

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Diversidad de entomofauna asociada a sistemas de monocultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el valle de Sébaco, Nicaragua

Entomofauna diversity associated with rice (*Oryza sativa* L.) monoculture systems in the Sébaco Valley, Nicaragua

José Manuel Laguna Dávila¹, Juan Carlos Morán Centeno²

¹ MSc. Sanidad Vegetal, Dirección de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-8790-6640> / jomaj84@yahoo.es

² MSc. Agroecología y Desarrollo Sostenible, Dirección de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Agraria, ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6135-7271> / juan.moran@ci.una.edu.ni

Autor para correspondencia: juan.moran@ci.una.edu.ni



RESUMEN

La producción de arroz (*Oryza sativa* L.), es influenciada por factores climáticos, sociales y biológicas que determinan su rentabilidad. El objetivo de esta investigación fue identificar las poblaciones de entomofauna asociadas a monocultivos de arroz, durante la época lluviosa, en el municipio de Sébaco, Matagalpa, región central norte de Nicaragua del 2023. Se efectuaron monitoreos en cinco sistemas productivos, con igual manejo agronómico y fitosanitario, seleccionando diez puntos al azar, empleando 20 pases dobles de red entomológica, en forma de zig-zag. Las capturas se identificaron por orden, familia, género, por sistema productivo y etapa de desarrollo del cultivo, se empleó estadística descriptiva, inferencial e índices de diversidad (Shannon Weaver y Simpson). Se destacaron 15 familias y 19 géneros; la especie de mayor abundancia fue *Tagosodes orizicolus* (n=1 846), en la fase de maduración, seguido por *Hydrellia* sp (n=1 823), en la fase de crecimiento vegetativa, en la que se registran las mayores poblaciones. Los índices de diversidad fueron bajos en todas las etapas de desarrollo del cultivo y sistemas productivos.

Palabras clave: artrópodos, muestreo, manejo de plagas, *Tagosodes orizicolus*, biodiversidad.

ABSTRACT

Rice (*Oryza sativa* L.) production is influenced by climatic, social, and biological factors that determine its profitability. The objective of this research was to identify the entomofauna populations associated with rice monocultures during the rainy season in the municipality of Sébaco, Matagalpa, north central region of Nicaragua in 2023. Monitoring was carried out in five production systems, with the same agronomic and phytosanitary management, selecting ten points at random, using 20 double passes of an entomological net, in a zig-zag shape. The captures were identified by order, family, genus, by production system and stage of crop development; descriptive and inferential statistics and diversity indices were used (Shannon Weaver and Simpson) were used. 15 families and 19 genders were highlighted; The most abundant species was *Tagosodes orizicolus* (n=1,846) in the maturation phase, followed by *Hydrellia* sp. (n=1,823) in the vegetative growth phase, where the largest populations are recorded. Diversity indices were low at all stages of crop development and production systems.

Keywords: Arthropods, sampling, pest management, *Tagosodes orizicolus*, biodiversity.

Recibido: 27 de enero del 2025
Aceptado: 25 de abril del 2025



Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo donald.juarez@ci.una.edu.ni

Copyright 2025. Universidad Nacional Agraria (UNA).

CIENCIA DE LAS PLANTAS

El cultivo de arroz (*Oryza sativa*), es establecido bajo sistemas de monocultivos con manejo químico y ambientes húmedos, lo cual conforma un hábitat propicio para diversos artrópodos, que ejercen diferentes funciones biológicas en el sistema productivo (Osawa *et al.*, 2022). La presencia de la entomofauna varía en las diferentes etapas de desarrollo del cultivo, el manejo del productor y las condiciones ambientales, por lo tal motivo, se debe tener presente estos cambios en la planta para un manejo eficiente, se han identificado alrededor de 100 especies de insectos considerados plagas en este cultivo, sin embargo, 20 representan una amenaza económica a nivel mundial por sus hábitos alimenticios (Farah *et al.*, 2022). Estas plagas reducen hasta en un 35 % los rendimientos cada año en este cultivo al afectar diferentes etapas en el desarrollo de la planta, como es el caso del follaje, espiga y grano (García, 2021; Savary *et al.*, 2019, Vivas-Carmona *et al.*, 2017a).

En las áreas de producción de América latina los rendimientos en el cultivo de arroz han decrecido cerca de cuatro millones de toneladas en el 2015, debido a las afectaciones de factores bióticos y abióticos, siendo la entomofauna las principales plagas destructivas en los campos cultivados (Martin *et al.*, 2020). El cultivo de arroz, conlleva a la implementación de tecnologías que provocan un desequilibrio ecológico dentro del agroecosistema, como el uso de plaguicidas principalmente (Zhang *et al.*, 2013), sin embargo, la entomofauna presente brindan beneficios al ser humano, siendo en su mayoría controladores biológicos de aquellos organismos plagas, llegando a tener estabilidad a largo plazo dentro del sistema productivo de arroz (Ghiglione *et al.*, 2021; León-Burgo *et al.*, 2019; Silva *et al.*, 2019).

Dentro de estos sistemas productivos existe relaciones entre organismos con diferentes funciones tróficas, que mantienen el sistema estable ecológicamente, los controladores biológicos mantienen las poblaciones plagas en niveles bajos (He *et al.*, 2020; Obregón-Corredor *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2013). El conocimiento de la entomofauna asociada al cultivo de arroz en sus diferentes etapas de desarrollo, constituye una oportunidad en la toma de decisiones en cuanto a los métodos de control de manera efectiva empleado por los productores, para aumentar la productividad. Se propuso como objetivo identificar la entomofauna presente en el cultivo de arroz, en sus diferentes etapas de desarrollo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y condiciones del área de estudio. El estudio se efectuó en cinco sistemas productivos del municipio de Sébaco ubicado en las coordenadas 12°51' de latitud Norte y 86°06' de longitud Oeste a 107.30 kilómetros de Managua, capital de Nicaragua; la temperatura anual se encuentra entre 21 °C y 30 °C, con precipitaciones en el rango de 800 mm y 2 000 mm, distribuidas en los meses de mayo a octubre (Benavidez Meza, 2023). El sector agrícola representa la principal actividad económica del municipio y sobresalen los cultivos de arroz (*Oryza sativa* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.), maíz (*Zea mays* L), hortalizas y frutales. En la Figura 1 se presentan las condiciones de humedad relativa y temperatura ocurridas en el período de la investigación.

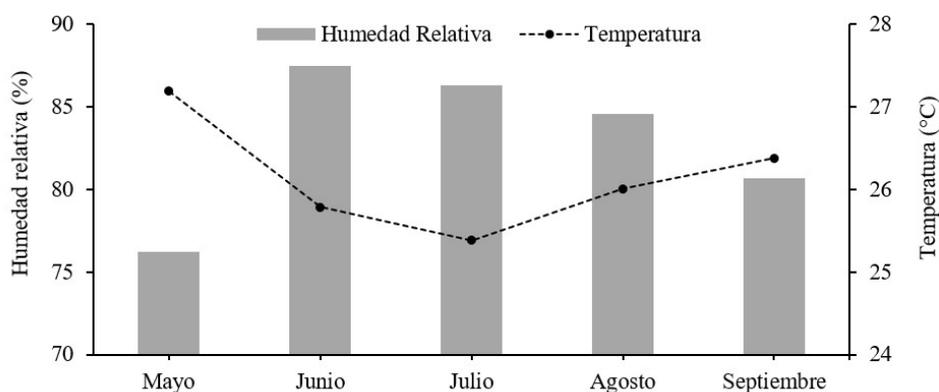


Figura 1. Humedad relativa y temperatura de la zona de estudio de mayo a septiembre del 2023.
Fuente: Finca San Benito (2023).

Selección de los sistemas productivos. En el municipio de Sébaco existen 205 productores dedicados a la producción de arroz, de estos, 61 cuentan con superficies cultivadas mayores a 50 hectáreas, se eligieron cinco sistemas productivos representativos con áreas mayores a 100 hectáreas. Se consideró que todos los sistemas productivos emplearan la misma variedad (Lazarroz), sistema de siembra (Manual) y manejo agronómico (Laguna *et al.*, 2024). La categoría de semilla empleada fue certificada con dosis de siembra iguala a 140 kg ha⁻¹ (Cuadro 1).

Diseño metodológico. La investigación fue de tipo no experimental, prospectiva y longitudinal, al ser un estudio que se limitó a registrar y observar la entomofauna durante las etapas fenológicas del cultivo de arroz en los sistemas productivos.

Muestreo de entomofauna. El muestreo para determinar la diversidad de entomofauna se efectuó seleccionando 10 puntos por finca, distribuidos de manera aleatoria en los lotes cultivados con arroz, en cada punto se efectuaron 20 pases dobles (técnica de captura de entomofauna) con una

CIENCIA DE LAS PLANTAS

red entomológica en forma de zig-zag, con una frecuencia de muestreo cada ocho días; iniciando a los ocho días después de la germinación da la semilla y finalizando a los 112 días, cuando la planta ha finalizado la etapa de maduración (Montgomery *et al.*, 2021; Sánchez-Alvarado *et al.*, 2023). La cantidad de entomofauna colectada fue conservada en alcohol al 70 %, para su traslado; en la identificación se usó un estereoscopio Carl Zeiss, modelo 475002 y se emplearon claves taxonómicas dicotómicas (Rodríguez Flores y Jiménez-Martínez, 2019) y literatura especializada (Jiménez-Martínez, 2020).

Cuadro 1. Ubicación geográfica de los sistemas productivos de arroz, Sébaco, Matagalpa, Nicaragua

Sistemas productivos	Latitud (UTM)	Longitud (UTM)	Área cultivada (ha)
El Escobillo	0593951	1418187	110
Yerba Buena	0585897	1416310	361
San Benito Agrícola	0592465	1424507	262
La Perla	0596932	1426412	119
El Plantel	0588690	1421281	196

UTM: Universal Transverse Mercator.

Variables evaluadas. Se determinó la abundancia total (cantidad de individuos capturados por sistema productivo y muestreo), asignándole hábitos alimenticios según la clasificación por orden, familia y rol trófico; también se evaluó la diversidad por sistema productivo y etapa fenológica del cultivo.

Análisis de datos. Para la evaluación de la entomofauna, se usó análisis descriptivo (Frecuencia), las variables se transformaron mediante escala logarítmica (base 10 + 1), para ajustar a la normalidad, se aplicaron modelos lineales, seleccionando el que mostró el menor valor de Akaike (AIC), declarando efecto fijo a los sistemas productivos y efecto aleatorios a los muestreos. La normalidad se comprobó mediante el Test de Bartlett, homogeneidad de

varianza (Kolmogorov-Smirnov), se empleó análisis de varianza y prueba Tukey (0.05). La diversidad se determinó considerando la frecuencia de capturas (n-veces), en cada muestreo y sistema (Índice de Shannon – Weaver), se utilizó el software R v.4.2.3 (R Core Team, 2023).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Abundancia total y hábitos alimenticios de la entomofauna. Se clasificó en ocho órdenes y 15 familias. La mayor abundancia corresponde a los órdenes Homóptera, Díptera y Hemíptera, y las familias Delphacidae, Ephydriidae y Pentatomidae, con hábitos alimenticios fitófagos, afectando directa e indirectamente al cultivo en todas las etapas fenológicas. Entre la diversidad presente sobresale *Tagosodes orizicolus* (Muir, 1926), conocida como

Sogata, seguido de *Hydrellia* sp (Mosca del fango) y *Oebalus insularis* (Stal), identificado en campo como chinche del arroz (Cuadro 2). La presencia de entomofauna que desempeña un rol ecológico fue notable, sobresalieron los depredadores que mantienen un equilibrio dentro del sistema productivo, que puede asociar al control biológico. Esta diversidad esta influenciada por el manejo agronómico y las etapas de desarrollo de la planta de arroz. Estudios de Ghiglione *et al.* (2021), Obregón-Corredor *et al.* (2021), Pérez Iglesias y Rodríguez Delgado (2019), destacan la diversidad de organismos presente en los sistemas productivos de arroz, y reportan a *Tagosodes orizicolus*, *Hydrellia* sp y *Oebalus* insulares como las plagas de mayor relevancia, debido a su capacidad de alimentarse de la savia y ser vectores de virus (VHBA),

Cuadro 2. Entomofauna clasificada según orden, familia, nombre científico, rol trófico y número de individuos, Sébaco época lluviosa 2023

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Rol trófico	Cantidad
Homóptera	Delphacidae	<i>Tagosodes orizicolus</i> (Muir, 1926)	Sogata	Fitófago	1 846
Díptera	Ephydriidae	<i>Hydrellia</i> sp. (Korytkowski, 1982)	Mosca del fango	Fitófago	1 823
	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i> sp. (Kieffer, 1906)	Mosquito mordedor	Parasitoide/depredador	238
	Sciomyzidae	<i>Sepedomerus macropus</i> (Walker, 1849)	Mosca depredadora	Depredador	174
Lepidóptera	Noctuidae	<i>Spodoptera</i> sp. (Smith, 1797)	Cogollero	Fitófago	609
Aráneae	Tetracnathidae	<i>Tetragnata</i> sp. (Walckenaer, 1841)	Araña patas largas	Depredador	539
		<i>Argiopes</i> sp. (Pallas, 1772)	Araña de jardín	Depredador	320
	Araneidae	<i>Alpaida veniliae</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	Araña tejedora	Depredador	161
		<i>Lycosa</i> sp.	Araña lobo	Depredador	3
		<i>Oxyopes</i> sp. (Latreille, 1804)	Araña lince	Depredador	64
Hemíptera	Cicadellidae	<i>Hortensia similis</i> (Walker, 1851)	Chicharrita	Fitófago	587
		<i>Empoasca</i> sp.	Lorito verde	Fitófago	350
	Berytidae	<i>Jalysus</i> sp.	Chinche pata larga	Depredador	12
	Reduviidae	<i>Zelus pedestris</i> (Fabricius, 1803)	Chinche asesina	Depredador	267
	Pentatomidae	<i>Oebalus insularis</i> (Stal, 1872)	Chinche del arroz	Fitófago	1 565
Odonata	Libellulidae	<i>Sympetrum danae</i> (Sulzer, 1776)	Libélula	Depredador	640
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linneo, 1763)	Mariquita roja	Depredador	338
		<i>Coleomegilla maculata</i> (De Geer, 1775)	Mariquita rosa	Depredador	47
Orthoptera	Tettigoniidae	<i>Conocephalus</i> sp.	Saltamontes	Fitófago	207

CIENCIA DE LAS PLANTAS

sin embargo, Vivas-Carmona *et al.* (2017b), determinaron que esta diversidad de organismos contiene especies que realizan diversas funciones ecológicas, las cuales pueden ser aprovechada por el ser humano para enfrentar los desafíos productivos.

Durante las etapas del cultivo se encontró que *Tagosodes orizicolus*, fue la especie con la mayor cantidad de individuos a partir de los 88 días después de la germinación (DDG) hasta los 112 DDG; no obstante, el comportamiento de *Hydrellia sp.*, fue notoria desde los ocho hasta los 24 días, otros organismos de menor presencia fueron *Spodoptera sp.*, y *Oebalus sp.*, registrándose entre 32 DDG y 48 DDG (Figura 2). Estos resultados confirman lo publicado por Sánchez-Alvarado *et al.* (2023), quienes indican que la presencia de poblaciones de entomofauna está en función de la etapa fenológica del cultivo.

Según el análisis de varianza a las especies de mayor abundancia, se determinó que únicamente *Tagosodes orizicolus*, mostró un comportamiento diferente en los sistemas productivos, así como, en las etapas fenológicas de la planta, en cambio *Hydrellia sp.*, y *Spodoptera sp.*, se diferenciaron en las etapas fenológicas (Cuadro 3). La abundancia de entomofauna en los sistemas productivos varía en dependencia del estado de desarrollo de la planta al proporcionarle el tejido foliar, refugio y alimento, principalmente a los controladores biológicos (Mirhosseini *et al.*, 2017; Obregón-Corredor *et al.*, 2021). Pérez Iglesias y Rodríguez Delgado (2019), destacan la presencia de artrópodos con hábitos alimenticios fitófagos, los que son similares a los encontrados en este estudio. En cuanto a la entomofauna benéfica, las arañas son las de mayor relevancia al ser depredadores generalistas, quienes regulan las poblaciones de plagas (Castillo-Carrillo *et al.*, 2021a; Castillo-Carrillo *et al.*, 2021b; Garibaldi *et al.*, 2017; Hajek y Eilenberg, 2018; Pérez-Méndez *et al.*, 2020; Vivas-Carmona *et al.*, 2017a). Así mismo, Obregón-Corredor *et al.*, (2021), publicaron que la relación entre los depredadores y la presa está determinada por la fenología de la planta y el manejo del productor, planteamiento que confirma Sánchez-Alvarado *et al.* (2023).

En las especies que se determinó diferencias significativas, fueron compradas en los sistemas

productivos, encontrando diferencias estadísticas para *Tagosodes orizicolus*, siendo La Perla el sistema productivo en el que se determinó menor presencia del este insecto, esto se debe al manejo riguroso mediante agroquímicos que el productor ejerce. En el caso de las etapas fenológicas fue mayor durante la maduración. *Hydrellia sp.* y *Spodoptera sp.*, afectaron en la fase

Cuadro 3. Significación estadística para la entomofauna registrada por sistema productivo y etapas fenológicas

Artrópodos	Sistemas productivos	Días después de germinado	R ²	CV (%)	AIC
Plagas					
<i>Tagosodes orizicolus</i>	0.020 *	0.001**	0.79	39.82	75.23
<i>Hydrellia sp.</i>	0.074 ^{NS}	0.001**	0.64	58.80	113.04
<i>Spodoptera sp.</i>	0.061 ^{NS}	0.003**	0.54	77.29	91.19
<i>Oebalus insularis</i>	0.589 ^{NS}	0.180 ^{NS}	0.65	78.81	109.33
Benéficos					
<i>Tetragnata sp.</i>	0.289 ^{NS}	0.104 ^{NS}	0.68	60.03	84.34
<i>Sympetrum danae</i>	0.608 ^{NS}	0.131 ^{NS}	0.84	74.78	77.29
<i>Argiope sp.</i>	0.224 ^{NS}	0.710 ^{NS}	0.39	84.52	85.54
<i>Cicloneda sanguinea L.</i>	0.894 ^{NS}	0.081 ^{NS}	0.56	24.46	85.20

R² = Coeficiente de determinación, CV = Coeficiente de variación, AIC = Índice de Akaike. NS = No significativo, * = Significativo (0.05), ** = Altamente significativo (0.001).

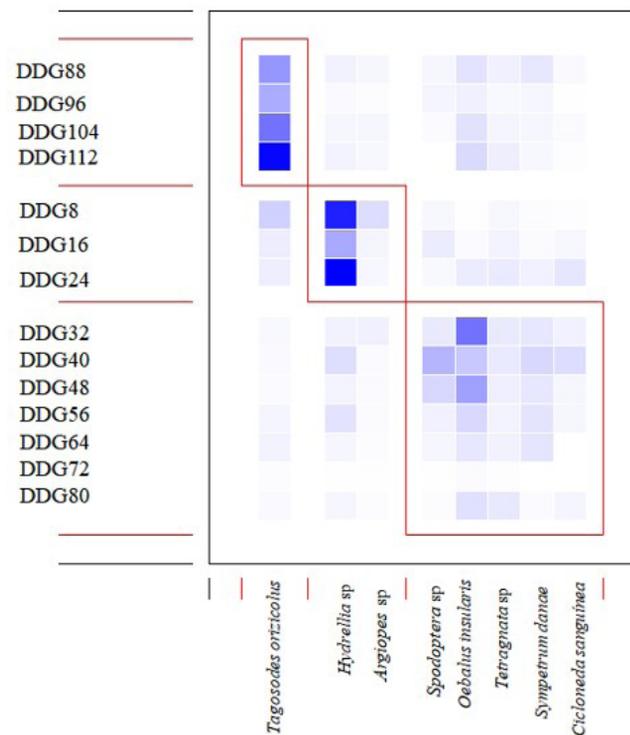


Figura 2. Asociación de las etapas de desarrollo de la planta y la entomofauna. Mayor intensidad del color denota mayor cantidad de individuos, DDG: Días después de la germinación.

Diversidad de la entomofauna. El análisis de la diversidad de entomofauna en los sistemas productivos

CIENCIA DE LAS PLANTAS

Cuadro 4. Insectos plagas por sistema productivo y etapa fenológica

Sistemas productivos	Insectos plagas		
	<i>Tagosodes orizicolus</i>	<i>Hydrellia</i> sp.	<i>Spodoptera</i> sp.
El Escobillo	27.50 ^{ab}	7.78 ^a	15.36 ^a
Yerba Buena	37.50 ^a	16.93 ^a	9.50 ^a
San Benito Agrícola	23.40 ^{ab}	22.87 ^a	5.00 ^a
La Perla	14.36 ^b	28.07 ^a	5.64 ^a
El Plantel	20.86 ^{ab}	48.00 ^a	3.71 ^a
Días después de germinado			
8	22.60 ^b	110.80 ^a	4.00 ^{abc}
16	8.80 ^b	42.40 ^{abc}	9.60 ^{abc}
24	8.20 ^b	126.40 ^{ab}	3.60 ^{abc}
32	3.60 ^b	6.40 ^{abcd}	11.00 ^{abc}
40	3.20 ^b	16.60 ^{abcd}	36.80 ^{ab}
48	2.20 ^b	5.40 ^{bcd}	20.00 ^a
56	5.00 ^b	4.40 ^{abcd}	7.00 ^{abc}
64	5.80 ^b	4.40 ^{cd}	4.60 ^{abc}
72	1.40 ^b	0.40 ^d	0.60 ^{bc}
80	3.20 ^b	4.40 ^d	1.60 ^{abc}
88	52.00 ^{ab}	6.40 ^{bcd}	4.40 ^{abc}
96	34.33 ^b	3.33 ^d	4.16 ^{abc}
104	70.00 ^{ab}	4.40 ^{cd}	2.40 ^{abc}
112	123.60 ^a	6.00 ^{bcd}	0.20 ^c

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticamente ($p < 0.05$).

y fases fenológicas del cultivo presentaron valores bajos, esto indica una diversidad y abundancia de insectos plagas relativamente baja, en el que sobresale una especie (*Tagosodes orizicolus*), lo que podría reducir la cantidad de recursos disponible para los organismos depredadores. Se

Cuadro 5. Índice de diversidad de la entomofauna asociada a los sistemas productivos y etapas fenológicas

Componentes	Índice de diversidad	
	Shannon-Weaver	Simpson
Sistemas productivos		
El Escobillo	1.74	0.77
Yerba Buena	1.76	0.78
San Benito Agrícola	1.78	0.79
La Perla	1.73	0.76
El Plantel	1.73	0.76
Índice general en los sistemas	1.49	0.76
Días después de la germinación		
8	1.08	0.50
16	1.65	0.70
24	1.26	0.52
32	1.65	0.70
40	1.96	0.84
48	1.73	0.76
56	2.02	0.85
64	1.92	0.84
72	1.16	0.51
80	1.86	0.81
88	1.78	0.76
96	1.57	0.70
104	1.49	0.66
112	1.21	0.54
Índice general por fases de desarrollo de la planta	2.48	0.90

determinó que a los 56 días después de la germinación se registró la mayor cantidad de individuos. Esto indica la dominancia de pocas especies presente en el cultivo (Cuadro 5).

El análisis de la diversidad destaca que pocas especies se asocian al cultivo de arroz, debido a que estos sistemas son manejados como monocultivos con aplicaciones calendarizadas de productos químicos, que favorecen a pocas especies, el desarrollo de resistencia a los productos químicos, manteniendo sus poblaciones constantes en el tiempo. Laguna *et al.* (2024), reportan que, en la temporada seca, *Tagosodes orizicolus* es la especie dominante, iniciando sus afectaciones en el cultivo en etapas tempranas, favorecida por las condiciones ambientales, manejo del productor y etapa de desarrollo del cultivo.

En este estudio se confirma que la baja diversidad en las explotaciones agropecuarias de arroz se debe al manejo y desarrollo de la planta, por lo que se debe mejorar el modelo productivo de cara a fortalecer aquellas especies benéficas, empleando estrategias de manejo menos dañinas para la biodiversidad, salud humana y ambiental.

CONCLUSIONES

La abundancia de la entomofauna varía en función de la fenología del cultivo. *Tagosodes orizicolus* (sogata) es la especie dominante en los sistemas productivos y etapas de desarrollo fenológico, lo que la identifica como la principal plaga del cultivo. En menor proporción, se registró la presencia de *Hydrellia* sp. y *Spodoptera* sp., cuyas incidencias se concentraron principalmente en las fases iniciales del crecimiento del cultivo. La baja diversidad registrada sugiere una alta dominancia específica (una especie), posiblemente asociada a las prácticas de manejo aplicadas por los productores en el sistema productivo.

CIENCIA DE LAS PLANTAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Benavidez Meza, C. (2023). Estrategias de vida y reciprocidad: en la laguna de Moyuá 2020-2022. *Raíces: Revista Nicaragüense de Antropología*, (12), 113-134. <https://revistas.unan.edu.ni/index.php/Raices/articulo/view/1194/1853>
- Castillo-Carrillo, P. S., Nole-Vargas, I., Calle-Ulfe, P. G. y Silva-Álvarez, J. C. (2021a). Parasitoides de la cigarrita marrón *Tagosodes orizicolus* Muir (Hemiptera: Delphacidae), insecto plaga del cultivo de arroz. *Manglar*, 18(2), 149-155. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.020>
- Castillo-Carrillo, P. S., Calle-Ulfe, P. G. y Silva-Álvarez, J. C. (2021b). Especies de arañas como agentes de control biológico natural de la “cigarrita marrón” (*Tagosodes orizicolus* Muir) en el cultivo de arroz en el valle de Tumbes. *Manglar*, 18(2), 157-168. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.021>
- Farah, S., Alvarado, A., Ovando, M. y Hasang, E. (2022). Insectos y enfermedades. En *Manejo en el cultivo del arroz* (pp. 127–147). Universidad Técnica de Babahoyo.
- Finca San Benito. (2023). *Datos climáticos. Registrado de la estación meteorológica Davis Vantage Pro2™ plus, 001D0A00BD6D*. Finca San Benito.
- García, A. L. V. (2021). Biocontrol de sogata (*Tagosodes orizicolus* Muir) mediante el uso de hongos entomopatógenos en arroz bajo condiciones de laboratorio. *Biotecnología y Sustentabilidad*, 6(2), 85-101. <https://doi.org/10.57737/biotecnologiaysust.v6i2.1263>
- Garibaldi, L. A., Gemmill-Herren, B., D’Annolfo, R., Graeub, B. E., Cunningham, S. A., & Breeze, T. D. (2017). Farming approaches for greater biodiversity, livelihoods, and food security. *Trends in ecology & evolution*, 32(1), 68-80. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2016.10.001>
- Ghiglione, C., Zumoffen, L., Dalmazzo, M. D. L. M., Strasser, R. y Attademo, A. M. (2021). Diversidad y grupos funcionales de insectos en cultivos de arroz y sus bordes bajo manejo convencional y agroecológico en Santa Fe, Argentina. *Ecología Austral*, 31(2), 261–276. <https://doi.org/10.25260/EA.21.31.2.0.1110>
- Hajek, A. E., & Eilenberg, J. (2018). *Natural enemies: an introduction to biological control*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781107280267>
- He, X., Qiao, Y., Sigsgaard, L., & Wu, X. (2020). The spider diversity and plant hopper control potential in the long-term organic paddy fields in sub-tropical area, China. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 295, e106921. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106921>
- Jiménez-Martínez, E. (2020). *Familia de insectos de Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4172>
- Laguna Dávila, J. M., Morán Centeno, J. C. y Jiménez-Martínez, E. (2024). Diversidad de artrópodos asociados al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), Sébaco, Nicaragua. *Siembra*, 11(1), e5788. <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.5788>
- León-Burgos, A. F., Murillo-Pacheco, J. I., Bautista-Zamora, D. y Quinto, J. (2019). Insectos benéficos asociados a plantas arvenses atrayentes en agroecosistemas del Piedemonte de la Orinoquia Colombiana. *Cuadernos de Biodiversidad*, (56), 1-14. https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/94267/1/CuadBio_56_01.pdf
- Martin, J. E., Bernal Jiménez, E. K., Cruz, M. G., Zhu-Salzman, K., Way, M. O., & Badillo-Vargas, I. E. (2020). Assessing the potential infection of *Tagosodes orizicolus* (Hemiptera: Delphacidae) by rice hoja blanca virus in Texas. *Journal of economic entomology*, 113(2), 1018-1022. <https://doi.org/10.1093/jee/toz321>
- Mirhosseini, M. A., Fathipour, Y., & Reddy, G. V. P. (2017). Arthropod development’s response to temperature: a review and new software for modeling. *Annals of the Entomological Society of America*, 110(6), 507-520. <https://doi.org/10.1093/aesa/sax071>
- Montgomery, G. A., Belitz, M. W., Guralnick, R. P., & Tingley, M. W. (2021). Standards and best practices for monitoring and benchmarking insects. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 1-18. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.579193>
- Obregón-Corredor, D., Hernández-Guzmán, F. J. y Rios-Moyano, D. K. (2021). Efecto de los factores climáticos, variedades y densidades de siembra en la dinámica de artrópodos en cultivos de arroz en Yopal-Casanare, Colombia. *Revista Colombiana de Entomología*, 47(1). <https://doi.org/10.25100/socolen.v47i1.9364>
- Osawa, T., Nishida, T., & Oka, T. (2022). Paddy Fields as Green Infrastructure: Their Ecosystem Services and Threatening Drivers. In N. Futoshi (Ed.), *Green Infrastructure and Climate Change Adaptation* (pp. 135–159). Ecological Research Monographs. https://doi.org/10.1007/978-981-16-6791-6_9
- Pérez Iglesias, H. I. y Rodríguez Delgado, I. (2019). Manejo integrado de los principales insectos-plaga que afectan el cultivo de arroz en Ecuador. *IOSR Journal of Engineering*, 9(5), 53-61. http://iosrjen.org/Papers/vol9_issue5/Series-1/H0905015361.pdf
- Pérez-Méndez, N., Pla, E., Tomás, N., Bartomeu, A., Ferré, O. y Catala-Fornier, M. (2020). Márgenes verdes como estrategia para favorecer la diversidad de enemigos naturales de plagas en el cultivo del arroz. *Ecología Austral*, 30, 465-471. <https://doi.org/10.25260/EA.20.30.3.0.1122>
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing* (Version 4.3.1) [Computer software]. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Rodríguez Flores, O. y Jiménez Martínez, E. (2019). *Órdenes de insectos de importancia agrícola en Nicaragua: identificación y diagnóstico*. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4035>
- Sánchez-Alvarado, E., Herrera-Reyes, S., Suárez Arellano, C., Gavilán Luna, F., Valarezo-Rivera, N. y España Valencia, P. (2023). Monitoreo de insectos plaga mediante SIG aplicados al cultivo de *Oryza sativa* L. en Naranjal, Ecuador. *Manglar*, 20(1), 59-67. <https://doi.org/10.57188/manglar.2023.007>

CIENCIA DE LAS PLANTAS

- Savary, S., Willocquet, L., Pethybridge, S. J., Esker, P., McRoberts, N., & Nelson, A. (2019). The global burden of pathogens and pests on major food crops. *Nature ecology & evolution*, 3(3), 430-439. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0793-y>
- Silva, G. S., Jahnke, S. M., & Johnson, N. F. (2019). Riparian forest fragments in rice fields under different management: differences on hymenopteran parasitoids diversity. *Brazilian Journal of Biology*, 80, 122-132. <https://doi.org/10.1590/1519-6984.194760>
- Vivas-Carmona, L. E., Astudillo-García, D. H. y Monasterio-Piñero, P. P. (2017a). Fluctuación poblacional del insecto sogata, *Tagosodes orizicolus* empleando una trampa de luz y su relación con variables climáticas en Calabozo Estado Guárico, Venezuela. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 70-79. <http://ucbconocimiento.cba.ucb.edu.bo/index.php/JSAB/article/view/122>
- Vivas-Carmona, L. E. y Astudillo-García, D. H. (2017b). Cuatro especies de arácnidos (Arachnida: Araneae) en arrozales de Calabozo Estado Guárico, Venezuela. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 116-123. <https://doi.org/10.36610/j.jsab.2017.050200116>
- Zhang, J., Zheng, X., Jian, H., Qin, X., Yuan, F., & Zhang, R. (2013). Arthropod biodiversity and community structures of organic rice ecosystems in Guangdong Province, China. *Florida Entomologist*, 96(1), 1-9. <https://doi.org/10.1653/024.096.0101>