracuyá y *Spilomelinae* sp., *Phyllophaga* sp., *Cicada orni* (Linnaeus, 1758), *Caelifera* sp. y *Blattodea* sp. en limón presentaron una correlación moderada con las precipitaciones. El resto de las especies presentó una correlación débil, lo cual indica que las precipitaciones no afectaron significativamente su presencia.

Índices de biodiversidad

El valor de diversidad y equitabilidad de la entomofauna del cultivo de maracuyá fue mayor que en el cultivo de limón, mientras que el índice de Margalef indica una diversidad específica baja en los 2 cultivos (Tabla 4). Considerando que estos índices analizan la diversidad y uniformidad de distribución de las especies, los datos indican una diversidad y uniformidad de distribución media en los 2 agroecosistemas y una diversidad específica baja.

En cuanto a las semejanzas entre ambos agroecosistemas el índice de Sørensen muestra que comparten el 80 % de sus especies; esto sugiere que las 2 comunidades son similares en términos de composición de especies.

Discusión

El presente estudio proporciona una caracterización detallada de la diversidad y composición de la entomofauna en 2 cultivos de maracuyá y limón en la región de Cerezal de Bellavista. Durante el periodo de muestreo se registró una alta abundancia de insectos en ambos agroecosistemas, con una ligera predominancia en el cultivo de limón. Esta diferencia en la abundancia podría estar influenciada por

factores ambientales, uso de suelo, diversificación de los agroecosistemas, prácticas agrícolas y procesos de transición agroecológica implementados en la zona.

La entomofauna en ambos cultivos estuvo dominada por los órdenes Coleóptera y Hemíptera, los cuales representaron el 70 % de los individuos en maracuyá y el 84 % en limón (Tabla 1). Estos resultados son consistentes con estudios previos realizados en Nicaragua y Manabí (Ecuador), donde dichos órdenes fueron los más abundantes (Loáisiga Jarquín y Jiménez-Martínez, 2022; Valarezo Beltrón et al., 2022). La alta diversidad observada podría estar relacionada con la disponibilidad de nichos ecológicos y recursos alimenticios en los agroecosistemas (Nooten et al., 2014) abundance and ecology of all species. We used a multi-species transplant experiment to investigate the potential effects of a warmer climate on insect community composition and structure. Eight native Australian plant species were transplanted into sites approximately 2.5°C (mean annual temperature.

Entre las especies dominantes se identificaron *Phyllophaga* sp., *N. viridula* y *A. domesticus*, caracterizadas como insectos fitófagos. La presencia de estas especies resalta la necesidad de establecer programas de monitoreo y control para minimizar su impacto en la productividad agrícola (Maji y Mandal, 2024). Además, se registraron insectos benéficos con funciones de polinización, depredación y parasitismo, lo cual resalta la importancia de conservar hábitats adecuados que favorezcan el control biológico natural y contribuyan a la calidad y cantidad de la cosecha (Majeed et al., 2022). En este contexto, la detección de depredadores como *H. axyridis* y *C. carnea* sugiere su potencial como agentes de control biológico en estos cultivos (Bhagarathi y Maharaj, 2023).

La exclusividad de ciertas especies depredadoras y parasitoides en cada cultivo evidencia respuestas diferenciadas de la comunidad entomológica a las condiciones particulares de cada agroecosistema. Por ejemplo, *Lygaeus* sp. fue registrada exclusivamente en maracuyá, mientras que *M. religiosa* solo se encontró en limón. Esta variabilidad sugiere que la disponibilidad de presas, la estructura del hábitat y la competencia interespecífica pueden influir en la distribución y abundancia de estos insectos. Dichos hallazgos enfatizan la importancia de evaluar la diversidad funcional en la gestión sostenible de los agroecosistemas.

La presencia de insectos detritívoros y omnívoros resalta su papel en el reciclaje de nutrientes y la regulación de poblaciones fitófagas. Especies como *X. ferrugineus* y *Canthidium* sp. contribuyen en estos procesos ecológicos, reflejando la diversidad de interacciones en los agroecosistemas estudiados (Cutler et al., 2022; Majeed et al., 2022).

Los análisis de correlación de Pearson revelaron una fuerte influencia de las precipitaciones sobre la composición y abundancia de la entomofauna. Se

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Pearson entre abundancia de insectos en agroecosistemas de maracuyá (*Passiflora edulis*) y limón (*Citrus aurantiifolia*) en la Comuna Cereal de Bellavista, Ecuador, y precipitaciones promedio

Especie	C. maracuyá		C. limón	
	Precipitaciones	Correlación	Precipitaciones	Correlación
Spilosoma lubricipeda	0.38	Moderada	0.15	Débil
Spilomelinae sp.	0.26	Débil	0.44	Moderada
Rupela albinella	0.33	Débil	-0.21	Débil
Tethaea sp.	-0.08	Débil	-0.29	Débil
Ascalapha odorata	-0.13	Débil	--	--
Spodoptera frugiperda	0.20	Débil	-0.39	Débil
Xenophanes tryxus	0.18	Débil	-0.19	Débil
Eurodachtha sp.	-0.21	Débil	-0.27	Débil
Hoyosia codeti	0.39	Moderada	-0.32	Débil
Diaphania ameminialis	-0.30	Débil	-0.17	Débil
Hemiceras conspirata	--	--	0.65	Fuerte
Hamadryas februa	-0.30	Débil	--	--
Pedaliodes oculta	0.44	Moderada	-0.23	Débil
Citheronia brissotii	--	--	0.82	Fuerte
Erinnyis ello	-0.09	Débil	--	--
Thaumatomibia sp.	0.04	Débil	-0.14	Débil
Anobium punctatum	0.20	Débil	0.03	Débil
Calosoma alternans	--	--	-0.27	Débil
Cerambycidae sp.	0.06	Débil	-0.38	Débil
Pachydissus sp	-0.05	Débil	-0.12	Débil
Saperda inornata	-0.01	Débil	--	--
Diabrotica balteata	--	--	0.25	Débil
Harmonia axyridis	0.14	Débil	-0.36	Débil
Coccinella quinquepunctata	--	--	-0.27	Débil
Scolytus sp.	0.70	Fuerte	-0.28	Débil
Xyleborus ferrugineus	-0.28	Débil	-0.36	Débil
Lachnopus inconditus	-0.30	Débil	-0.07	Débil
Anthonomus grandis	0.08	Débil	--	--
Melanotus sp.	0.26	Débil	--	--
Melanotus villosus	0.19	Débil	-0.23	Débil
Canthidium erythropterum	-0.21	Débil	-0.35	Débil
Phanaeus splendidulus	-0.25	Débil	-0.36	Débil
Phyllophaga sp.	0.65	Fuerte	0.56	Moderada
Paederinae sp.	-0.14	Débil	-0.19	Débil
Anthophila sp.	0.23	Débil	-0.01	Débil
Lasius niger	-0.38	Débil	--	--
Pygodasis quadrimaculata	0.39	Débil	--	--
Sceliphron assimile	0.24	Débil	--	--
Vespula vulgaris	0.05	Débil	-0.32	Débil
Musca domestica	0.19	Débil	-0.35	Débil
Scaeva sp.	0.00	Débil	-0.20	Débil
Syrphus sp.	0.08	Débil	--	--
Anthocoris nemorum	--	--	-0.30	Débil
Cicada orni	0.34	Débil	0.57	Moderada
Cercopis vulnerata	--	--	0.00	Débil
Cicadella sp.	--	--	0.15	Débil
Acroleucus haemopterus	-0.09	Débil	-0.36	Débil
Lygaeus sp.	0.32	Débil	--	--
Belonochilus numenius	--	--	-0.35	Débil
Diaphorina citri	--	--	-0.41	Moderada
Cydnus aterrimus	-0.18	Débil	-0.05	Débil
Tibraca limbativentris	-0.38	Débil	-0.25	Débil
Nezara viridula	-0.45	Moderada	-0.22	Débil
Maconellicoccus hirsutus	0.30	Débil	--	--
Rhynocoris iracundus	-0.18	Débil	-0.23	Débil
Idolothrips spectrum	-0.29	Débil	-0.35	Débil
Pezothrips kellyanus	-0.32	Débil	-0.08	Débil
Caelifera sp.	-0.27	Débil	0.52	Moderada
Acheta domesticus	0.06	Débil	-0.09	Débil
Gryllotalpa sp.	-0.29	Débil	--	--
Mantis religiosa	--	--	-0.30	Débil
Chrysoperla carnea	-0.13	Débil	0.10	Débil
Blattodea sp.	0.67	Fuerte	0.55	Moderada

Tabla 4. Índices de biodiversidad de insectos en cultivos de maracuyá (*Passiflora edulis*) y limón (*Citrus aurantiifolia*) en la Comuna Cerezal de Bellavista, Ecuador

Índices de biodiversidad		
	<i>P. edulis</i>	<i>C. aurantiifolia</i>
Dominancia	0.087	0.106
Margalef	3.999	4.384
Shannon_H	2.909	2.840
Simpson_1-D	0.912	0.894
Equitabilidad J	0.799	0.759
Sørensen	80 %	

detectó una correlación significativa entre el régimen de lluvias y la abundancia de ciertas especies, como *Scolytus* sp. y *Phyllophaga* sp. en maracuyá, y *H. conspirata* en limón, lo que sugiere una respuesta directa a los cambios climáticos. Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan la sensibilidad de los insectos a las variaciones ambientales (Skendžić et al., 2021). En contraste, algunas especies mostraron una correlación moderada, lo que indica que factores como la disponibilidad de recursos alimenticios, puede modular esta relación (Bhagarathi y Maharaj, 2023). Por otro lado, la correlación débil observada en ciertas especies sugiere una menor dependencia de las precipitaciones, posiblemente debido a la especificidad del hábitat y otros factores ambientales (Ali et al., 2023).

En ecosistemas xerofíticos, la relación entre la abundancia de insectos y las precipitaciones puede ser más compleja e influenciada por la disponibilidad de agua, la temperatura y la actividad humana (Santana et al., 2023). Se ha reportado que algunos insectos del orden Coleóptera pueden migrar hacia zonas húmedas durante períodos de estrés hídrico, lo que sugiere patrones estacionales marcados (Guedes et al., 2020).

Los valores del índice de riqueza de Margalef indicaron una diversidad específica media en comparación con otros estudios (Tabla 4), lo que podría estar relacionado con los procesos de transición agroecológica implementados (Valarezo Beltrón et al., 2022). Además, el alto índice de similitud de Sørensen entre los 2 agroecosistemas sugiere que comparten una comunidad de insectos relativamente homogénea, posiblemente debido a la influencia de factores ambientales comunes en ambos agroecosistemas.

Estos resultados enfatizan la importancia de implementar prácticas de manejo sostenible que promuevan la biodiversidad y conserven hábitats naturales, asegurando el equilibrio ecológico de los agroecosistemas, así como destaca la necesidad de evaluar los efectos del cambio climático en la dinámica de las comunidades entomológicas y su papel en la producción agrícola.

Si bien este estudio contribuye significativamente al conocimiento de la biodiversidad entomológica en la provincia de Santa Elena, es importante reconocer que la composición registrada puede no representar la totalidad de la entomofauna presente, debido a la especificidad del sistema de trampas utilizado, dirigido principalmente a los órdenes Coleóptera y Lepidóptera, lo que limita la detección de otros grupos diurnos o no atraídos por la luz. Para lograr una caracterización completa, futuros estudios deberán ampliar la cobertura espacial e implementar métodos de muestreo complementarios. Así mismo, se recomienda adoptar estrategias de monitoreo que minimicen la extracción de organismos, ya que ello promueve una evaluación sostenible.

Conclusiones

La composición faunística evidenció que Coleóptera y Hemíptera fueron los órdenes más abundantes en ambos agroecosistemas, con una ligera predominancia en el cultivo de limón. Los 2 agroecosistemas presentan una alta similitud de insectos, lo que sugiere la influencia de factores ambientales comunes en su estructura y composición.

Se identificaron especies fitófagas como *Phyllophaga* sp., *N. viridula* y *A. domesticus*, las cuales pueden representar un riesgo para la productividad de los cultivos. Paralelamente, se registró una proporción considerable de insectos benéficos, entre ellos depredadores y parasitoides como *H. axyridis*, *C. carnea* y *Paederinae* sp., lo cual resalta la necesidad de conservar hábitats adecuados para su permanencia.

Finalmente, se evidenció una fuerte asociación positiva entre el régimen de lluvias y la abundancia de especies como *Scolytus* sp., *Phyllophaga* sp. y *H. conspirata*, lo que sugiere que las condiciones climáticas modulan la dinámica de la entomofauna. Estos hallazgos destacan la relevancia de considerar las variaciones ambientales en la planificación de estrategias de manejo sostenible, asegurando así la conservación de la biodiversidad y la estabilidad ecológica de los agroecosistemas.

Agradecimientos

Los investigadores agradecen al Ing. Rafael Chiado Caponet-Talbot y a su equipo técnico de la Prefectura de Santa Elena, por facilitar sus instalaciones y equipos. Al Ing. Fermín Fuente Sandoval, Gerente de los laboratorios BIOSEDINSA S.A. por la ayuda en la clasificación e identificación de los insectos.

Referencias

- Ali, H.; Hou, Y. y Tahir, M. (2023). *Climate change and insect biodiversity: Challenges and implications*. Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781003382089>
- Altieri, M. (1999). Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan Comunidad. <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- Bhagarathi, L. y Maharaj, G. (2023). Impact of climate change on insect biology, ecology, population dynamics, and pest management: A critical review. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 19(3), 541-568. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.19.3.1843>
- Cutler, G. C.; Amichot, M.; Benelli, G.; Guedes, R. N. C.; Qu, Y.; Rix, R. R.; Ullah, F. y Desneux, N. (2022). Hormesis and insects: Effects and interactions in agroecosystems. *Science of The Total Environment*, 825, 153899. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.153899>
- Debray, V.; Wezel, A.; Lambert-Derkimba, A.; Roesch, K.; Lieblein, G. y Francis, C. A. (2019). Agroecological practices for climate change adaptation in semiarid and subhumid Africa. *Agroecology and Sustainable Food Systems*, 43(4), 429-456. <https://doi.org/10.1080/21683565.2018.1509166>
- Di Renzo, J. (2017). *Infostat-Statistical software* (versión 2017) [Software]. Grupo InfoStat, FCA. <https://www.infostat.com.ar/index.php?mod=page&id=46>
- Geoportal, I. (2017). *Geoportal Ecuador - Infraestructura de datos espaciales*. <https://www.geoportalgm.gob.ec/portal/>
- Guedes, R. D. S.; Zanella, F. C. V. y Grossi, P. C. (2020). Sazonalidade na comunidade de coleóptera em duas fitofisionomias de Caatinga. *Ciência Florestal*, 30(4), 995-1007. <https://doi.org/10.5902/1980509833879>
- Hammer, Ø.; Ryan, P. D. y Harper, D. (2001). *PAST: Paleontological statistics* (n.º 1; Versión 4.16) [Software]. Blackwell Publishing. <https://archives.palarch.nl/index.php/jvp/article/view/520>
- IEE, MAGAP y CGSIN. (2012). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1:25.000*. Instituto Espacial Ecuatoriano; Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca; Coordinación General del Sistema de Información Nacional. https://www.geoportalgm.gob.ec/geodescargas/santa_elena/mt_santa_elena_clima_e_hidrologia.pdf
- Kremen, C.; Williams, N. M. y Thorp, R. W. (2002). Crop pollination from native bees at risk from agricultural intensification. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(26), 16812-16816. <https://doi.org/10.1073/pnas.262413599>
- Landis, D. A.; Wratten, S. D. y Gurr, G. M. (2000). Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Annual Review of Entomology*, 45, 175-201. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.45.1.175>
- Letourneau, D. K.; Jedlicka, J. A.; Bothwell, S. G. y Moreno, C. R. (2009). Effects of natural enemy biodiversity on the suppression of arthropod herbivores in terrestrial ecosystems. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 40, 573-592. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120320>
- Loáisiga Jarquín, F. y Jiménez-Martínez, E. (2022). Abundancia, riqueza y diversidad de insectos asociados al cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis Sims*) en Matagalpa, Nicaragua. *La Calera*, 22(39). <https://doi.org/10.5377/calera.v22i39.14807>
- Majeed, W.; Khawaja, M.; Rana, N.; Koch, E.; Naseem, R. y Nargis, S. (2022). Evaluation of insect diversity and prospects for pest management in agriculture. *International Journal of Tropical* *Insect Science*, 42, 2249-2258. <https://doi.org/10.1007/s42690-022-00747-0>
- Maji, A. y Mandal, S. (2024). Integrated pest management strategies for sustainable crop protection. *Just Agriculture*, 4(5), 162-166.
- Moraes, R. C. B.; Haddad, M. L.; Silveira Neto, S. y Reyes, E. A. L. (2003). *Software para análise faunística* [Software]. ESALQ. <http://www.lea.esalq.usp.br/softwares>
- Nooten, S.; Andrew, N. y Hughes, L. (2014). Potential impacts of climate change on insect communities: A transplant experiment. *PLoS one*, 9, e85987. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085987>
- Santa Rosa Pamplona, A. M.; Claret de Souza, A. das G.; Medeiros Costa, J. N. y Montefusco de Oliveira, M. (2023). *Armadilhas para captura de insetos associados ao capuaczeiro (*Theobroma grandiflorum*) no Amazonas*. EMBRAPA. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1160023/1/ComTec167.pdf>
- Santana, M. A. N.; Sousa, N. R. de; Filho, M. C. de O.; Salustino, A. da S.; Ribeiro, L. S.; Abreu, K. G.; Batista, M. N.; Neto, J. V. da S. y Barbosa, J. V. da S. (2023). Levantamento entomológico no sistema de base ecológica e convencional na macrorregião de Picos-PI. *Scientific Electronic Archives*, 16(1). <https://doi.org/10.36560/16120231654>
- Silveira Neto, S.; Monteiro, R. C.; Zucchi, R. A. y Moraes, R. C. B. D. (1995). Uso da análise faunística de insetos na avaliação do impacto ambiental. *Scientia Agricola*, 52(1), 9-15. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161995000100003>
- Skendžić, S.; Zovko, M.; Živković, I. P.; Lešić, V. y Lemić, D. (2021). The impact of climate change on agricultural insect pests. *Insects*, 12(5). <https://doi.org/10.3390/insects12050440>
- Soares, A. S.; Boas, J. C. V. y Silva, R. J. da. (2018). Análise faunística e flutuação populacional de eucoilíneos na cultura de abacaxi em araguatins - To. *Revista de Estudos Ambientais*, 20(1). <https://doi.org/10.7867/1983-1501.2018v20n1p6-20>
- Sparks, A. (2024). NASA POWER. Data Access Viewer. <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
- Tahir, M. (2023). *Climate change and insect biodiversity: Challenges and implications*. <https://doi.org/10.1201/9781003382089>
- Torretta, J. P. y Poggio, S. L. (2013). Species diversity of entomophilous plants and flower-visiting insects is sustained in the field margins of sunflower crops. *Journal of Natural History*, 47(3-4), 139-165. <https://doi.org/10.1080/00222933.2012.742162>
- Triplehorn, C. A. y Johnson, N. (2005). *Borror and DeLong's introduction to the study of insects* (7th ed.). Thomson Brooks.
- Valarezo Beltrón, C. O.; Saldarriaga Lucas, V. A.; Vera Montenegro, L.; Julca Otiniano, A. y Rodríguez Berrio, A. (2022). Diversidad de insectos en el cultivo de *Citrus aurantiifolia* y vegetación aledaña en dos localidades ecológicas de Ecuador. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 9(2), 44-51. <https://doi.org/10.53287/cgcj2651ps25z>
- Vásquez Ortiz, R.; Noriega Cantú, D. H.; Morales Guerra, M.; Contreras Hinojosa, J. R.; Salinas Cruz, E. y Martínez Sánchez, J. (2021). Rentabilidad del sistema de producción manejo integrado de limón mexicano en Copalillo, Guerrero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(6), 1247-1257. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i6.1908>