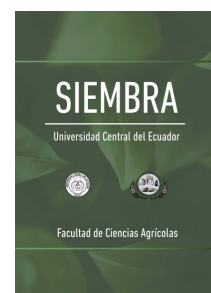


Diversidad de artrópodos asociados al cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), Sébaco, Nicaragua

Diversity of arthropods associated with rice cultivation (*Oryza sativa* L.), Sébaco, Nicaragua

José Manuel Laguna Dávila¹, Juan Carlos Morán Centeno²,
Edgardo Jiménez-Martínez³



Siembra 11 (1) (2024): e5788

Recibido: 01/11/2023 Revisado: 11/12/2023 / 06/02/2024 Aceptado: 19/02/2024

¹ Universidad Nacional Agraria. Facultad de Agronomía. Km 12.5 Carretera panamericana Norte. Managua, Nicaragua.

✉ jomaj84@yahoo.es

📄 <https://orcid.org/0009-0002-8790-6640>

² Universidad Nacional Agraria. Departamento de Producción Vegetal. Facultad de Agronomía. Km 12.5 Carretera panamericana Norte. Managua, Nicaragua.

✉ juan.moran@ci.una.edu.ni

📄 <https://orcid.org/0000-0001-6135-7271>

³ Universidad Nacional Agraria. Departamento de Protección Agrícola y Forestal. Facultad de Agronomía. Km 12.5 Carretera panamericana Norte. Managua, Nicaragua.

✉ edgardo.jimenez8@gmail.com

📄 <https://orcid.org/0000-0003-1086-7380>

*Autor de correspondencia:
jomaj84@yahoo.es

Resumen

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) representa una fuente de energía de importancia en la dieta humana, y en Nicaragua constituye un sustancial componente de la dieta de la población. El presente estudio fue exploratorio y tuvo como objetivo determinar la diversidad de artrópodos asociada al cultivo de arroz en el municipio de Sébaco, en el ciclo agrícola 2022-2023, una región intensiva en la producción de arroz. Se seleccionaron sistemas productivos con extensiones mayores a 100 hectáreas, en donde se empleó igual manejo agronómico y fitosanitario. Para el monitoreo de la entomofauna, en cada sistema productivo se seleccionaron diez puntos al azar y en cada punto se emplearon 20 pases dobles en forma de zig-zag con red entomológica. Se cuantificó el número de individuos por orden y familia; para el análisis de diversidad se agruparon por sus hábitos alimenticios. La información de la abundancia y riqueza se analizó mediante estudio descriptivo, análisis de varianza e índice de diversidad de Shannon Weaver y Simpson. Se encontraron siete órdenes, 13 familias y 16 géneros, la mayoría del hábito fitófago. La mayor abundancia correspondió a la especie *T. orizicolus* Muir (n=46.663), reportada en la fase reproductiva y maduración. Así mismo, *Hydrellia* sp (n=5.229), presentó las mayores poblaciones en la fase vegetativa. Dentro de los organismos benéficos sobresalieron las arañas (n=1.523) y *Atrichopogum* sp (n=419). Los índices de diversidad fueron bajos tanto en los sistemas productivos como en las diferentes fases fenológicas del cultivo.

Palabras clave: diversidad, *Tagosodes orizicolus*, artrópodos, *Oryza sativa*.

Abstract

Rice (*Oryza sativa* L.) is an important source of energy in the human diet; and, in Nicaragua, it constitutes a substantial component of the population's diet. The present study was exploratory, and aimed to determine the diversity of arthropods associated with rice cultivation in the municipality of Sébaco, an intensive rice production region, in the 2022-2023 agricultural cycle. Production systems with extensions over 100 hectares, where equal agronomic and phytosanitary management was used, were selected. For entomofauna monitoring, ten points were randomly selected in each production system, and at each point, and 20 double zigzag passes with

SIEMBRA

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/SIEMBRA>

ISSN-e: 2477-8850

Periodicidad: semestral

vol. 11, núm 1, 2024

siembra.fag@uce.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.29166/siembra.v11i1.5788>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

entomological nets were used at each point. The number of individuals per order and family was quantified. For the diversity analysis, they were grouped according to their feeding habits. Abundance and richness information was analyzed using descriptive analysis, analysis of variance, and Shannon Weaver and Simpson's diversity index. Seven orders, 13 families, and 16 genera were found, most of them of the phytophagous habit. The highest abundance corresponded to the species *T. orizicolus* Muir ($n = 46,663$), reported in the reproductive and maturation phases. Likewise, *Hydrellia* sp ($n = 5,229$) presented the largest populations in the vegetative phase. Among the beneficial organisms, siders ($n = 1,523$) and *Atrichopogum* sp ($n = 419$) stood out. Diversity indices were low both in the production systems and in the different phenological phases of the crop.

Keywords: diversity, *Tagosodes orizicolus*, arthropod, *Oryza sativa*

1. Introducción

La agricultura representa la base alimenticia de la población mundial y el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), es un cereal ampliamente cultivado en todas las regiones tropicales y subtropicales (Bridgewater et al., 2019; Ghiglione et al., 2021). Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2018), el arroz proporciona en promedio un 20 % del suministro de energía alimentaria del mundo. Su consumo es predominante en países de Asia, África y Latinoamérica, donde llegan a proporcionar entre 30 y 70 % de la energía alimentaria. Particularmente, en zonas más pobres se considera una fuente esencial de nutrientes y calorías en la dieta diaria (Troncoso-Sepúlveda, 2019).

El arroz es cultivado empleando técnicas convencionales, que conllevan la implementación de pesticidas químicos, que provocan resistencias de los organismos plagas (Zhang et al., 2013) y afectan la biodiversidad benéfica que ejercen control natural (León-Burgos et al., 2019). Se estima que las plagas son responsables de causar pérdidas del 35 % de la producción de arroz (Vivas-Carmona et al., 2017). De acuerdo con el Instituto Nacional de Información de Desarrollo (INIDE, 2012), en Nicaragua el arroz abarca aproximadamente 85 mil hectáreas en la época de lluvias y representa el 64 % del área total de producción. Asimismo, se menciona que los principales problemas que enfrenta la producción de arroz en el país son los rendimientos bajos (promedio nacional de $1,4 \text{ t ha}^{-1}$) e irregulares, escasez de variedades mejoradas adaptadas a la variabilidad climática y sistemas poco tecnificados (INIDE, 2012).

En el cultivo de arroz, se encuentran diversos organismos que representa un componente clave en el funcionamiento del agroecosistema, brindando algún beneficio al ser humano de manera directa o indirecta (León-Burgos et al., 2019; Ghiglione et al., 2021). Se ha reportado que los sistemas productivos de arroz son estables a largo plazo, favoreciendo la estabilidad de las poblaciones de insectos (Silva et al., 2019). De hecho, en el agroecosistema de arroz, se encuentran relaciones entre organismos con diferentes roles tróficos (depredadores, parasitoides y fitófagos), dentro de estos grupos funcionales sobresalen las arañas (Tetragnathidae y Lycosidae), avispas parasitoides y chinches depredadores que controlan a los artrópodos plagas del cultivo en épocas tempranas y tardías (He et al., 2020; Obregón-Corredor et al., 2021; Zhang et al., 2013).

Considerando los constantes cambios en los escenarios climáticos (Lamichhane et al., 2015) y en la búsqueda del conocimiento de la diversidad del agroecosistema de arroz, como una herramienta para implementar un manejo integrado de plagas, en este estudio se propuso como objetivo determinar la diversidad de artrópodos asociada al cultivo de arroz, en el municipio de Sébaco, Matagalpa en Nicaragua.

2. Materiales y Métodos

2.1. Condiciones climáticas y ubicación del área de estudio

El municipio de Sébaco pertenece al departamento de Matagalpa. Se localiza entre las coordenadas $12^{\circ} 51'$ de latitud norte y $86^{\circ} 06'$ de longitud oeste. El clima se caracteriza por presentar temperatura media anual entre los 21 y 30°C , la precipitación varía de 800 a 2.000 mm anuales, con una altitud promedio de $466,8$ m s. n. m. y con base en la distribución del clima se ha definido dos tipos de épocas: la época seca de noviembre-abril y época lluviosa de mayo-octubre (Benavidez Meza, 2023). Durante la ejecución del estudio se ubicó una estación meteorológica (Davis Vantage Pro2™ plus, 001D0A00BD6D) propiedad de Formuladora Nicaragüense Hanon Talavera [FORMUNICA], ubicada en la finca San Benito Agrícola, registrando las temperaturas, humedad relativa y precipitaciones (Figura 1).

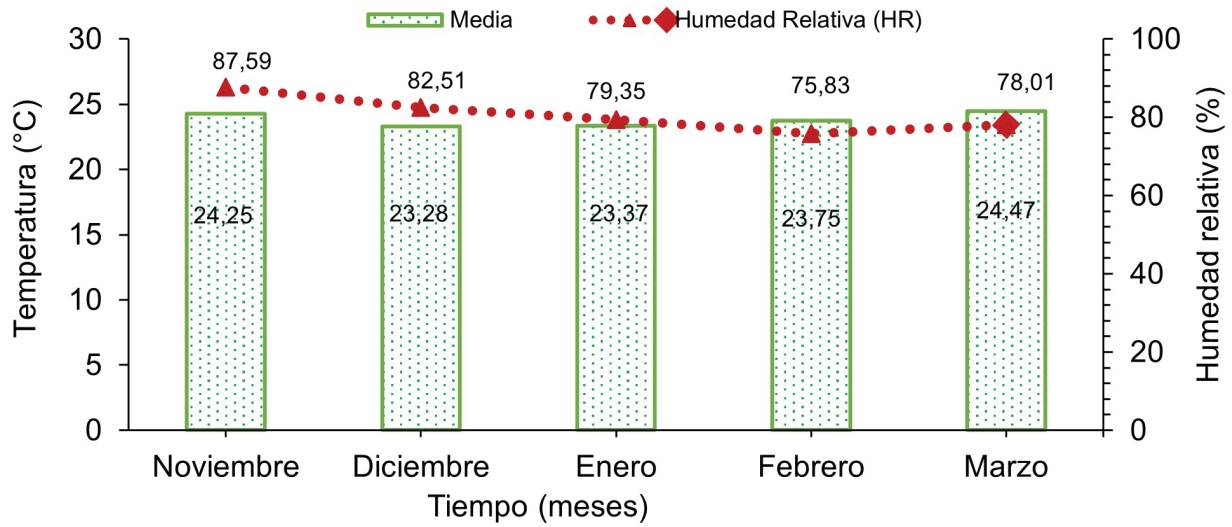


Figura 1. Datos climáticos durante el desarrollo del estudio de investigación, Valle de Sébaco, Matagalpa, época seca 2022-2023 (Davis Vantage Pro2™ plus, 001D0A00BD6D).

Figure 1. Climate data during the development of the research study, Sébaco Valley, Matagalpa, dry season 2022-2023 (Davis Vantage Pro2™ plus, 001D0A00BD6D).

2.2. Selección de las fincas, variedades y condiciones de siembra

INIDE (2012) reportó un total de 205 productores, de estos, 61 productores cultivan extensiones mayores a las 50 hectáreas, los restantes cultivan áreas menores. Se realizó un recorrido de prospección por el municipio, en donde se seleccionaron sistemas productivos mayores a 100 hectáreas establecidas con arroz y se consideró que todos los sistemas emplearan el mismo manejo agronómico y fitosanitario del cultivo. Las variedades cultivadas fueron: Lazarroz, INTA-Dorado, IRGA-424 e Irval. Se empleó la siembra directa (maquinaria) con labranza mínima en los sistemas San Benito Agrícola, El Plantel, Yerba Buena, mientras que en las fincas restantes se empleó labranza convencional (Fanguero) con 140 kg ha⁻¹ de semilla certificada. El manejo agronómico consistió en fertilización, manejo de arvenses y aplicaciones de productos químicos (agroquímicos) para el manejo de plagas y enfermedades (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación geográfica de fincas arroceras, Valle de Sébaco-Matagalpa, Nicaragua.

Table 1. Geographical location of rice farms, Valle de Sébaco-Matagalpa, Nicaragua.

N.º	Sistemas productivos	Variedad	m s.n.m.*	Latitud (UTM)	Longitud (UTM**)	Tipo de siembra	Área (ha)
1	El Escobillo	Lazarroz	469	0593951	1418187	Fanguero	110
2	Yerba Buena	INTA-Dorado	464	0585897	1416310	Directa	361
3	San Benito Agrícola	INTA-Dorado	473	0592465	1424507	Directa	262
4	La Perla	IRGA-424	474	0596932	1426412	Fanguero	119
5	El Plantel	Irval	464	0588690	1421281	Directa	196

* m s.n.m.: Metros sobre el nivel del mar / Meters above sea level

** UTM: Universal Transverse Mercator. / Universal Transverse Mercator.

2.3. Identificación y monitoreo de artrópodos

Para analizar la diversidad de artrópodos en términos de riqueza y abundancia, se realizaron muestreos, en los cuales se seleccionaron diez puntos en cada sistema productivo y en cada punto se efectuaron 20 pases doble en zig-zag con una red entomológica, de manera que quedaran bien distribuidos, empleando el muestreo de captura de golpe (Montgomery et al., 2021). Los artrópodos colectados fueron conservados en alcohol al 70 %,

para su posterior identificación en laboratorio, se empleó un estereoscopio (Carl Zeiss, modelo 475002), claves taxonómicas dicotómicas (Rodríguez Flores y Jiménez Martínez, 2019), se consultó literatura especializada de insectos de interés agrícola en Nicaragua (Jiménez-Martínez, 2020). Las labores de monitoreo se realizaron a partir de los ocho días después de la germinación del cultivo de arroz (Obregón-Corredor et al., 2021; Sánchez-Alvarado et al., 2023). Las capturas se relacionaron con las etapas fenológicas del cultivo.

2.4. Análisis de la información

El estudio fue exploratorio, ya que se limitó a la descripción del comportamiento de los artrópodos presentes en los sistemas bajo estudio en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. De acuerdo con la metodología utilizada por Obregón-Corredor et al. (2021), los datos colectados se ordenaron por orden y familia taxonómica, seguidamente se asignó el rol trófico (morfofoto), en el sistema productivo, a cada individuo colectado. Se empleó análisis descriptivo (frecuencia), para las variables de estudios, se transformaron mediante escala logarítmica (base 10), para ajustar los datos a la normalidad. Los datos se sometieron a normalidad (prueba de Bartlett) y homogeneidad de varianza (prueba de Kolmogorov-Smirnov), se emplearon modelos lineales, declarando los sistemas productivos como efecto fijo y los muestreos como efectos aleatorios, seleccionando el modelo con el menor valor AIC (Akaike). Asimismo, se aplicó el Índice de Shannon Weaver e índice de Simpson, y los valores promedios fueron comparados con la prueba Tukey HSD ($p < 0,05$). Se usó el software estadístico R v.4.2.3 (R Core Team, 2023).

3. Resultados y Discusión

La evaluación de los diferentes artrópodos, en los sistemas productivos, variedades cultivadas y etapas de desarrollo de la planta de arroz, determinó que la abundancia de la especie *T. orizicolus*, fue significativo, así también, *Hydrellia* sp., *Atrichopogum* sp, *Tetragnata* sp. y *Argiopes* sp. mostraron un comportamiento diferente en las fases de desarrollo del cultivo. Un aspecto importante por mencionar es que los artrópodos tienen un comportamiento similar en las diferentes variedades establecidas de arroz, lo que posiblemente sea susceptible a las afectaciones por estos organismos (Tabla 2). En cuanto a la dinámica poblacional, los artrópodos varían con las etapas fenológicas del cultivo, siendo la etapa vegetativa en donde las poblaciones son menores (Albertini, 2022), y este resultado se relaciona con lo reportado por Benites Ronquillo (2019), donde se indica que la abundancia de insectos se relaciona con la etapa de desarrollo del cultivo.

Tabla 2. Diferencias significativas para los artrópodos registrados en los sistemas de producción de arroz en el valle de Sébaco, Matagalpa, Nicaragua.†

Table 2. Statistical significance for arthropods recorded in rice production systems in the Sébaco valley, Matagalpa, Nicaragua.†

Artrópodos	Sistemas productivos	Días después de la germinación	Variedades	R ²	AIC
<i>Tagosodes orizicolus</i> (Muir)	0,0318*	0,0001**	0,0487*	0,84	40,65
<i>Hydrellia</i> sp.	0,6290 ^{NS}	0,0001**	0,7160 ^{NS}	0,55	78,37
<i>Spodoptera</i> sp.	0,0526 ^{NS}	0,0605 ^{NS}	0,0546 ^{NS}	0,65	75,01
<i>Atrichopogum</i> sp.	0,9780 ^{NS}	0,0001**	0,0830 ^{NS}	0,78	78,95
<i>Tetragnata</i> sp.	0,5300 ^{NS}	0,0001**	0,1210 ^{NS}	0,73	94,88
<i>Argiopes</i> sp.	0,4589 ^{NS}	0,0095**	0,0098**	0,66	86,69

† R² = Coeficiente de determinación, AIC = Valor de Akaike. ^{NS} = No Significativo ($\infty > 0,05$), * = Significativo ($\infty \leq 0,05$), ** = Altamente significativo ($\infty \leq 0,01$). / R² = Coefficient of determination, AIC = Akaike value. ^{NS} = Not significant ($\infty > 0,05$), * = Significant ($\infty \leq 0,05$), ** = Highly significant ($\infty \leq 0,01$).

3.1. Distribución y hábitos alimenticios de artrópodos

Se cuantificaron en total 56.610 artrópodos durante el periodo de investigación, distribuidos en siete órdenes, 13 familias y 16 géneros. Los ordenes Homóptera, Díptera, Lepidóptera, fueron los de mayor representatividad, al igual que las familias Delphacidae, Ephydriidae y Noctuidae. Las especies con mayor abundancia fueron

T. orizicolus, seguida de *Hydrellia* sp. y *Spodoptera* sp. Estos resultados evidencian la diversidad de artrópodos presentes en el cultivo de arroz y concuerdan con los estudios previos realizados por Pérez Iglesias y Rodríguez Delgado (2019), Ghiglione et al. (2021), Obregón-Corredor et al. (2021). En cuanto a la distribución por hábitos alimenticios, en su mayoría corresponden a fitófagos, donde la especie *T. orizicolus* es de interés dado que fue la principal plaga reportada para el cultivo. Sin embargo, se identificaron 10 especies depredadoras y una especie parasitoide (Tabla 3). Estos registros corresponden con los reportados en el estudio realizado por Vivas-Carmona et al. (2017), donde se reporta que *T. orizicolus* es la plaga de mayor importancia para el cultivo de arroz, siendo abundante en la época seca. Todos estos registros de los artrópodos, confirman que en los sistemas productivos de arroz hay una diversidad funcional, donde los artrópodos pueden desempeñar diversas funciones ecológicas (León-Burgos et al., 2019; Obregón-Corredor et al., 2021).

Tabla 3. Abundancia de artrópodos y hábito alimenticio encontrados en el cultivo de arroz en el Valle de Sébaco, Matagalpa época seca 2022-2023.

Table 3. Abundance of arthropods and feeding habit found in rice cultivation in the Sébaco Valley, Matagalpa dry season 2022-2023.

Orden	Familia	Especie/Morfoespecie	Rol trófico	Cantidad
Homoptera	Delphacidae	<i>Togosodes orizicolus</i> (Muir, 1926)	Fitófago	46.663
Diptera	Ephydriidae	<i>Hydrellia</i> sp. (Korytkowski, 1982)	Fitófago	5.229
	Ceratopogonidae	<i>Atrichopogon</i> sp. (Kieffer, 1906)	Parasitoides	419
	Sciomyzidae	<i>Sepedomerus macropus</i> (Walker, 1849)	Depredador	204
Lepidoptera	Noctuidae	<i>Spodoptera</i> sp. (Smith, 1797)	Fitófago	1.544
Araneae	Tetracnathidae	<i>Tetragnata</i> sp. (Walckenaer, 1841)	Depredador	1.104
	Araneidae	<i>Argiopes</i> sp. (Pallas, 1772)	Depredador	388
		<i>Alpaida veniliae</i> (O. Pickard-Cambridge, 1889)	Depredador	31
	Oxyopidae	<i>Oxiopes</i> sp. (Latreille, 1804)	Depredador	53
Hemiptera	Cicadellidae	<i>Hortensia similis</i> (Walker, 1851)	Fitófago	247
		<i>Empoasca</i> sp.	Fitófago	60
	Reduviidae	<i>Zelus pedestris</i> (Fabricius, 1803)	Depredador	170
	Pentatomidae	<i>Oebalus insularis</i> (Stal, 1872)	Fitófago	65
Odonata	Libellulidae	<i>Sympetrum danae</i> (Sulzer, 1776)	Depredador	191
Coleoptera	Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i> (Linneo, 1763)	Depredador	191
		<i>Coleomegilla maculata</i> (De Geer, 1775)	Depredador	51

En todo el ciclo del cultivo se encontró presente *T. orizicolus*, con mayor abundancia en la fase de primordio (60-65 días después de la germinación - DDG), no obstante, el comportamiento de *Hydrellia* sp. y *Spodoptera* sp., correspondieron a las primeras etapas de desarrollo del cultivo (antes de 60 DDG). Sánchez-Alvarado et al. (2023) determinaron que la dinámica poblacional y la abundancia de cada especie varía en función de las etapas fenológicas del cultivo de arroz y con estos resultados se demuestra la preferencia de ciertas especies de plagas según las etapas de desarrollo del cultivo. Únicamente *T. orizicolus*, mostró un comportamiento diferente en los sistemas productivos, fases de desarrollo del cultivo y variedades establecidas, siendo las mayores poblaciones reportadas al final de la fase reproductiva y durante toda la fase de maduración. Caso contrario ocurrió con *Hydrellia* sp., donde su mayor población se contabilizó en la fase vegetativa e inicio de la reproductiva, mientras que las poblaciones de *Spodoptera* sp. se comportaron constantes en todas las fases de desarrollo del cultivo (Tabla 4). Esto coincide con lo encontrado por Vivas-Carmona et al. (2017), quienes mencionan a *T. orizicolus* como la principal plaga de arroz, en las regiones tropicales del continente americano, siendo sus poblaciones más abundantes en los meses (marzo- abril) de la época seca.

3.2. Abundancia de los principales artrópodos benéficos

La abundancia de artrópodos benéficos fue similar en todos los sistemas productivos, sin embargo, se destacan dos órdenes: Araneae y Diptera. De los registros de los artrópodos benéficos sobresalen dos especies de mucha

Tabla 4. Abundancia de insectos plagas en el cultivo de arroz en el Valle de Sébaco, Matagalpa, época seca del 2022-2023.*
Table 4. Abundance of insect pests in rice crop in the Sébaco Valley, Matagalpa, dry season of 2022-2023.*

Sistemas productivos		<i>Tagosodes orizicolus</i>	<i>Hydrellia</i> sp	<i>Spodoptera</i> sp
		$\mu \pm \delta$	$\mu \pm \delta$	$\mu \pm \delta$
El Escobillo		54,53±31,64 b	5,98±14,93 a	0,98±1,32 a
Yerba Buena		107,48±113,54 a	11,79±18,40 a	3,59±5,80 a
San Benito Agrícola		59,49±35,05 b	9,98±12,92 a	0,96±1,21 a
La Perla		55,32±32,34 b	7,38±12,45 a	4,60±9,92 a
El Plantel		56,49±31,80 b	2,19±2,34 a	0,91±1,50 a
Días después de germinado				
8	Fase vegetativa	10,82±2,33 g	29,04±27,86 a	0,10±0,17 a
16		17,00±4,92 fg	13,94±13,49 a	6,08±9,53 a
24		25,22±3,68 efg	18,00±19,74 a	3,60±2,16 a
32		30,94±22,07 def	18,12±18,85 a	1,78±1,86 a
40	Fase reproductiva	38,86±2,77 def	5,62±4,04 a	5,40±10,01 a
48		47,58±5,92 def	9,48±5,95 a	7,90±13,25 a
56		53,32±5,12 bcde	4,08±1,76 a	2,04±2,17 a
64		61,64±5,64 bcd	1,34±0,80 a	1,34±1,03 a
72		68,48±6,14 abcd	2,32±1,07 a	0,84±1,45 a
80		76,48±8,22 abc	0,80±0,62 a	0,50±0,71 a
88	Fase de maduración	89,40±13,13 abc	0,28±0,41 a	0,50±0,62 a
96		133,64±86,46 ab	0,94±0,62 a	0,60±1,02 a
104		164,22±143,85 a	0,46±0,65 a	0,20±0,45 a
112		115,66±20,58 a	0,12±0,18 a	0,00±0,00 a
Variedades				
Lazarroz		54,53±31,67 b	5,98±14,93 a	0,98±1,32 a
INTA-Dorado		83,48±85,99 a	10,89±15,63 a	2,27±4,32 a
IRGA-424		55,32±32,34 b	7,38±12,45 a	4,59±9,92 a
Irval		56,49±31,80 ab	2,19±2,34 a	0,91±1,50 a

*Medias con letras diferentes denotan diferencia significativa ($p < 0,05$), μ = Promedio; δ = Desviación estándar / Means with different letters denote significant difference ($p < 0,05$), μ = Mean; δ = Standard deviation

importancia: *Tetragnata* sp. y *Argiopes* sp., siendo consideradas abundantes y de hábito alimenticio depredador. De igual forma dentro del orden de dípteros se destacan *Atrichopogon* sp., siendo la fase reproductiva y de maduración donde se reportan la mayor cantidad de artrópodos benéficos, esto podría relacionarse directamente con la presencia de organismos plagas en el cultivo. Investigación realizada por Castillo-Carrillo et al. (2021) reporta que las arañas, constituyen un control natural de *T. orizicolus* en el cultivo de arroz, regulando la densidad poblacional. En otro estudio realizado por Obregón-Corredor et al. (2021) mencionan que la relación depredador/presa varía en dependencia de la fenología del cultivo y el manejo que el productor realice, coincidiendo con los resultados encontrados en este estudio (Tabla 5).

3.3. Índice de diversidad de artrópodos asociadas al cultivo de arroz

El análisis de la diversidad de artrópodos asociados al cultivo de arroz, indica que existe una gran cantidad de individuos, sin embargo, están contenidos en pocas especies y familias. En los sistemas productivos se determinó mediante el índice de Shannon-Weaver e índice de Simpson, una baja diversidad de artrópodos, indicando la presencia de una especie dominante (*T. orizicolus*), al analizar las fases fenológicas del cultivo (DDG), se encontró que la mayor diversidad se manifestó desde los 16 hasta los 48 días (inicio de macollamiento hasta máximo macollamiento del cultivo). En el cultivo de arroz, al ser un monocultivo, las plagas son manejadas mediante el uso de productos químicos de forma calendarizada, lo que posiblemente ha generado resistencia

Tabla 5. Abundancia de artrópodos benéficos en el cultivo de arroz en el Valle de Sébaco, Matagalpa, época seca del 2022-2023.
Table 5. Abundance of beneficial arthropods in rice crop in the Sébaco Valley, Matagalpa, dry season of 2022-2023.

Sistemas productivos		<i>Atrichopogum</i> sp	<i>Tetragnata</i> sp	<i>Argiopes</i> sp
		$\mu \pm \delta$	$\mu \pm \delta$	$\mu \pm \delta$
El Escobillo		0,22±0,29 a	3,00±3,87 a	1,08±1,31 a
Yerba Buena		1,37±2,02 a	1,79±2,89 a	0,21±0,26 a
San Benito Agrícola		0,75±0,79 a	1,04±0,99 a	0,55±0,59 a
La Perla		0,09±0,13 a	1,15±1,43 a	0,41±0,37 a
El Plantel		0,56±1,21 a	0,88±0,98 a	0,51±1,29 a
Días después de germinado				
8	Fase vegetativa	0,00±0,00 c	0,00±0,00 b	0,10±0,10 a
16		0,02±0,04 c	0,16±0,21 ab	0,18±0,17 a
24		0,00±0,00 c	0,20±0,39 ab	0,08±0,08 a
32		0,00±0,00 c	0,34±0,35 ab	0,10±0,14 a
40	Fase reproductiva	0,20±0,25 c	0,50±0,54 ab	0,16±0,15 a
48		0,12±0,13 c	1,24±0,90 ab	0,58±0,67 a
56		0,10±0,14 c	1,26±1,73 ab	1,00±1,11 a
64		0,92±0,89 abc	1,56±2,73 ab	0,78±0,90 a
72		0,66±0,79 bc	3,84±2,72 ab	1,20±1,49 a
80		1,04±1,44 abc	4,76±4,82 a	1,08±1,21 a
88	Fase de maduración	0,42±0,58 c	1,86±1,23 ab	1,60±1,93 a
96		0,90±0,77 abc	1,94±1,13 ab	0,28±0,27 a
104		2,14±2,57 a	3,32±4,25 ab	0,52±0,19 a
112		1,86±2,21 ab	1,04±0,92 ab	0,10±0,17 a
Variedades				
Lazarroz		0,22±0,29 a	3,00±3,83 a	1,07±1,31 a
INTA-Dorado		1,06±1,54 a	1,42±2,16 a	0,38±0,48 a
IRGA-424		0,09±0,13 a	1,15±1,43 a	0,41±0,37 a
Irval		0,55±1,21 a	0,88±0,98 a	0,51±1,29 a

*Medias con letras diferentes denotan diferencia significativa ($p < 0,05$), μ = Promedio; δ = Desviación estándar / Means with different letters denote significant difference ($p < 0,05$), μ = Mean; δ = Standard deviation

en estos artrópodos presentes en los sistemas de producción (Tabla 6). Vivas-Carmona et al. (2017), en un estudio realizado mencionan que las mayores poblaciones de *T. orizicolus*, se relacionan con la época del año, fase de desarrollo del cultivo; asimismo, Obregon-Corredor et al. (2021) reportaron que, producto de las relaciones tróficas de las especies, se pueden encontrar bajas o altas densidades de organismos, y que la fase de desarrollo del cultivo y las condiciones ambientales influyen en la dinámica de las poblaciones (Mirhosseini et al., 2017).

Los resultados obtenidos en este estudio, demuestran la importancia de los artrópodos en los sistemas productivos, su comportamiento en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz; demostrando que se debe cambiar el paradigma de producción en el sector arrocero, mantener la diversidad benéfica, conservación del ambiente, favoreciendo la seguridad alimentaria y salud humana.

4. Conclusiones

La diversidad de artrópodos varía en relación con la fenología del cultivo, siendo la especie de interés *T. orizicolus*, la de mayor abundancia en los sistemas productivos y variedades, constituyendo la principal plaga, seguido por *Hidrellia* sp. y *Spodoptera* sp., quienes afectan en las primeras fases de desarrollo del cultivo. Los artrópodos benéficos que sobresalieron fueron: *Atrichopogum* sp., *Tetragnata*, *Argiopes* sp., los cuales mostraron hábitos alimenticios de depredador, desempeñando un rol importante como controladores biológicos, por

Tabla 6. Comparación de índices de biodiversidad en cinco sistemas productivos de arroz, Valle de Sébaco, Matagalpa, época seca del 2022-2023.

Table 6. Comparison of biodiversity indices in five rice production systems, Sébaco Valley, Matagalpa, dry season 2022-2023.

Sistemas productivos	Shannon-Weaver	Simpson
El Escobillo	0,69	0,27
Yerba Buena	0,57	0,26
San Benito Agrícola	0,57	0,25
La Perla	0,72	0,34
El Plantel	0,42	0,16

<i>Días después de germinado (DDG)</i>		
8	0,75	0,44
16	1,26	0,68
24	1,21	0,64
32	1,14	0,61
40	1,09	0,53
48	1,19	0,56
56	0,96	0,45
64	0,83	0,39
72	0,96	0,44
80	0,87	0,41
88	0,71	0,34
96	0,57	0,27
104	0,56	0,26
112	0,59	0,31

lo que se deben conservar e incrementar sus poblaciones en los sistemas de producción de arroz. La diversidad en términos generales fue baja en todos los sistemas productivos y fases de desarrollo del cultivo de arroz.

Contribuciones de los autores

- José Manuel Laguna Dávila: conceptualización, investigación, metodología, recursos, curación de datos, redacción – borrador original.
- Juan Carlos Morán Centeno: curación de datos, análisis formal, redacción – revisión y edición.
- Edgardo Jiménez Martínez: supervisión, redacción – revisión y edición.

Implicaciones éticas

Los autores declaran que no existen implicaciones éticas.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés financieros o no financieros que podrían haber influido en el trabajo presentado en este artículo.

Referencias

- Albertini, S. M. (2022). *Diversidad de ortópteros (insecta: orthoptera) asociados a arroceras del nordeste de Argentina*. Universidad Nacional del Nordeste. <http://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/51210>
- Benavidez Meza, C. (2023). Estrategias de vida y reciprocidad: en la laguna de Moyuá 2020-2022. *Raíces: Revista de Ciencias Sociales y Políticas*, 6(12), 113-134. <https://doi.org/10.5377/raices.v6i12.15583>
- Benites Ronquillo, D. A. (2019). *Identificación de insectos plaga en el cultivo de arroz Oryza sativa L. en la zona de Daule*. Universidad de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/45327>
- Bridgewater, P., Loyau, A. y Schmeller, D. S. (2019). The seventh plenary of the intergovernmental platform for biodiversity and ecosystem services (IPBES-7): a global assessment and a reshaping of IPBES. *Biodiversity and conservation*, 28, 2457-2461. <https://doi.org/10.1007/s10531-019-01804-w>
- Castillo-Carrillo, P. S., Calle-Ulfe, P. G., y Silva-Álvarez, J. C. (2021). 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>
- Ghiglione, C., Zumoffen, L., Dalmazzo, M. de los 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>
- He, X., Qiao, Y., Sigsgaard, L., y 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, 106921. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.106921>
- Instituto Nacional de Información de Desarrollo [INIDE]. (2012). *Bases de Datos - CENAGRO*. <https://www.inide.gob.ni/Home/dataBasesCENAGRO>
- Jiménez-Martínez, E. (2020). *Familia de insectos de Nicaragua*. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4172>
- Lamichhane, J. R., Barzman, M., Booi, K., Boonekamp, P., Desneux, N., Huber, L., Kudsk, P., Langrell, S. R. H., Ratnadass, A., Ricci, P., Sarah, J.-L., y Messéan, A. (2015). Robust cropping systems to tackle pests under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 35(2), 443-459. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0275-9>
- 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://doi.org/10.14198/cdbio.2019.56.01>
- Mirhosseini, M. A., Fathipour, Y., 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., y Tingley, M. W. (2021). Standards and best practices for monitoring and benchmarking insects. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 579193. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.579193>
- Obregón-Corredor, D., Hernández-Guzmán, F. J., y Ríos-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>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación [FAO]. (2018). *Seguimiento del mercado del arroz de la FAO (abril)*. FAO. <http://www.fao.org/economic/est/publicaciones/publicaciones-sobre-el-arroz/seguimiento-del-mercado-del-arroz-sma/es/>
- 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
- R Core Team. (2023). *R: A language and environment for statistical computing*. 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. Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/4035>
- Sánchez-Alvarado, E., Herrera-Reyes, S., Suárez Arellano, C., Gavilánez 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>

- Silva, G. S., Jahnke, S. M., y 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>
- Troncoso-Sepúlveda, R. (2019). Transmisión de los precios del arroz en Colombia y el mundo. *Lecturas de Economía*, (91), 151-179. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n91a05>
- Vivas-Carmona, L. E., Astudillo-García, D. H., y Monasterio-Piñero, P. P. (2017). 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://ucb-conocimiento.cba.ucb.edu.bo/index.php/JSAB/article/view/122>
- Zhang, J., Zheng, X., Jian, H., Qin, X., Yuan, F., y 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>