

DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS PRINCIPALES INSECTOS PLAGA Y BENÉFICOS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.) DURÁN - GUAYAS




UTEQ
UNIVERSIDAD TÉCNICA ESTATAL DE
QUEVEDO
2022

Eder Rolando Sánchez Alvarado
Mayra Carolina Vélez Ruiz

**DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS PRINCIPALES INSECTOS PLAGA Y
BENÉFICOS EN EL CULTIVO DE ARROZ (*Oryza sativa* L.), DURÁN - GUAYAS**

Publicado por: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Dir. Av. Quito km 1½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas,
Quevedo, Ecuador. www.uteq.edu.ec.

Derechos reservados: © Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador 2022.
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT).
Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines
educativos y otros que no sean comerciales sin permiso
escrito previo detentar el derecho de autor, mencionando
la cita.

Cita del libro: Sánchez E. y Vélez M. 2022. Dinámica poblacional de
los principales insectos plaga y benéficos en el cultivo
de arroz(*Oryza sativa* L.), Durán Guayas. Universidad
Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 98 pp.

Revisión de Pares Externos: Manuel Antonio Solís Vargas
Doctor en Entomología
Universidad de Costa Rica
Irina Tatiana Morales Castaño
Doctor en Entomología
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Diseño y Diagramación: Ing. J. Bladimir Mora Macías
Diseñador Gráfico y Multimedia.

Primera Edición: Quevedo, Septiembre del 2022.

ISBN: 978-9978-371-40-4

PRESENTACIÓN

El Comité Editorial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) es la unidad encargada de promover, gestionar y administrar el conocimiento resultante de las actividades de investigación científica, la docencia y la vinculación de docentes y estudiantes. Dentro del procedimiento para el reconocimiento al profesorado y estudiantado de la UTEQ se contempla la publicación como libros de Tesis de grado y posgrado que se distingan por su innovación, metodología, rigor técnico o impacto social.

La tesis presentada en opción al grado de Magister en Agronomía del Ing. Eder Rolando Sánchez Alvarado, obtenido en la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo”, atiende a la normativa existente para ser publicado como libro y por ello el Comité Editorial de la UTEQ aprueba la visibilidad y acceso a la comunidad académica, científica y sociedad en general.



**DINÁMICA POBLACIONAL DE LOS PRINCIPALES INSECTOS
PLAGA Y BENÉFICOS EN EL CULTIVO DE ARROZ
(ORYZA SATIVA L.), DURÁN - GUAYAS**

AUTORES:

Eder Rolando Sánchez Alvarado
Mayra Carolina Vélez Ruiz



RESUMEN

Los agroecosistemas del cultivo del arroz están compuestos por insectos plagas que son los principales responsables de las pérdidas en los rendimientos, pero también por, insectos benéficos que ayudan en la regulación de las plagas. La fluctuación de insectos fitófagos y predadores varían en función a los factores bióticos y abióticos. En este estudio, fue evaluada la dinámica poblacional de los principales insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz en el cantón Durán – Guayas. Colectas de insectos fueron realizadas en lotes de una finca productora de arroz, cada punto de colecta fue georreferenciado. Los especímenes colectados fueron identificados a nivel de género/especie. La dinámica poblacional de los taxones evaluados fue estimada considerando las fases fenológicas del cultivo, adicionalmente, fueron calculados índices de biodiversidad de acuerdo a la riqueza y abundancia obtenida en los muestreos. Catorce especies fueron identificadas *Chrysoperla carnea*, *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Sepedomerus macropus*, *Toxomerus dispar*, *Zelus pedestris*, *Hortensia similis*, *Tagosodes orizicolus*, *Oebalus ornatus*, *Tibraca limbativentris*, *Hydrellia* sp., *Rupella albinella*, *Spodoptera frugiperda* y *Jalysus* sp. La dinámica y abundancia de cada especie varía en función a la etapa fenológica; la mayor cantidad de especies colectadas se produjo en las etapas V13 y R0. Los especímenes fitófagos más abundantes fueron: *Hydrellia* sp., *T. orizicolus* y *H. similis*. Los índices de Simpson, Shannon-Weiner y Margalef son diferentes para cada etapa fenológica; los valores más altos se obtuvieron en las etapas V13 ($D= 0.897$; $H= 2.392$; $DMG= 1.569$) y R0 ($D= 0.884$; $H= 2.318$; $DMG= 1.609$).

ABSTRACT

Rice agroecosystems are composed of insect pests that are mainly responsible for yield losses, but also of beneficial insects that help regulate pests. The fluctuation of phytophagous insects and predators varies according to the biotic and abiotic factors. In this study, the population dynamics of the main pest and beneficial insects in rice cultivation in Durán - Guayas was evaluated. Insect collections were carried out at the study site, where each collection point was georeferenced. Specimens were identified to genus/species level. The population dynamics of the taxa evaluated were estimated considering the phenological phases of the crop, and biodiversity indices were calculated according to the richness and abundance obtained in the samplings. Fourteen species were identified: *Chrysoperla carnea*, *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Sepedomerus macropus*, *Toxomerus dispar*, *Zelus pedestris*, *Hortensia similis*, *Tagosodes orizicolus*, *Oebalus ornatus*, *Tibraca limbativentris*, *Hydrellia* sp., *Rupella albinella*, *Spodoptera frugiperda* and *Jalysus* sp. The dynamics and abundance of each species varied according to phenological stage; the greatest influx of species occurred at stages V13 and R0. The most abundant phytophagous specimens were: *Hydrellia* sp., *T. orizicolus* and *H. similis*. Simpson, Shannon-Weiner and Margalef indices are different for each phenological stage; the highest values were obtained at stages V13 ($D= 0.897$; $H= 2.392$; $DMG= 1.569$) and R0 ($D= 0.884$; $H= 2.318$; $DMG= 1.609$).

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	01
1.1. Problema científico.....	02
1.2. Hipótesis.....	03
1.3. Objetivos.....	03
1.3.1. Objetivo general.....	03
1.3.2. Objetivo específico.....	03
II. MARCO TEÓRICO.....	04
2.1. Arroz.....	04
2.1.1. Origen del arroz.....	04
2.1.2. Taxonomía del arroz.....	04
2.1.3. Importancia del cultivo arroz en el mundo.....	05
2.1.4. Importancia del cultivo de arroz en el Ecuador.....	05
2.1.5. Etapas fenológicas del cultivo de arroz.....	06
2.1.6. Plagas en el cultivo de arroz.....	07
2.1.7. Principales insectos plagas en el cultivo de arroz.....	07
a) Mosca minadora del arroz <i>Hydrellia</i> sp., (Diptera: Ephydriidae).....	07
b) Novia del arroz <i>Rupella albinella</i> . (Lepidoptera: Crambidae).....	08
c) Sogata <i>Tagosodes orizicolus</i> . (Hemiptera: Delphacidae).....	09
d) Chinche de la espiga <i>Oebalus ornatus</i> . (Hemiptera: Pentatomidae)....	10
f) Gusano cogollero <i>Spodoptera frugiperda</i> . (Lepidoptera: Noctuidae)....	12
g) Chinche del tallo <i>Tibraca limbativentris</i> . (Hemiptera: Pentatomidae)....	13
h) Salta hojas <i>Hortensia similis</i> . (Hemiptera: Cicadellidae).....	14
2.1.8. Principales insectos benéficos en el cultivo de arroz.....	15
2.1.9. Control de plagas en el cultivo de arroz.....	16

2.1.10. Biodiversidad de especies en agroecosistemas de arroz.....	19
2.1.11. Dinámica poblacional de los insectos plaga asociadas a las fases fenológicas de los cultivos.....	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
3.1. Localización.....	22
3.2. Tipo de investigación.....	22
3.3. Método de investigación.....	22
3.4. Fuente de recopilación de información.....	23
3.5. Diseño de la investigación.....	23
3.6. Instrumentos de investigación.....	23
3.7. Manejo del experimento.....	23
3.8. Registro de datos y forma de evaluación.....	24
3.9. Tratamiento de los datos.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
4.1. Identificación morfológica de los insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz.....	29
4.1.1. Diagnósis para la identificación de insectos plaga y benéficos capturados en el cultivo de arroz.....	30
4.2. Georreferenciación de las principales especies de insectos plaga y benéficos encontrados en la zona en estudio.....	38
4.3. Estimación de la dinámica poblacional de los principales insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz.....	52
4.4. Índices de biodiversidad de los especímenes colectados.....	55
V. DISCUSIÓN.....	58
VI. CONCLUSIONES.....	62
VII. RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
ANEXOS.....	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Características climatológicas y edafológicas de la zona de estudio.....	22
Tabla 2. Registro de insectos plagas y benéficos colectados en el cultivo de arroz.....	29
Tabla 3. Índices de biodiversidad de insectos en el cultivo de arroz por etapas fenológicas.....	55
Tabla 4. Etapas fenológicas del cultivo de arroz	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Densidad poblacional <i>Hydrellia</i> sp.....	39
Figura 2. Densidad poblacional <i>Tagosodes orizicolus</i>	40
Figura 3. Densidad poblacional <i>Hortensia similis</i>	41
Figura 4. Densidad poblacional <i>Rupella albinella</i>	42
Figura 5. Densidad poblacional <i>Oebalus ornatus</i>	43
Figura 6. Densidad poblacional <i>Tibraca limbativentris</i>	44
Figura 7. Densidad poblacional <i>Spodoptera frugiperda</i>	45
Figura 8. Densidad poblacional <i>Coleomegilla maculata</i>	46
Figura 9. Densidad poblacional <i>Jalysus</i> sp.....	46
Figura 10. Densidad poblacional <i>Chrysoperla carnea</i>	47
Figura 11. Densidad poblacional <i>Cycloneda sanguinea</i>	48
Figura 12. Densidad poblacional <i>Zelus pedestris</i>	49
Figura 13. Densidad poblacional <i>Sepedomerus macropus</i>	50
Figura 14. Densidad poblacional <i>Toxomerus dispar</i>	51
Figura 15. Dinámica poblacional de especies de insectos plaga y benéficos capturados en el cultivo de arroz durante las fases fenológicas (V6 a R9).....	52
Figura 16. Dominancia del índice de Simpson, por etapa fenológica del cultivo de arroz.....	56
Figura 17. Biodiversidad específica del índice de Shannon-Weiner, por etapa fenológica del cultivo de arroz.....	57
Figura 18. Riqueza específica del índice de Margalef, por etapa fenológica del cultivo de arroz.....	57
Figura 19. Imágenes de especie <i>Hydrellia</i> sp.; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.....	78
Figura 20. Imágenes de <i>Tagosodes orizicolus</i> ; Hembra: a) Vista la- teral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza. Macho: d) Vista lateral, e) Vista dorsal, f) Vista anterior de la cabeza.....	78
Figura 21. Imágenes de <i>Hortensia similis</i> ; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.....	79
Figura 22. Imágenes de <i>Rupella albinella</i> ; a) Vista dorsal, b) Vista lateral.....	79

Figura 23. Imágenes de <i>Oebalus ornatus</i> ; Adulto: a) y b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza. Ninf (5to estadio): d) Vista lateral, e) Vista dorsal, f) Vista anterior de la cabeza.....	79
Figura 24. Imágenes de <i>Tibraca limbativentris</i> ; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.....	80
Figura 25. Imágenes de <i>Spodoptera frugiperda</i> ; (5to estadio); a) Vista dorsal, b) Vista dorsolateral.....	80
Figura 26. Imágenes de <i>Coleomegilla maculata</i> ; Adulto: a) y b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.....	81
Figura 27. Imágenes de <i>Zelus pedestris</i> ; a) Vista dorsolateral, b) Vista anterior de la cabeza, c) Hábito alimentario....	81
Figura 28. Imágenes de <i>Chrysoperla carnea</i> ; a) y b) Vista lateral.	82
Figura 29. Imágenes de <i>Jalysus</i> sp; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.....	82
Figura 30. Imágenes de <i>Sepedomerus macropus</i> ; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.....	82
Figura 31. Imágenes de <i>Toxomerus dispar</i> ; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.....	83
Figura 32. Imágenes de <i>Cycloneda sanguinea</i> ; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.....	83
Figura 33. Área de estudio.....	83

I. INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los recursos alimenticios más importantes de la población mundial. La producción mundial del cultivo de arroz es de 472,3 millones de toneladas. Entre los principales países productores de arroz encontramos a la India y China. América es el segundo continente en importancia en relación con la producción mundial, con una participación de algo menos de 6% del total mundial (Álvarez E, 2012). Los principales productores de arroz en América son Brasil y Estados Unidos seguidos por Perú y Colombia. En menor proporción países como Ecuador, Argentina, Venezuela y Uruguay producen sobre 1,2 mill/t de arroz (aproximadamente 3,5% cada uno).

La superficie sembrada de arroz en Ecuador en el año 2020 fue de 315.023 hectáreas, con una producción de 1.336.502 tm, siendo Guayas y Los Ríos las provincias que aportan con el 89,41%; el resto de la superficie sembrada está distribuida en otras provincias como El Oro, Loja, Manabí entre otras. En Ecuador el cultivo de arroz es la principal fuente alimenticia, forma parte de la dieta básica de sus habitantes. El alto consumo de este grano en Ecuador lo coloca como una de las principales plantaciones por hectáreas y convierte al sector arrocerero en uno de los mayores contribuyentes al Producto Interno Bruto (PIB) agrícola, con el 9,1% de participación (Pérez y Rodríguez, 2019).

La reducción de la producción de arroz en el Ecuador y el mundo puede tener implicaciones dramáticas en la seguridad alimentaria. Las plagas son los principales responsables de las pérdidas en los rendimientos de arroz (Soundararajan et al, 2020). Los insectos plaga infestan y a la vez devastan los campos de arroz desde la época de siembra hasta la cosecha. Las pérdidas producidas por insectos ocasionan un aumento significativo de los costos de producción (Vivas, 2010).

En el mundo, se estima que las plagas destruyen cerca del 35% de la producción de arroz, de las cuales el 12% son causadas por insectos

plaga (Gutiérrez, 2009). Entre los insectos plagas que causan mayor afectación en el cultivo del arroz, se encuentran: la cigarrita del arroz sogata (*Tagosodes orizicolus*), la mosca minadora del arroz (*Hydrellia* sp.), el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), el chinche del tallo (*Tibraca limbativentris*) y el chinche de la espiga (*Oebalus ornatus*) (Rodríguez, 2018).

El comportamiento de los insectos plaga e insectos benéficos varía dependiendo de las condiciones climáticas, sistema de cultivo, época de siembra, estado de desarrollo de la planta, y de la variedad, por lo que es importante conocer su dinámica poblacional considerando estos factores. Adicionalmente, la identificación de los insectos, el conocimiento de sus hábitos, la edad del cultivo en que atacan y la época del año en que surgen, son parámetros importantes que deben ser considerados en el manejo y control eficiente de los insectos plaga con el objetivo de obtener un incremento en la producción (Vivas, 2010).

1.1 Problema científico

Dentro del manejo del cultivo del arroz el uso de plaguicidas es una actividad generalizada tanto en el arroz de secano como de inundación. Entre los plaguicidas utilizados se destacan algunos considerados altamente peligrosos tales como: clorados, organofosforados, carbamatos y piretroides, los cuales son colocados directamente al suelo, en el follaje o en el agua. Los plaguicidas causan serios problemas ecológicos, en la salud humana y de otros seres vivos, así, por ejemplo, el uso intensivo y mal manejo de los plaguicidas ha conducido al incremento de plagas en los sistemas del cultivo de arroz; además, diversos insectos plaga, enfermedades y malezas se están tornando resistentes a los plaguicidas.

Es importante destacar que, el conocimiento sobre la dinámica poblacional y la estructura ecológica de los insectos plaga difiere entre cada cultivo, región, condiciones climáticas, sin embargo, es considerada una herramienta importante dentro de las estrategias para el control y manejo de las plagas en los agroecosistemas.

El uso adecuado de estas estrategias permite reducir el impacto negativo de los pesticidas sobre el ser humano, los organismos benéficos, prevenir la resistencia de las plagas a los plaguicidas, reducir los costos de producción y mejorar los rendimientos de los cultivos.

Dada la importancia económica que tiene el arroz en el país, es necesaria la búsqueda de alternativas para aumentar los rendimientos de forma sostenible y sustentable utilizando tecnologías amigables con el medio ambiente, conociendo las especies que conforman el agroecosistema de arroz y su comportamiento.

1.2 Hipótesis

La dinámica poblacional de los principales insectos plaga y benéficos es diferente durante cada periodo fenológico del cultivo de arroz.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar la dinámica poblacional de los principales insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), Durán – Guayas.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar morfológicamente los insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz.
- Georreferenciar las principales especies de insectos plaga y benéficos encontrados en la zona en estudio.
- Estimar la dinámica poblacional de los principales insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz.
- Determinar los índices de biodiversidad de los especímenes colectados.

II. MARCO TEÓRICO

21. Arroz

El arroz (*Oryza sativa* L.), es el cultivo de mayor interés desde el punto de vista social y económico a nivel mundial, de esta forma junto con el maíz y trigo abastecen alrededor del 50% de la alimentación global posteriormente. El arroz se cultiva aproximadamente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo, no obstante, la región asiática es la mayor productora con alrededor del 90% de la producción mundial, seguidos por África y América Latina como importantes productores y consumidores (Cedeño-Dueñas, 2018).

21.1. Origen del arroz

El arroz probablemente se originó en las llanuras del Himalaya, que incluyen el actual Pakistán y la India. Actualmente se cultivan en todo el mundo dos especies de arroz (*Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* S.). *O. glaberrima* se cultiva en África y *O. sativa* se cultiva en países asiáticos y el resto del mundo (Münir-Öztürk, 2021).

21.2. Taxonomía del arroz

Según (Xin-Wei, 2019); la taxonomía del arroz es la siguiente:

Reino:	Plantae
Subreino:	Tracheobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Subclase:	Commelinidae
Orden:	Poales
Familia:	Poaceae
Subfamilia:	Bambusoideae
Tribu:	Oryzeae
Género:	<i>Oryza</i>
Especie:	<i>Oryza sativa</i> L.

21.3. Importancia del cultivo arroz en el mundo

Después del trigo, el arroz es uno de los productos agrícolas más importantes del mundo, ya que el cultivo de arroz tiene una posición especial con una producción anual de más de 2 millones de toneladas de arroz en países asiáticos. La evaluación del rendimiento de los cultivos tiene un papel importante en la formulación de políticas agrícolas debido a las diferentes condiciones y restricciones. La estimación del rendimiento del arroz es un factor clave en la seguridad alimentaria. Cualquier cambio en los parámetros efectivos puede provocar cambios en el rendimiento del arroz y, por tanto, la seguridad alimentaria de la población se verá afectada, ya que, para sostener la demanda futura, la producción de arroz debe aumentar al menos en un 60% para 2050. Sin embargo, dado que actualmente estamos experimentando una disminución significativa en el progreso del rendimiento del arroz con los métodos convencionales, alimentar a la población mundial esperada parece imposible sin otro gran avance similar a la Revolución Verde (Maryam, 2021).

21.4. Importancia del cultivo de arroz en el Ecuador

La importancia del sector arrocerero del país radica en que el arroz es uno de los principales productos de la canasta básica de los hogares ecuatorianos. En su estructura productiva, la mayor parte de las UPAs les pertenecen a los pequeños productores, además casi el 87% de la producción de arroz es generada por las provincias de Guayas y Los Ríos. Su participación en el PIB representa apenas el 1,55% (promedio 2014 – 2017). La mayor parte de la producción arrocerera se destina al consumo interno (96%), dejando muy poco producto para la exportación (4%). La mayor causa por la que se pierde parte de las superficies sembradas es el factor climático. Los principales problemas del sector agrícola y arrocerero del Ecuador radican en los problemas generales (carencia de un correcto ordenamiento agropecuario), problemas del medio físico (mayor vulnerabilidad ante los fenómenos naturales), problemas del medio socio – económico (baja sustentabilidad de

la producción agrícola), y problemas generados por la reducción de la participación del Estado en el agro (poca inversión, falta de investigación) (Poveda, 2018).

21.5. Etapas fenológicas del cultivo de arroz

El conocimiento del desarrollo fenológico de la planta de arroz junto con la acumulación de grados día es una metodología que permite un mejor manejo cultural del cultivo. Esta metodología requiere determinar de manera precisa el momento en que la planta inicia o alcanza una etapa. Para ello Counce, (2015), propuso dividir el desarrollo de la planta en tres etapas fenológicas: etapa de plántula, que va desde la siembra hasta la emergencia de la planta; etapa vegetativa, que va de la emergencia hasta la aparición de la hoja bandera y la etapa reproductiva, que va desde la diferenciación de panícula hasta la madurez fisiológica; cada una de estas etapas se identifican por la terminología S, V y R, respectivamente. Cada etapa fenológica a su vez, se relaciona con el número de hojas que la planta presente en ese determinado momento.

El sistema de conteo de números de hojas determinados para la etapa S (S0 a S3), es una metodología que describe los sucesos que ocurren en la germinación ya sea por la aparición del coleóptilo o la radícula. La primera hoja rudimentaria emerge del coleóptilo y se denomina profilo y no tiene lámina, por eso no se considera una hoja verdadera. Consecutivamente aparece la primera hoja completa con vaina, cuello y lámina, una vez emergida se inicia con la terminología V (V1 a V13), el número que presenta la V va a indicar el total de hojas completamente desarrolladas así mismo como el inicio y final de una etapa. Por ejemplo, cuando la planta de arroz presenta una hoja completamente desarrollada se puede mencionar que está en V1. Cuando se tiene 4 hojas completamente desarrolladas o V4 la planta ha iniciado su macollamiento y cuando está en V9 ha iniciado la diferenciación de primordio, la cual a su vez inicia la fase reproductiva y se implementa la terminología R (R a R9). En la etapa denominada R4 la planta se encuentra en floración, en R6 el grano está lechoso, en R7 el grano pastoso y en

R9 el grano está para cosecha. Al combinar el conteo de números de hojas y R y relacionarlos con los grados día acumulados, se puede observar el efecto del factor temperatura en el desarrollo fenológico de la planta de arroz (Velázquez, 2015).

21.6. Plagas en el cultivo de arroz

El arroz es una planta anual cuyas condiciones ecológicas suelen ser inestables, debido a aquello acaba provocando el equilibrio inestable de la población de insectos en su interior. En el ecosistema de los arrozales hay varios tipos de insectos que dependen de él. Algunos insectos dependen totalmente de las plantas de arroz, por ejemplo, las plagas; mientras que otros se convierten en depredadores y algunos en parasitoides. Las plagas son una parte influyente de un agroecosistema que tiene la capacidad de afectar a los rendimientos agrícolas y devastar los campos agrícolas (Melfa, 2021).

21.7. Principales insectos plagas en el cultivo de arroz

El rendimiento potencial del arroz puede ser afectado por diferentes tipos de estreses tanto bióticos como abióticos. Entre los factores bióticos las plagas son consideradas uno de los principales organismos que afectan directamente la producción del arroz a nivel mundial (Cedeño-Dueñas, 2018). Entre los principales insectos plagas en arroz destacan los siguientes:

a) Mosca minadora del arroz *Hydrellia* sp., (Diptera: Ephydriidae)

El minador de la hoja, *Hydrellia* ha adquirido importancia económica, en los últimos años, debido a la tendencia de aumentar la superficie de arroz bajo el sistema de riego y a la elevada humedad relativa, factor abiótico que ha favorecido el incremento de la plaga, debido a este factor importante favorece la eclosión de los huevos que se introduce en el tejido parenquimatoso de la hoja, formando galerías o minas. La fase de pupa, se desarrolla en las galerías o minas de la hoja del arroz (Bownes, 2015).

La hembra de *Hydrellia* ovipositan sobre las hojas cercanas a la superficie del agua, estas son de color crema, estriados, alargados y fusiformes; y prefiere el haz de la hoja para la colocación de los huevos individualmente. Las larvas provocan el daño en las hojas, observándose minas o galerías. Se presentan con una coloración blancuzca y no presentan patas, en su extremo anterior se observa un lóbulo que constituye la cabeza y pueden medir hasta 2 mm de longitud. La fase inmadura se desarrolla en el tejido esponjoso de la hoja, completándose en un período entre 7 y 10 días. El adulto de *Hydrellia*, posee una coloración negra, con un par de alas translúcidas, con tamaño de 2 a 3 mm de largo y de 3 a 4 mm de envergadura (distancia entre las alas). El tórax está marcado con franjas de color gris claro (Deeming, 2012).

Taxonomía

Según (Korytkowski, 1982), la taxonomía de *Hydrellia* sp., es la siguiente:

Reino: Animal
Filo: Arthropoda
Subfilo: Uniramia
Clase: Insecta
Orden: Diptera
Suborden: Brachycera
Familia: Ephydridae
Género: *Hydrellia*

b) Novia del arroz *Rupella albinella*. (Lepidoptera: Crambidae)

R. albinella, conocida como la novia del arroz; es un insecto esporádico que reduce levemente el rendimiento del cultivo y sus daños se registran por focos cuando se presentan altas poblaciones. Este insecto no se considera de importancia económica en arroz, pero la presencia de sus larvas se asocia con la aparición de hongos como *Sarocladium* (Cuevas, 2015).

El adulto de *R. albinella* es una mariposa blanca brillante de 3 cm de longitud de hábito nocturno, con el cuerpo cubierto de escamas planas superpuesta. La cabeza está muchas veces escondida por este mechón de pelos, pero se distinguen los ojos de color negro. Los palpos maxilares son cortos. Las hembras ovipositan en las hojas 2 o 3 masas de huevos, cada una de 80 a 120 huevos, de color verde amarillento cubiertos por una masa blanca. Los huevos son lisos y ovalados. Miden aproximadamente 0.75 mm de largo y 0.5 mm de ancho. El período de incubación es de 7 días (Pérez, 2018).

Taxonomía

Passoa, S., Habeck, D. (1987), mencionan que la taxonomía de *Rupella albinella* es la siguiente:

Reino: Animal
Filo: Arthropoda
Subfilo: Uniramia
Clase: Insecta
Orden: Lepidoptera
Suborden: Prenatae
Familia: Crambidae
Género: *Rupella*
Especie: *Albinella*

c) *Sogata Tagosodes orizicolus*. (Hemiptera: Delphacidae)

La cigarrita marrón o sogata (*T. orizicolus*), es un insecto plaga que ocasiona daños directos al alimentarse de la savia de la planta y ovipositar en ella produciendo un síntoma denominado quemado o hopperburn y sus daños indirectos por la formación de la fumagina sobre las hojas producto de las excretas que elimina este insecto disminuyendo la actividad fotosintética de las plantas y esencialmente porque es vector del virus de la hoja blanca “VHBA o RHBV” (Familia: Phenuiviridae, género: Tenuivirus) de manera persistente y propagativa, este patosistema puede ocasionar en algunos casos pérdidas de hasta el 100% de la producción del cultivo de arroz (Martin, 2019).

Los huevos son blancos transparentes de 0.7 mm de largo, y son colocados sobre la nervadura de las hojas. La ninfa pasa por cinco estadios, son de color crema con dos rayas transversales sobre el dorso y carecen de alas. Son de hábito sedentario, el macho de color pardo oscuro, o negro y la hembra es de color castaño o amarillo puede presentar o no alas (Castillo-Carrillo, 2021).

Taxonomía

Muir (1926), indica que la taxonomía de *Tagosodes orizicolus* es la siguiente:

Reino: Animal
Filo: Arthropoda
Subfilo: Uniramia
Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Suborden: Auchenorrhyncha
Familia: Delphacidae
Género: *Tagosodes*
Especie: *orizicolus*

d) Chinche de la espiga *Oebalus ornatus*. (Hemiptera: Pentatomidae)

La chinche apestosa del arroz, *O. ornatus* (Hemiptera: Pentatomidae), es una de los principales insectos plaga en el cultivo de arroz, especialmente durante la etapa reproductiva. Tanto las ninfas como los adultos usan sus piezas bucales perforadoras y chupadoras para alimentarse de los granos de arroz en desarrollo y otras plantas desde el brote (exersión inicial de la panícula o estructura que lleva el grano), hasta la madurez del grano. Desde la etapa de anthesis (floración) hasta la etapa de desarrollo de la leche en el desarrollo del grano, la alimentación de las chinches apestosas del arroz puede causar pérdidas significativas en los rendimientos de arroz. En las etapas posteriores de la madurez del grano (etapas de la leche), la alimentación de la chinche apestosa del arroz causa una decoloración localizada de los granos denominada 'picoteo' y también puede debilitar los granos, lo que

da como resultado un aumento de la rotura durante el proceso de molienda (Bhavanam, 2021).

Las chinches hembras del arroz depositan huevos en hojas, panículas o cabezas de semillas de plantas hospedantes. Los huevos son puestos en dos filas alternas y se adhieren entre sí y se mantienen en posición mediante una secreción liberada durante la oviposición. El número de huevos en un grupo varía de 8 a 44. Los huevos tienen forma de barril, de 0,84 mm de altura y 0,63 mm de ancho, con un corion transparente y un opérculo plano (Wilson, 2020).

Las ninfas se desarrollan a través de cinco estadios ninfales antes de la emergencia del adulto. Las ninfas tienen piezas bucales perforadoras y chupadoras y antenas de cuatro segmentos. Los estadios tempranos se pueden diferenciar de los estadios tardíos según la forma, el color y el tamaño del cuerpo. El primer y segundo estadios son de color rojo anaranjado y elípticos, el cuarto y quinto estadios son alargados, de color canela pálido. La longitud y el ancho promedio del primer estadio es 1,16 mm y 0,83 mm, respectivamente (Rashid, 2005).

Taxonomía

Sailer (1957), señala que la taxonomía de *Oebalus ornatus* es la siguiente:

Reino: Animal
Filo: Arthropoda
Subfilo: Uniramia
Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Suborden: Heteroptera
Familia: Pentatomidae
Género: *Oebalus*
Especie: *ornatus*

f) Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*. (Lepidoptera: Noctuidae)

El gusano cogollero *S. frugiperda*, es una polilla Noctuidae de las Américas con una amplia variedad de hospedadores que amenaza una variedad de cultivos importantes, entre ellos destacan el cultivo de arroz. Su tiempo de generación es corto y de alta fecundidad, es un insecto lepidoptero que experimenta una metamorfosis holometábólica. Su ciclo vital es de 33 a 51 días, incluye huevo 2-3 días, larva un total de seis estadios de 13-14 días, pupas de 7-8 días y adultos de 7-21 (Sharanabasappa, 2019).

Causa daños considerables en plantaciones jóvenes de arroz, en la etapa inicial de desarrollo las larvas atacan principalmente las hojas, donde hacen raspaduras sobre las partes tiernas de las hojas, que posteriormente aparecen como pequeñas áreas translúcidas; una vez que la larva alcanza cierto desarrollo, empieza a comer follaje, las hojas muestran una hilera regular de perforaciones a través de la lámina o bien áreas alargadas comidas. En esta fase es característico observar los excrementos de la larva en forma de aserrín (Zhou-Yan, 2021).

Taxonomía

Smith (1797), determina que la taxonomía de *Spodoptera frugiperda* es la siguiente:

Reino: Animal
Filo: Arthropoda
Subfilo: Mandibulata
Clase: Insecta
Orden: Lepidoptera
Suborden: Glossata
Familia: Glossata
Género: *Glossata*
Especie: *frugiperda*

g) Chinche del tallo *Tibraca limbativentris*. (Hemiptera: Pentatomidae)

La chinche apestosa del tallo del arroz, *T. limbativentris*, es una plaga importante del arroz y en varios otros países de América del Sur. La chinche del arroz se alimenta de plantas hospedadoras alternativas (no cultivadas) durante la temporada baja. Los adultos y las ninfas se alimentan solo de estructuras vegetativas como la base de los tallos de arroz. La alimentación durante las 24h en la etapa vegetativa de la planta, seca el brote central mientras que la alimentación durante la etapa reproductiva conduce a panículas malformadas provocando el síntoma de panícula blanca, ya que puede causar pérdidas de rendimiento de arroz de hasta un 90% durante la alimentación, los insectos causan daños importantes en los tejidos de las plantas al inyectar saliva y chupar el contenido de los tejidos de la planta de arroz (Pasisni, 2018).

El adulto es de color castaño oscuro ventralmente y castaño claro dorsalmente; presenta dos puntos negros sobre las alas posteriores. Presenta metamorfosis incompletas (huevo, ninfa y adulto), las hembras depositan sus huevos en el haz o envés de las hojas de arroz en hileras cuádruples, las ninfas pasan por 5 estadios, y su ciclo de vida promedio de huevo-adulto es de 56 días (Fuentes-Rodríguez, 2020).

Taxonomía

Stål (1860), indica que la taxonomía de *Tibraca limbativentris* es la siguiente:

Reino: Animal
Filo: Arthropoda
Subfilo: Uniramia
Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Suborden: Heteroptera
Familia: Pentatomidae
Género: *Tibraca*
Especie: *limbativentris*

h) Salta hojas *Hortensia similis*. (Hemiptera: Cicadellidae)

Hortensia similis es insecto pequeño que mide 2-5 mm. Los saltahojas chupan la savia de los haces vasculares del arroz y también transmiten virus. Ensucian la superficie de las hojas con un hongo negro que crece del excremento líquido dulce, se alimentan de la savia de las plantas de arroz, especialmente de plantas jóvenes, causando punteado, clorosis, reducción del vigor y marchitez de la planta (Schneider, 2016).

Las poblaciones de estos insectos en arroz de secano son generalmente más grandes primero, provoca una coloración amarillenta y la muerte de las plantas. En las llanuras de inundación, son poblaciones generalmente más altas al final del macollamiento, puede ocurrir cuando el secado de bordes de las hojas. Algunos estudios en arroz indican que, dependiendo del tamaño de la población de saltahojas y enemigos naturales, puede ser efecto perjudicial sobre el rendimiento de grano, causando la reducción de 7% a 12% en la producción de grano. La alta población de estos insectos se asocia generalmente con gran infestación de malas hierbas de hoja ancha y, por lo que debe ser un buen control de estas plantas en el campo de arroz (Lozada, 2016).

El ciclo de vida de *H. similis*, comprende de cuatro a siete días en su estado de huevo, y que ovipositan generalmente en las venas de las hojas en grupos de cuatro a siete. El estado de ninfa dura de 14 a 20 días y su color es amarillo pálido, luego marcadas con café y se alimentan de tejidos tiernos en el envés de las hojas jóvenes. En la fase adulta tienen de 5 a 7mm de largo (Lozada, 2021).

Taxonomía

Walker (1851), menciona que la taxonomía de *Hortensia similis* es la siguiente:

Reino: Animal
Filo: Arthropoda

Subfilo: Hexapoda
Clase: Insecta
Orden: Hemiptera
Suborden: Auchenorrhyncha
Familia: Cicadellidae
Género: *Hortensia*
Especie: *similis*

21.8. Principales insectos benéficos en el cultivo de arroz

En los agroecosistemas es posible encontrar una diversidad de controladores biológicos que permiten la reducción natural de las plagas en los cultivos. Entre los organismos benéficos están varias especies de insectos que pueden actuar como predadores o parasitoides.

a) Parasitoides: son insectos que en su estado inmaduro viven en el cuerpo de otro insecto. Se alimenta de un solo hospedero para poder completar su desarrollo; el estado adulto vive libre y no es parasítico, pero puede ser depredador. Cuando se encuentran dentro del cuerpo del insecto se les llama endoparasitoide, y sobre el cuerpo del insecto ectoparasitoide. En este grupo sobresalen insectos de las familias de las avispas y las moscas; las avispas como *Trichogramma* que parasita los huevos del barrenador y del enrollador. *Telenomus* parasita los huevos del *Spodoptera* y la mosca *Hydrellia*. La novia del arroz *Rupella albinella*, es abundante en los arrozales, pero el 96% de sus huevos pueden ser parasitados especialmente por *Telenomus* sp., evitando que sus poblaciones sean altas y se convierta en un insecto de importancia económica (Cordero, 2018).

b) Depredadores: son insectos que en su estado inmaduro o adulto captura varias presas, las cuales consume parcial o totalmente. El tamaño a menudo es mayor que el de la presa y causa una muerte rápida.

Las mariquitas, petaquitas, crysopas, libélulas, avispas y algunos chinches como *Zelus pedestris* son depredadores

muy activos en los cultivos de arroz. Estos insectos pueden capturar y matar diariamente más de 3 *Hydrellia* sp., 4 *Tagosodes orizicolus*, de 3 a 5 *Hortensia similis*, y consumir adultos y huevos de *Rupella albinella* (Sousa, 2021).

El grupo de insectos benéficos como agentes naturales de biocontrol en cultivo de arroz está representado por 7 órdenes, 15 familias y 28 especies como depredadores y 1 orden, 3 familias y 4 especies como parasitoides. Entre las especies depredadoras, el orden Coleoptera es el más representativo que incluyen 11 especies, de las cuales la familia Carabidae tiene el mayor número de especies depredadoras: *Prothyma* sp., *Chlaenius pictus*, *Brachinus sexmaculeatus*, *Chlaenius nigricans*, *Diplocheila polita*, *Brachinus longipalpis*, *Crosopodophorus elegans* y *Cicindela flexuosa*. Mientras que, la familia Scarabaeidae fue reportada por una especie de escarabajo *Onitis falcutus* (Singh, 2018).

21.9. Control de plagas en el cultivo de arroz

Las plagas son el principal obstáculo para lograr una mayor producción de arroz. Invaden los cultivos de arroz o, a veces, viven en un entorno competitivo con las plantas de arroz para obtener nutrientes, lo que provoca una disminución del rendimiento. Los artrópodos son responsables de aproximadamente el 18-20% de las pérdidas anuales de producción de cultivos a nivel mundial (Sharma, 2017). Existen varios métodos de control de plagas utilizados en el cultivo de arroz; a continuación, se describen los más utilizados:

a) Control químico: la alta densidad de insectos plaga en el cultivo de arroz eventualmente conduce a un mayor uso de insecticidas. El uso de insecticidas es el principal método de control de las plagas en el cultivo de arroz. Productos como imidacloprid, tiametoxam o buprofezin (u otros pesticidas químicos); son utilizados para el control de *Hydrellia* sp., *T. orizicolus*, *H. similis*, *S. frugiperda*, *O. ornatus*, *T. limbativentris* (Ansari, 2015).

b) Control biológico: en los últimos años, el enfoque para el control de las plagas se ha desplazado hacia el control biológico; debido al uso exitoso de hongos entomopatógenos como *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* han sido utilizados eficazmente para el control biológico de pulgones, orugas de lepidópteros, hemípteros y otras plagas. Estos fungicidas biológicos son herramientas valiosas para estrategias de manejo de plagas no químicas. *M. anisopliae* y *B. bassiana* son agentes activos contra varias plagas en diferentes etapas en el cultivo de arroz (Ullah, 2018).

Adicionalmente, los métodos de control biológico con la aplicación de hongos entomopatógenos de *B. bassiana*, y *M. anisopliae* indican que, existe una mortalidad global (convertida en eficacia de control contra insectos, reduciendo la población en su totalidad de: *T. orizicolus*, *S. frugiperda*, y *O. ornatus*. Estos datos demuestran que la aplicación de *B. bassiana* e *M. anisopliae* puede ser tan eficaz en la protección de los cultivos, como la aplicación de plaguicidas químicos, aunque las plagas de insectos tarden más tiempo en morir en el campo, como ocurre con los plaguicidas químicos (Peng, 2021).

c) Control cultural: las labores culturales pueden orientarse fundamentalmente a la destrucción de las fuentes de infestación de insectos plagas; a la interrupción de sus ciclos de desarrollo; a la vigorización de las plantas para conferirles mayor tolerancia a los ataques; a formar condiciones microclimáticas desfavorables para el desarrollo de las plagas; a eludir las estaciones del año que resultan favorables para los insectos; y al empleo de plantas-trampa. También se suele considerar dentro del control cultural, la utilización de plantas resistentes o tolerantes a las plagas. Para eliminar las fuentes de infestación de insectos en el cultivo de arroz se recomiendan las siguientes medidas; destrucción de los residuos de cosecha, eliminación de arvenses, rotación de cultivos, limpieza de los bordes del campo, quema de órganos

infestados, y destrucción de pupas en el suelo mediante el arado (Cisneros, 2021).

d) Control etológico: utiliza el comportamiento y la relación de los insectos con el medio ambiente para disminuir su población. Cada insecto tiene un comportamiento fijo frente a un determinado estímulo. Los métodos más utilizados son:

1) Las feromonas. Son sustancias que segregan los insectos y son percibidas por los de la misma especie. La mayoría de los insectos usan feromonas para su comunicación; hay feromonas sexuales que sirven para atraer la pareja y otras que producen concentraciones de insectos llamadas feromonas de agregación. Con la estrategia de la trampa de feromona, se captura una cantidad de machos de *Spodoptera* y se evita que este copule con la hembra, al no haber copula no hay posturas y si no hay posturas no hay descendencia de las larvas del cogollero que son las que nos hacen el daño en el cultivo del arroz (Cordero, 2018).

2) Trampas de tela y de colores. Atraen a los insectos para capturarlos o destruirlos. Se utilizan también para detectar su presencia con miras a orientar otras formas de control. No dejan residuos tóxicos, operan continuamente y tienen un bajo costo. Hay trampas con atrayentes químicos de alimentación y feromona sexual. En otras se usa la luz y colores atractivos para la oviposición de los insectos o trampas pegajosas para capturar adultos de *Tagosodes orizicolus*, *Hortensia similis*, *Hydrellia sp.*, *Rupella albinella*. (Sousa, 2021).

3) Trampa de luz. Es un método para la captura y monitoreo de insectos. Es una herramienta valiosa en el control etológico. Muestran como la cantidad de especies varían con el tiempo, permitiendo conocer las temporadas de abundancia y escasez de algunos insectos dañinos. Durante la noche muchos insectos son atraídos por la luz. El uso de trampas de luz ha sido eficaz para reducir poblaciones de adultos que

presentan fototropismo positivo, como es el caso de *Euetheola bidentata* y *Phyllophaga* sp. Se utilizan también para detectar su presencia con miras a orientar otras formas de control. No dejan residuos tóxicos, operan continuamente y tienen un bajo costo (Cordero, 2018).

2.1.10. Biodiversidad de especies en agroecosistemas de arroz

La biodiversidad en los sistemas de producción de arroz juega un papel importante en el suministro de nutrientes y en los ecosistemas. La biodiversidad es un indicador importante de la calidad que aumenta el bienestar ecológico. Los campos de arroz se consideran humedales artificiales donde se realizan importantes funciones ecológicas que sustentan una notable biodiversidad. Los servicios del ecosistema del cultivo de arroz incluyen el reciclaje de nutrientes, la regeneración de suelos y la biodiversidad, con contribuciones que varían según la región. Por lo tanto, el desarrollo de nuevos conceptos y prácticas de manejo, que concilien la sostenibilidad de los arrozales con la conservación de las especies, exigirá una mayor comprensión de estos complejos agroecosistemas. (Jin-Kwan., 2021).

En el cultivo de arroz que se produce bajo riego, el ambiente temporal semiacuático resultante de la labranza hasta la pre-cosecha podría ser favorable para insectos u otros grupos que tienen una o más de sus etapas de vida. Los cambios en la abundancia, incluidos los insectos, en relación con las diferentes etapas fenológicas del crecimiento del arroz, la mayoría de los patrones de abundancia en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz son similares entre las diferentes temporadas de cultivo. La supervivencia de algunas especies con ciclos de vida más largos y, al mismo tiempo, favorecer a algunos grupos de insectos ya sean plagas o benéficos. La diferencia en la riqueza o abundancia de insectos puede deberse a su dinámica y hábitat locales de preferencia bajo la influencia de diferentes sistemas agrícolas (Chao-Nien, 2021).

Cuando el arroz se inunda, el agua utilizada para el riego está

sujeta a cambios químicos y físicos rápidos, como fluctuaciones térmicas y de nutrientes, por ende las plantas de arroz producen fluctuaciones térmicas que afectan la creación de un microclima en áreas sombreadas, la abundancia y diversidad de organismos en arroz pueden modificarse bajo variaciones en las fuentes de alimentos, la disponibilidad de hábitat, el drenaje del suelo y las prácticas de manejo, principalmente por el uso de maquinaria y la aplicación de agroquímicos. La aplicación de agroquímicos es una de las principales prácticas de manejo que afecta la diversidad y abundancia de los organismos benéficos existentes en el cultivo de arroz, no solo por los efectos tóxicos directos, sino también por el cambio de las condiciones fenológicas del cultivo de arroz (Bao, 2021).

2.1.11. Dinámica poblacional de los insectos plaga asociadas a las fases fenológicas de los cultivos

La dinámica poblacional de diferentes especies de insectos plaga en arroz han sido evaluadas con la finalidad de conocer la población, adaptación, capacidad reproductiva y colonización de la plaga (Vivas-Carmona, 2017).

La dinámica poblacional y el grado de asociación de los insectos plaga y benéficos con las fases fenológicas han sido evaluados en varios cultivos. En el estudio realizado para la variedad Huasteca 400 de soya evaluaron la dinámica poblacional de las especies: *Anticarsia gemmatalis*, *Chrysodeixis includens*, *Trichoplusia ni*, *Rhyssomatus nigerrimus*, *Sinea* sp., *Zelus* sp., *Chrysoperla carnea*, y *Chrysoperla rufilabris*, los resultados indicaron que existe una asociación entre los insectos y las etapas fenológicas del cultivo de soya. Por ejemplo, *A. gemmatalis* estuvo asociado a las fases; floración (R2), formación de vainas (R3), vainas de 2 cm (R4), semillas desarrolladas (R6), inicio de maduración (R7), y maduración completa (R8), mientras que, *C. includens*, *T.ni*, *R. nigerrimus* y *Sinea* sp., están asociados a la fase R4 formación. El chinche benéfico *Zelus* sp., a la R1 inicio de floración y *C. carne* a la fase R5 formación de semillas y *C. rufilabris* no estuvo asociado a ninguna de las fases fenológicas del cultivo de soya, estos insectos

se lo encuentran presente siempre ya que la descripción de la dinámica poblacional es importante en el manejo de plagas ya que a través de la misma se estima la incidencia y se puede planificar el manejo del insecto (Vázquez-Porras, 2016).

Estudios realizados por Soro (2021), mencionan que, el orden más abundante en las tres etapas de desarrollo del arroz fue el orden de los dípteros. La abundancia relativa de este orden fue del 50,52% en la etapa vegetativa, 37,49% en la etapa reproductiva y 47,60% en la fase de maduración. Los órdenes Blattodea y Dermaptera uno no se ha observado en la etapa vegetativa y reproductiva. En la etapa vegetativa, el orden Coleoptera tuvo una abundancia relativa del 17,03%, seguido de los órdenes de ortópteros y lepidópteros con una abundancia relativa de 9,18% y 8,36%. En la fase reproductiva, el orden de los lepidópteros registró una abundancia relativa del 22,82% de los órdenes recogidos, Coleoptera, Hemiptera (Heteroptera); Hymenoptera y Orthoptera también se recogieron allí con una abundancia relativa del 11,80%, 8,05%, 8,49% y 6,94%. En la fase de maduración, el orden de los Hemiptera (Heteroptera) (22,26%) seguido por el de Hymenoptera (14,26%) fueron los más abundantes después de los dípteros. Los órdenes menos abundantes en esta fase de desarrollo fueron Dermaptera, Hemiptera (Auchenorrhyncha) y Blattodea con una abundancia relativa de 1,54% y 0,61% respectivamente.

La dinámica poblacional de las especies de insectos en el cultivo de arroz del nivel trófico superior puede acelerarse o ralentizarse no sólo a través de cambios en las condiciones abióticas, sino también a través de efectos ascendentes resultantes de las modificaciones fenológicas que se producen en los niveles tróficos inferiores. En otros sistemas, dependiendo de las tasas de cambios en el ciclo vital, es más probable que el cambio climático provoque en coincidencias fenológicas del arroz (etapa de plántula, vegetativa y reproductiva) con nuevos organismos y en desajustes con los actuales presentes en su ventana fenológica. En ambos casos, la fuerza de sus vínculos ecológicos y su sensibilidad a los parámetros abióticos mutuos determinarán probablemente el mantenimiento o no de su sincronización fenológica, ya que la etapa reproductiva es donde más atacan los insectos plaga a *O. sativa* (Damien, 2019).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Hacienda Rancho Campo Viejo, perteneciente al cantón Durán, Provincia del Guayas, ubicada bajo las siguientes coordenadas geográficas: 2 16'03.8"S; 79 42'58.0"W. Las características climatológicas y edafológicas de la zona en estudio se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características climatológicas y edafológicas de la zona de estudio.

Parámetros	Valores
Temperatura	22.3 – 30.9°C
Precipitación	1024.1mm
Humedad relativa	79%
Topografía	Plana
Textura del suelo	Arcilloso

INAMHI, 2016

3.2. Tipo de investigación

La investigación realizada es de tipo descriptiva, donde se procedió a observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera, en este caso se evaluó la dinámica poblacional de las principales especies de insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el cantón Durán, Provincia de Guayas.

3.3. Método de investigación

Para el presente estudio se utilizó el método de observación requerido para la colecta e identificación de especímenes en el cultivo de arroz, así como para el reconocimiento de las fases fenológicas. Adicionalmente se utilizó el método deductivo basado en el uso de información disponible para complementar la información de las variables requeridas.

3.4. Fuente de recopilación de información

Se utilizó como fuente primaria la observación directa y como fuentes secundarias el uso de textos, revistas, documentos digitales, catálogos, artículos científicos.

3.5. Diseño de la investigación

Se empleó un diseño no experimental, donde la modalidad de análisis de datos se consideró de tipo descriptiva, en este caso se evaluó la dinámica poblacional de las principales especies de insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.).

3.6. Instrumentos de investigación

El principal instrumento de investigación de este estudio fue la observación directa. A partir de colectas de insectos en campos de arroz fue posible la identificación morfológica de los mismos y de esta manera definir su estatus como insecto plaga o benéfico. Se realizaron observaciones generales de aspectos fenológicos del cultivo de arroz, georreferenciando los principales insectos plaga y benéficos y la estimación de la dinámica poblacional.

3.7. Manejo del experimento

a) Periodo de colecta y superficie evaluada

El trabajo de investigación se realizó en el periodo de marzo a julio del 2021, (Época lluviosa o denominada de secano), en una finca arrocerá. El área total de la investigación fue de 11 hectáreas, donde se cultivó la variedad de arroz SFL-011 para realizar las evaluaciones.

Previo a los muestreos para capturar los principales insectos plaga y benéficos y medir las variables establecidas, se ejecutó el reconocimiento del sitio en estudio por medio de un levantamiento de la información cartográfica de la finca, mediante imágenes satelitales a través de Google Earth.

b) Método de colecta de insectos

Para realizar la colecta de los insectos en el cultivo de arroz se utilizó el método de tipo colecta directa, el cual consistió en que el colector busca de manera activa el organismo en el lugar en dónde éste se distribuye. Los muestreos se realizaron en horarios de la mañana (07:00 A.M a 10:00 AM), 7 días posteriores a la siembra del cultivo de arroz. Para proceder con los muestreos se utilizó una red entomológica con la que se realizaron 20 pases dobles utilizando el método en "X", tomando cada esquina del lote a muestrear. Los muestreos en el cultivo fueron realizados cada 15 días hasta finalizar la última fase vegetativa.

c) Montaje y preservación de insectos

Los insectos colectados en el cultivo de arroz fueron colocados en frascos de vidrio con alcohol al 70% para su conservación, posteriormente, se procedió a la identificación morfológica de los especímenes colectados, mediante revisiones taxonómicas. Grupos de especímenes clasificados inicialmente por familias fueron montados con alfileres entomológicos (00,0,1,2), para insectos muy pequeños se utilizó el montaje con triángulos de cartulina. Cada espécimen fue identificado con su respectiva etiqueta en la que se indica la información taxonómica y de localización.

3.8. Registro de datos y forma de evaluación

a) Identificación de los insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz

La identificación de las principales especies de insectos plagas y benéficos en el cultivo de arroz se realizó utilizando un microscopio (Koolertron), se emplearon descripciones originales de claves y descripciones taxonómicas (Mora, 2001; Vincent y Ring, 2009; Mengual, 2011; Rengifo-Correa, 2011; Charles, 2014; Henry, 2014; Van, 2014; Coddington, 2015; Robinson, 2015; Rodríguez, 2015; Torres – Gutiérrez, 2015; Vala, 2015; Oseto et al, 2016; Zhang, 2016;

Santos, 2017; Riddick, 2018; Seidel, 2020; Cabral, 2021; y Matthew, 2021), además, se contó con la colaboración de especialistas entomólogos de centros de investigación del país y del extranjero.

b) Georreferenciación de las principales especies de insectos plaga y benéficos encontrados en la zona en estudio

El georreferenciamiento de los especímenes colectados se lo realizó utilizando un GPS (Garmin) con el fin de levantar planimétricamente cada uno de los lotes en estudio, además, se tomaron puntos (esquinas) en los que se realizó el muestreo, posteriormente se descargaron imágenes satelitales de la zona en estudio a través de Google Earth, estableciendo así mapas temáticos indicando la distribución de las principales especies de insectos plaga y benéficos por etapas fenológicas (S = etapa de plántula, V = etapa vegetativa, R = etapa reproductiva).

El georreferenciamiento se lo llevó a cabo utilizando el programa ArcMap, se generó una base de datos considerando las etapas fenológicas y la cantidad de insectos colectados durante nueve muestreos, en los cinco lotes en estudio. Las localidades de ocurrencia para cada taxón objetivo fueron procesadas a través de la herramienta de interpolación IDW del programa ArcMap.

La herramienta de interpolación IDW midió la distancia inversa ponderada de los insectos plagas y benéficos, determinando los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra de los especímenes colectados estableciendo zonas calientes en cada lote de estudio, representando esto de manera gráfica. Diferentes coloraciones indican el movimiento de los insectos plaga y benéficos por etapas fenológicas en la zona de estudio.

c) Estimación de la dinámica poblacional de los principales insectos plaga e insectos benéficos en el cultivo de arroz

Para estimar la dinámica poblacional de los insectos plaga e insectos benéficos colectados en el cultivo de arroz, la información fue organizada de acuerdo a la cantidad de especímenes colectados de las principales especies plaga e insectos benéficos con respecto a las fases fenológicas del cultivo: Etapa de plántula (S0, S1, S2, S3), etapa vegetativa (V1, V2, V3, V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, V13) y etapa reproductiva (R0, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9) (Ver Anexo 1).

d) Determinación de índices de biodiversidad de los especímenes colectados

Para determinar los índices de biodiversidad de los principales insectos plaga y benéficos colectados en el cultivo de arroz se utilizó la información de la dinámica poblacional de insectos. Las relaciones de abundancia de especies de insectos plagas y benéficos del cultivo de arroz en el estudio de comunidades fueron caracterizadas a través del uso de los índices de diversidad de Margalef, Shannon-Wiener y Simpson.

a) Índice de diversidad de Margalef

$$D_{Mg} = \frac{(s - 1)}{\ln(N)}$$

Donde:

DMg = índice de Margalef

s = Número de especies presentes

ln = Logaritmo natural

N = número total de individuos

El índice de Margalef es utilizado para estimar la biodiversidad de una comunidad con base en la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada. Los valores inferiores a dos son considerados como zonas de baja biodiversidad y valores superiores a cinco son indicativos de alta biodiversidad.

b) Índice de Shannon-Wiener

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \ln p_i$$

Donde:

H= Índice de Shannon-Wiener

S = número de especies (la riqueza de especies)

p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i)

n_i = número de individuos de la especie i

N = número de todos los individuos de todas las especies

El índice de diversidad Shannon-Wiener se fija en cómo una especie se distribuye en el ecosistema. Para realizar este cálculo, es necesario tomar muestras de una población observando un área determinada, contando las diferentes especies en la población y evaluando su abundancia en el lugar ya que es una medida importante para la biodiversidad. Se expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de las muestras. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenece ese individuo escogido al azar en una colección. De esta forma, el índice contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies), y la cantidad relativa de individuos de cada una de esas especies (abundancia). H normalmente toma valores de entre 1 y 4.5 y valores encima de 3 son típicamente interpretados como diversos.

c) Índice de Simpson

$$D = \frac{\sum n (n - 1)}{N(N - 1)}$$

Donde:

D: índice de Simpson

n: número total de individuos de la misma especie

N: número total de individuos

El índice de Simpson (S) mide la probabilidad de que dos individuos seleccionados aleatoriamente de una muestra pertenezcan a la misma especie o a la misma categoría. el valor del índice oscila entre 0 y 1, cuanto mayor es el valor, mayor es la diversidad de dominancia de la muestra.

3.9. Tratamiento de los datos

Para reportar los datos de esta investigación se utilizó la estadística descriptiva basada en medidas de tendencia central y de dispersión; además de gráficos como los histogramas de frecuencia que fueron utilizados para visualizar el comportamiento poblacional de los insectos durante el ciclo de vida del cultivo de arroz. El cálculo de los índices de Margalef, Shannon-Wiener y Simpson se lo efectuó en el programa Past program (Versión 4.06). Para el estudio de geoestadística se utilizó la herramienta IDW del software ArcGis (Versión 10.5).

IV. RESULTADOS

4.1 Identificación morfológica de los insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz

Los especímenes colectados fueron identificados mediante caracteres morfológicos externos utilizando claves y descripciones taxonómicas con la diagnosis para cada especie. Catorce especies entre insectos plaga y benéficos fueron identificados; el hábito alimenticio y la cantidad de especímenes colectados se describe en la Tabla 2.

Tabla 2. Registro de insecto plagas y benéficos colectados en el cultivo de arroz.

Nombre científico		Hábito	Cantidad
Clase: Insecta			
Orden: Coleoptera			
Familia: Coccinellidae	<i>Cycloneda sanguinea</i>	Predador	198
	<i>Coleomegilla maculata</i>	Predador	295
Orden: Diptera			
Familia: Ephydriidae	<i>Hydrellia</i> sp.	Fitófago	2489
Familia: Sciomyzidae	<i>Sepedomerus macropus</i>	Predador	1681
Familia: Syrphidae	<i>Toxomerus dispar</i>	Predador	1921
Orden: Hemiptera			
Familia: Berytidae	<i>Jalysus</i> sp.	Fitófago/Predador	547
Familia: Cicadellidae	<i>Hortensia similis</i>	Fitófago	2391
Familia: Delphacidae	<i>Tagosodes orizicolus</i>	Fitófago	3910
Familia: Pentatomidae	<i>Oebalus ornatus</i>	Fitófago	1374
	<i>Tibraca limbativentris</i>	Fitófago	52
Familia: Reduviidae	<i>Zelus pedestris</i>	Predador	93
Orden: Lepidoptera			
Familia: Crambidae	<i>Rupella albinella</i>	Fitófago	1779
Familia: Noctuidae	<i>Spodoptera frugiperda</i>	Fitófago	554
Orden: Neuroptera			
Familia: Chrysopidae	<i>Chrysoperla carnea</i>	Predador	290

4.1.1 Diagnósis para la identificación de insectos plaga y benéficos capturados en el cultivo de arroz

***Cycloneda sanguínea* (Coleoptera: Coccinellidae)**

Diagnósis: *C. sanguínea*, tiene forma es oval formando un ángulo muy abierto en el ápice. La coloración general es naranja con un patrón de manchas amarillentas o crema en el pronoto. La superficie es glabra y brillante, muy pulida. La cabeza es negra con excepción del clipeo el cual presenta el borde superior amarillo y dos manchitas triangulares en la frente entre los ojos que no llegan a unirse. Las piezas bucales y las antenas son de un marrón muy oscuro, estas últimas de 11 segmentos. Presenta a los lados los élitros de color anaranjado, curvados en forma continua. El lado inferior y las patas son negras, excepto las epipleuras anaranjadas, los hipómeros con el borde lateral de color crema y los mesoepímeros de ese mismo color. La superficie ventral del cuerpo, incluyendo los fémures, antenas y piezas bucales está cubierta de pubescencia corta y fina, uniforme. Esta pubescencia es más larga y tupida hacia los costados. La puntuación del protórax es aún más fina, teniendo los puntos separados por aproximadamente cuatro diámetros, tienen un tamaño de largo total de 3,7 mm, pronoto: largo 0,7 mm, ancho 1,9 mm, élitro: largo 3,0 mm, ancho 2,9 mm. de 3,2 a 6,5 mm (Rodríguez, 2015).

***Coleomegilla maculata* (Coleoptera: Coccinellidae)**

Diagnósis: *C. maculata*, es un escarabajo ovalado, de color rojo a rosa, El área detrás de la cabeza suele ser rosada o amarillenta con dos grandes marcas triangulares negras, y seis manchas en cada ala anterior (Riddick, 2018).

El adulto tiene un cuerpo glabro con coloración aposemática de tonos rojos o rosados saturados, la cutícula es translúcida, antenas insertadas frente a sus ojos grandes, moderadamente largas y débilmente clavadas; palpómero maxilar terminal fuertemente expandido, securiforme; placas coxales en las hembras de tipo mango y hoja, sus glándulas coleteriales en

la terminal femenina de tamaño mediano (alrededor de 5-6 mm) (Coddington, 2015).

***Hydrellia* sp. (Diptera: Ephydriidae)**

Diagnosis: *Hydrellia* sp. tiene metamorfosis completa, las etapas de la vida incluyen huevo, tres estadios larvarios, la pupa y el adulto. Presenta una cabeza de color marrón a negro, fronto-orbitales, setas postocelares tres veces más que la longitud de las setas ocelares, antenas grisáceas y de tipo plumoso, con espina distinta con pelos en el dorso y una sétula bien desarrollada, lúnula, cara parafacial estrecho y delgado con 5 o 7 setas faciales primarias, de color negro opaco, y alas translúcidas; su cuerpo está cubierto por vellosidades, el tórax está dividido en franjas de color gris claro y oscuro. El adulto es una mosca que mide de 2 a 3 mm de largo y de 3 a 4mm de envergadura (Matthew, 2021).

***Sepedomerus macropus* (Diptera: Sciomyzidae)**

Diagnosis: Los adultos de *S. macropus* se reconocen fácilmente, sus ojos son redondos de color rojo a marrón, posee lúnula protuberante entre las bases de las antenas, setas post-ocelar paralelas a ligeramente divergentes; falta de vibrisas orales y clipeo no expuesto, cuenta con dos alas membranosas, su cuerpo es de color marrón oscuro con coloraciones de color negro en su abdomen por ser erectos, proyectados a ligeramente decumbentes o caídos; vena costal intacta sin setas fuertes; su vena generalmente llega al margen; y una o más tibias con una seta preapical dorsal, pero sin setas medial cuenta con supras alares débiles o parecidos a pelos; 3 pares de patas y 2 de fémur de color pardo posterior mucho más largo que el abdomen, con vellosidades e espinas su tibia posterior recta; parafacial con mancha negra apenas ventrada de antenas; callo metapleuraleal con varios pelos, en el cultivo de arroz se lo encuentra en estado adulto (Vala, 2015).

***Toxomerus dispar* (Diptera: Syrphidae)**

Diagnosis: *T. dispar* es una especie con cara amarilla medialmente a marrón o negra lateralmente al igual que sus ojos, polinosa blanca lateralmente; scutum polinosa de bronce con vitta amarilla lateral, escutelo negro con márgenes laterales y posteriores amarillos, a veces márgenes amarillos no bien diferenciados del disco central cubierto por polinosidad bronceada, pilosos negros o amarillos, y su ala es enteramente microtrícica. El abdomen del macho es de color negro brillante, sus alas de 6,1–6,2 mm con una mácula polinosa central negra en la terga y una pequeña mácula amarilla en cada mitad anterobasal de la terga, tergum amarillo en los márgenes laterales el abdomen femenino es similar, pero con mácula polinosa negra medial extendida lateralmente formando una fascia en terga, su cuerpo presenta espinas y vellosidades y una mácula lateral amarilla extendiéndose y ensanchándose hacia la línea medial, las medidas de su cuerpo adulto varían de 6,4–7,1 mm. (Mengual, 2011).

***Jalysus* sp. (Hemiptera: Berytidae)**

Diagnosis: *Jalysus* es conocida como “stilt bug” (chinche con zanco) se caracteriza por tener un cuerpo alargado y delgado. La metamorfosis es gradual; las ninfas se asemejan a los adultos excepto en que carecen de alas, aunque a menudo tienen pequeños brotes de alas en los últimos estadios ninfales, y suelen pasar por cuatro o cinco instares. Cabeza sin tilo sobresaliente. El cuarto segmento de la antena es más largo que la cabeza, abdomen punteado (sin marcas de perforación) debajo entre los muslos delanteros, su espina proyectada desde la glándula olfativa torácica. El canal de la glándula olfativa en la espina dorsal proyectada con un surco que desciende, por un lado, sin curvas. Proceso del ostiolo con forma de espina. La longitud combinada del fémur y la tibia de cada pata es mayor a la longitud del cuerpo. Los berítidos son chinches alargadas y delgadas, de cuerpo a menudo cilíndrico, con patas y antenas largas, cuyo tamaño va desde algo más de 2 mm a más de 15 mm (Rengifo-Correa, 2011).

***Hortensia similis* (Hemiptera: Cicadellidae)**

Diagnosis: La cabeza de *H. similis* es tan ancha como el pronoto; la cabeza tiene un ápice en punta romana tres veces más gruesa, luego más largo y más grueso que el pronoto, pero la mitad de largo que éste, su pronoto también es más gruesa que larga, redondeada en el margen interior y cóncava posterior. El vértice obtusamente angulado, redondeado al frente; las hembras tienen un clípeo tumido, abruptamente doblado hacia atrás, a poca distancia del anticlípeo, se puede ver en un ángulo obtuso mientras que en los machos no es tan visible, pronoto un poco más grande que el vértice, casi truncado por detrás; venas elitrales indistintas. La parte frontal del pronoto, el abdomen, y las patas tienen un color amarillo, Las ninfas son de un color amarillo verdoso claro, con ojos claramente diferenciados, pero también del mismo color. Es un pequeño insecto que puede variar entre 5 a 7 mm de largo con un color verde brillante con líneas y tiras negras en la cabeza y pronoto (Santos, 2017).

***Tagosodes orizicolus* (Hemiptera: Delphacidae)**

Diagnosis: Los machos de *T. orizicolus* son de color marrón amarillento con frons, clípeo, y alas delanteras con marcas oscuras, y las hembras son más pálido, con una raya dorsal amarilla. La especie es sexualmente dismórfica. Alas anteriores sin mancha apical. La genitalia con los bordes de la valva dentados y ovipositor esclerotizado. La metamorfosis es hemimetábola con cinco estadios. Los genitales masculinos son especialmente el edeago, y la forma del diafragma son características importantes de identificación de *T. orizicolus*. Las ninfas son de color blanco y de color crema su tamaño varía entre 0,65-0,60 mm de largo y 0,20-0,30 mm de ancho, conformen van creciendo, la nitidez de las líneas laterales de su cuerpo aumenta. Los machos miden 2.17 mm aproximadamente, es de color marrón oscuro, regularmente con una raya amarilla desde el vértice hasta el escutelo, con una mancha apical en las alas anteriores. Frente oscura con tres rayas amarillas longitudinales. Antenas y patas de color amarillo y las

hembras con alada o braquíptera; de mayor tamaño respecto al macho, mide 2.77 mm de longitud, de color amarillo con rayas oscuras laterales del mesotórax al abdomen, con una raya longitudinal pálida del vértice al final del abdomen. (Mora, 2001).

***Oebalus ornatus* (Hemiptera: Pentatomidae)**

Diagnosis: *O. ornatus* tiene ojos usualmente contiguos al pronoto. Jugu no sobrepasa al tylus; tubérculo antenal visible en vista dorsal. Primer segmento rostral contenido completamente entre las búculas. Búculas evanescentes su ancho del escutelo en la parte distal del frenum, la mitad o menos de la anchura basal del mismo, sus ángulos posterolaterales del pronoto inermes; ángulos humerales obtusos o proyectados en una espina de longitud variable. Surco osteolar metatorácico corto, extendiéndose menos de 2/5 de la distancia comprendida entre el orificio y el margen lateral de la metapleura, usualmente auriculado, el borde posterior del pigóforo presentando un labio medio grueso, una única espina afilada sobresale hacia adelante. Fémures inermes con la superficie superior de las tibias redondeadas/cilíndricas en su mayor parte. Las hembras suelen ser más grandes y pesadas que los machos estas pueden ser identificados por la presencia de una hendidura horizontal como abertura en el esternón abdominal, y tienen un tamaño de hasta 12 mm de longitud. los adultos de *Oebalus* son insectos de color pajizo con forma de escudo, miden aproximadamente 1,2 cm de largo y 0,6 cm de ancho, de cada hombro (Torres – Gutiérrez, 2015).

***Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae)**

Diagnosis: *T. limbativentris* pasa por cinco estados antes de llegar a adulto, tiene el cuerpo en forma de escudo, posee una cabeza más larga que ancha; región anteocular mucho más larga que ancha; jugu subigual o escasamente rebasando el tylus. Primer artejo rostral entre las búculas. Segmentos antenales 1 y 2 subiguales en longitud, tercer segmento más largo que todos, con márgenes anterolaterales del pronoto subrectilíneos. Ancho del escutelo en

la parte distal del frenum igual a más de la mitad de la anchura basal, usualmente $3/5$ o más. Ángulos basales del escutelo con foveas negras y profundas. Surco osteolar extendiéndose a menos de $2/5$ de la distancia entre el margen medio del osteolo y el margen lateral de la metapleura, usualmente auriculado. El rostrum alcanza las metacoxas o las sobrepasa. Las ninfas varían en coloración desde amarillo a marrón oscuro. El adulto es de color marrón, es una chinche de gran tamaño mide de 13 a 15 mm de largo por 7,5 mm de ancho (Seidel, 2020).

***Zelus pedestris* (Hemiptera: Reduviidae)**

Diagnosis: Los caracteres morfológicos de *Z. pedestris* incluyen: un cuerpo grande y delgado. La estructura de su cabeza es cilíndrica. Lóbulo postocular largo; en vista dorsal anteriormente se estrecha gradualmente, la porción posterior es constante, ligeramente más estrecha. Toda la superficie de la cabeza con setas erectas, recostadas y cortas, algunas setas erectas más largas dispersas en el lóbulo postocular, especialmente ventralmente, el lóbulo pronotal anterior con setas cortas, recostadas a cortas, erectas, confinado a los tractos de los tabiques dorsalmente, setas más largas lateralmente; lóbulo pronotal posterior con setas erectas cortas, recostadas y moderadas. Ojo pequeño; margen lateral sólo ligeramente más ancho que el lóbulo postocular; márgenes dorsal y ventral eliminados de las superficies de la cabeza. Su labio: I: II: III = 1: 2,1: 0,4., teniendo un diámetro del basiflagellómero mayor que el del pedicelo. El lóbulo pronotal posterior con un par de tubérculos, es esbelto con una coloración en la superficie dorsal marrón oscuro; más claro en el lóbulo pronotal posterior; superficies laterales y ventrales de color marrón amarillento; patas de color marrón amarillento, ápices femorales oscuros, tibias con tres o cuatro bandas más oscuras. Su tórax posee un ángulo anterolateral subtuberculado; surco longitudinal medial poco profundo cerca del cuello, profundizándose posteriormente. Su abdomen con setas erectas cortas, recostadas y erguidas y dispersas, más largas. El hemelytron del ápice levemente superior del abdomen, no más de la longitud del segmento abdominal

siete. Lóbulo pronotal posterior con superficie rugulosa; disco claramente elevado por encima del ángulo humeral; su ángulo humeral armado, con proyección dentada, el escutelo largo; ápice ligeramente puntiagudo, sus piernas son muy delgadas, en diámetros femorales subiguales; con celda cuadrada pequeña de la celda cubital subparallel, su longitud total es de 9,63-11,26 mm (Zhang, 2016).

***Rupella albinella* (Lepidoptera: Crambidae)**

Diagnosis: El adulto es una mariposa blanca brillante de hábito nocturno, con el cuerpo cubierto de escamas planas superpuesta. La cabeza está muchas veces escondida por este mechón de pelos, pero se distinguen los ojos de color negro. Los palpos maxilares son cortos. El tórax presenta un mechón de pelos sedosos que sobresalen visiblemente de la superficie. La hembra presenta una mancha color naranja en el último segmento abdominal, vive de 5 a 8 días y generalmente es más grande que el macho que vive de 4 a 6 días (Cabral, 2021).

***Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae)**

Diagnosis: Las larvas jóvenes son verdosas o parduscas con rayas longitudinales blancas. El patrón en la cabeza puede ser ligeramente rosado y ya es bastante distinto a partir de la etapa L3 en la pinacula dorsal en el segmento abdominal 8 y 9 son más grandes que en los otros segmentos abdominales en las larvas en estadio L1 y L2, estas pinacula dorsal apenas difieren en tamaño. Alrededor del segmento abdominal 1 a menudo se desarrolla un tono rosado, por encima de los espiráculos se desarrolla una línea rosada, especialmente en los segmentos abdominales posteriores también aparecen franjas blancas middorsal y lateral en el escudo torácico. En el escudo anal se ha desarrollado una fila de plaquetas de color marrón oscuro (Robinson, 2015).

La pinacula dorsal en el segmento abdominal 8 y especialmente el 9 son grandes y tienen una disposición típica: en el segmento 8

están dispuestas en un cuadrado, en el segmento 9 en un trapecio. La placa anal tiene parches alargados oscuros, otro elemento llamativo es la seta SD1 en forma de pelo en el segundo y tercer segmento del tórax y en el noveno segmento abdominal, que se implanta en un pinaculum con una esclerotización oscura en forma de anillo. Entre los segmentos se ven dos filas (parciales) de pequeñas plaquetas oscuras establece que puede haber un parche lateral en el primer segmento abdominal. La larva completamente desarrollada mide aproximadamente 30 a 40 mm de longitud (Van, 2014).

***Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae)**

Diagnosis: *C. carnea* presenta una cabeza marcada con una estrecha franja marrón en gena y clípeo lateral, ojos saltones y oscuros. Palpos maxilares sin marcar o marcado con una raya negra dorsal, las antenas más cortas que el ala delantera, alas con venación fina y delicada.

La relación de dilatación basal de la uña es de 1,67 a 2,14 mm, la longitud del ala de 11,5 a 14 mm; con venas transversales en la mitad basal del ala marrón o verde con puntas de mancha marrón; gradaciones verdes. Cabeza con antenas filiformes y el pronoto marcado con una franja mediana amarilla; setas laterales largas, pálidas; setas dorsales más cortas, oscuras o mezcladas con pelos pálidos (Henry, 2014). El abdomen con rubio setas en los esternitos apicales; y presenta labio en el esternito macho corto, estrecho, con pelos rubios cortos una pequeña proporción de individuos, con un par de pequeñas manchas está presente mesad de la franja dorsolateral a nivel de las bases de las antenas. Los adultos son de color verde claro, de unos 6 mm de largo, cubierto por una raya longitudinal pálida (Charles, 2014).

4.2 Georreferenciación de las principales especies de insectos plaga y benéficos encontrados en la zona en estudio.

En este estudio se ubicaron geográficamente los puntos de muestreo para diseñar los mapas temáticos basados en la cantidad de insectos colectados y las etapas fenológicas en la que se encontraba el cultivo de arroz. La densidad poblacional de insectos aplicados en los mapas mostró la relevancia de cada especie en función a la cantidad de especímenes por lotes de la finca y por cada una de las etapas fenológicas en las que fueron colectados.

A continuación, se describe los mapas de la masa poblacional basado en el método de interpolación IDW de la abundancia relativa de las especies colectadas en el cultivo de arroz de acuerdo a sus etapas fenológicas.

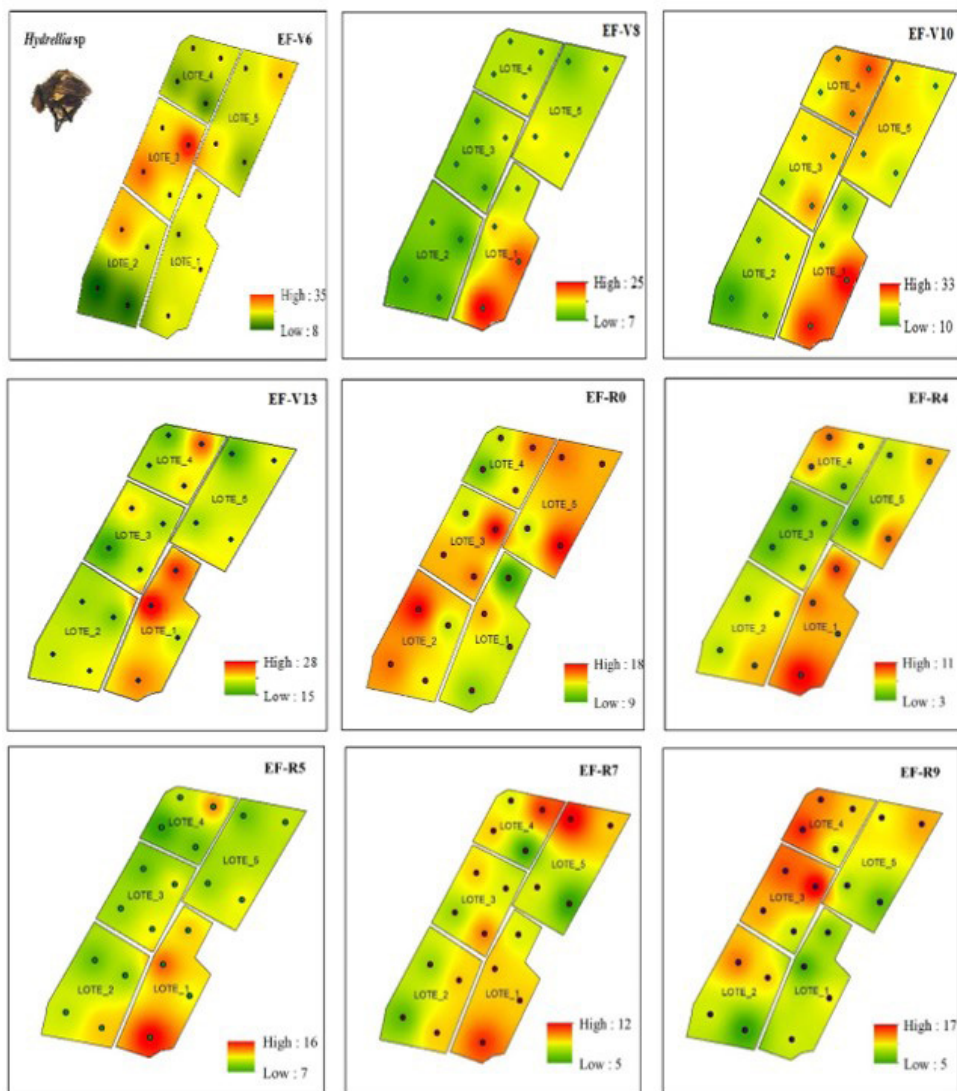


Figura 1. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Hydrellia* sp. en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

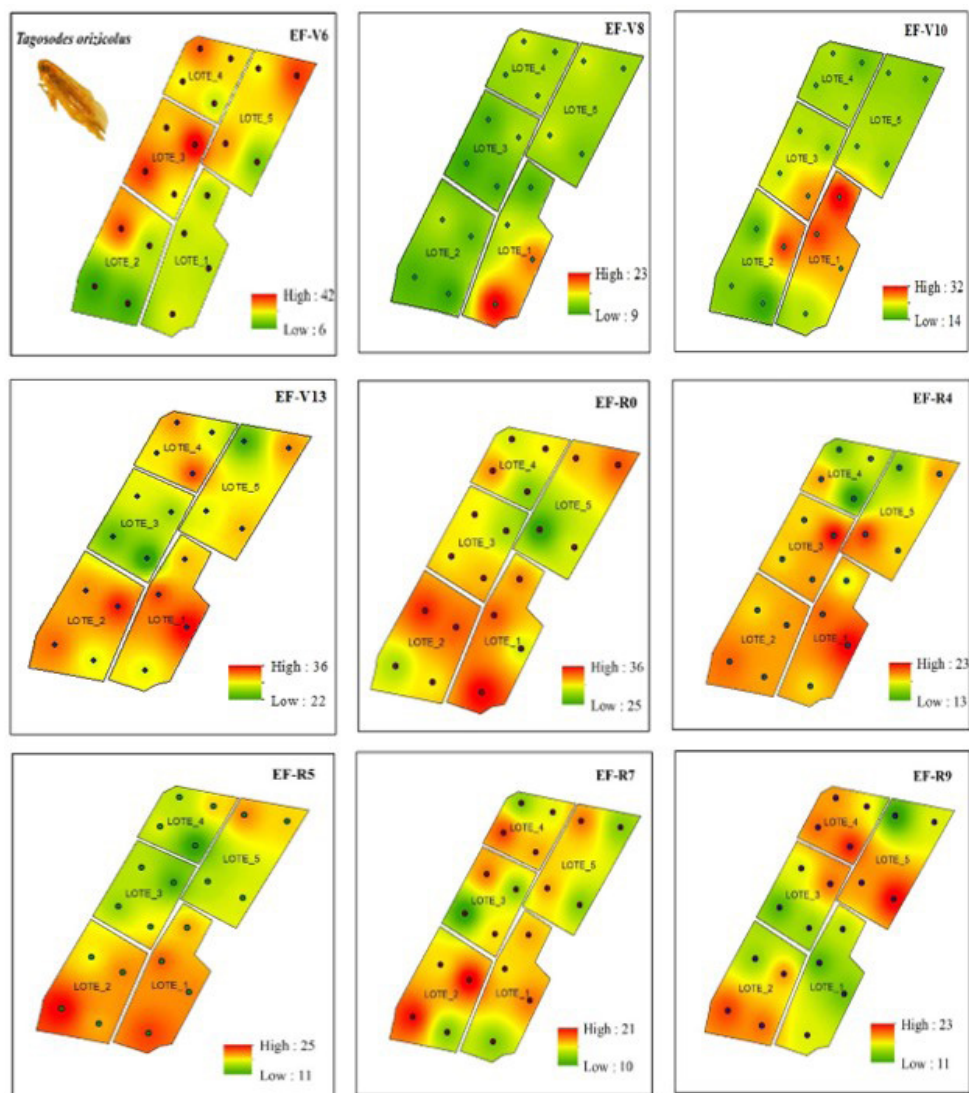


Figura 2. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Tagosodes orizicolus* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

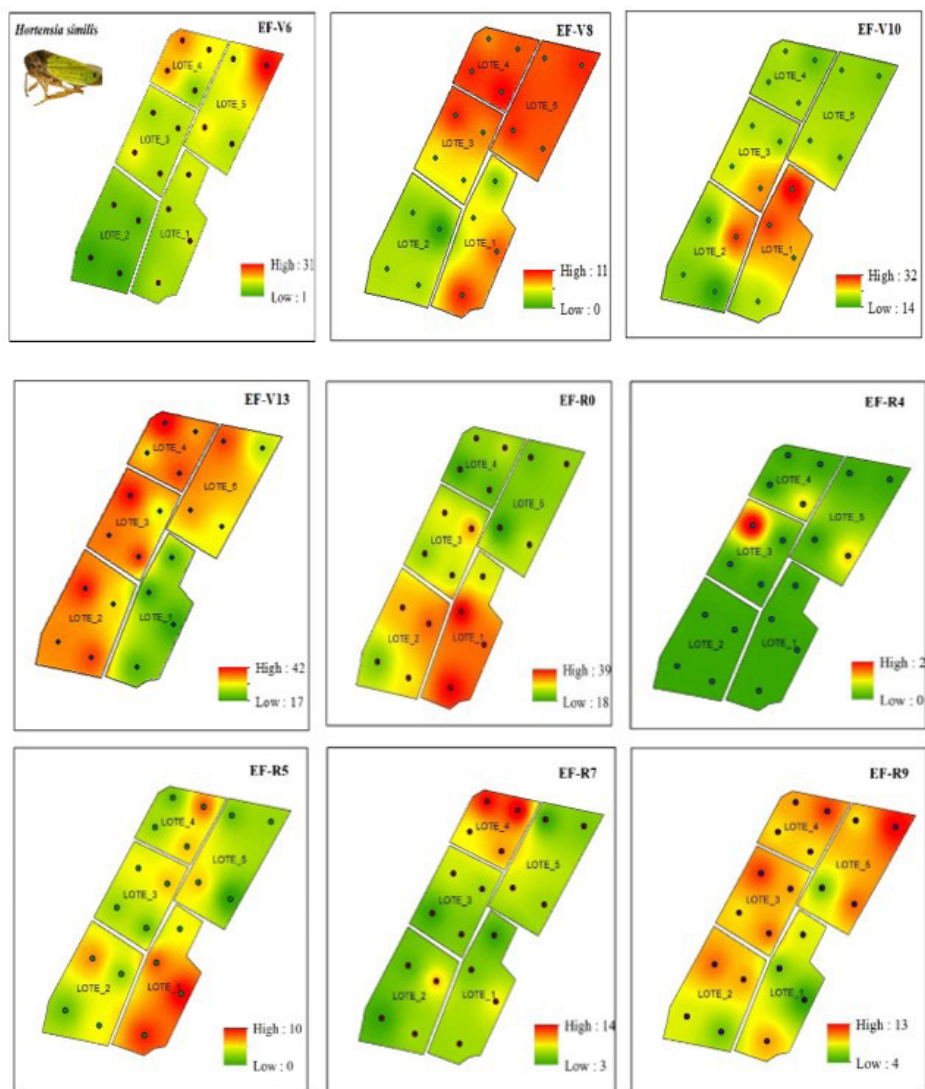


Figura 3. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Hortensia similis* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

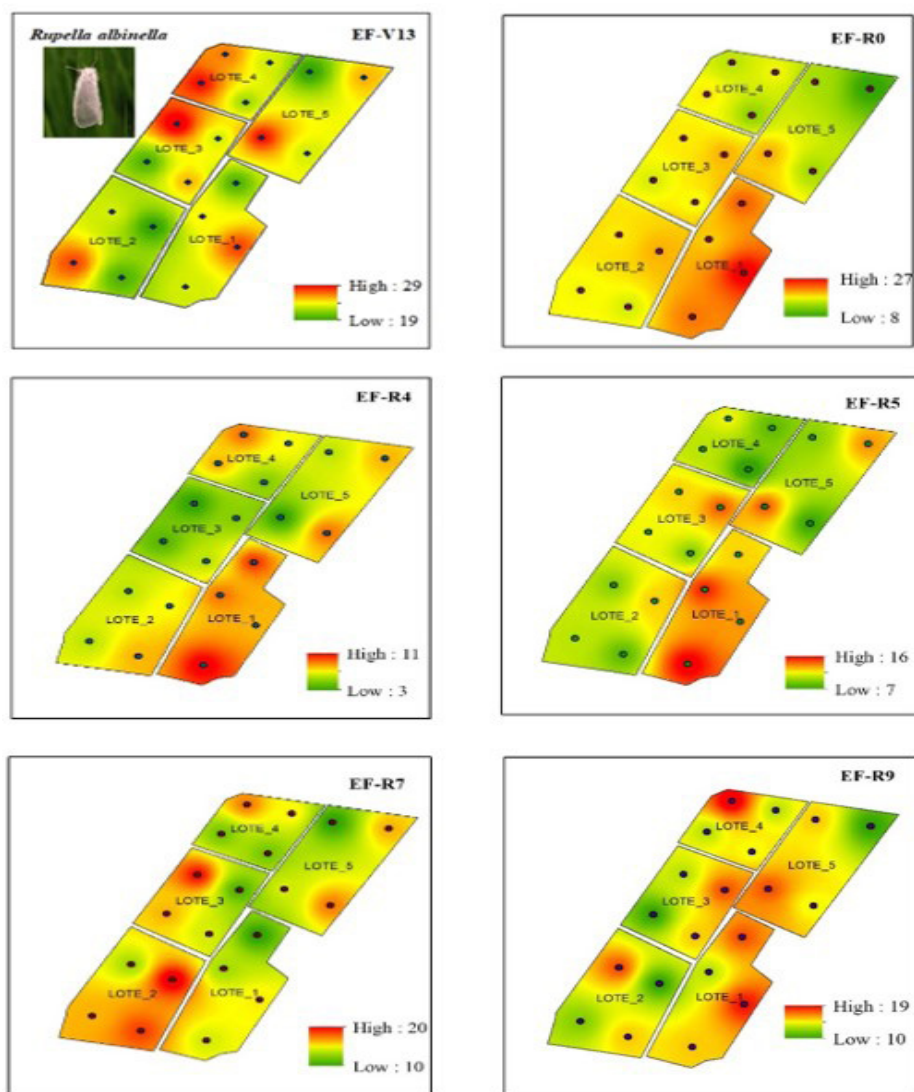


Figura 4. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Rupella albinella* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

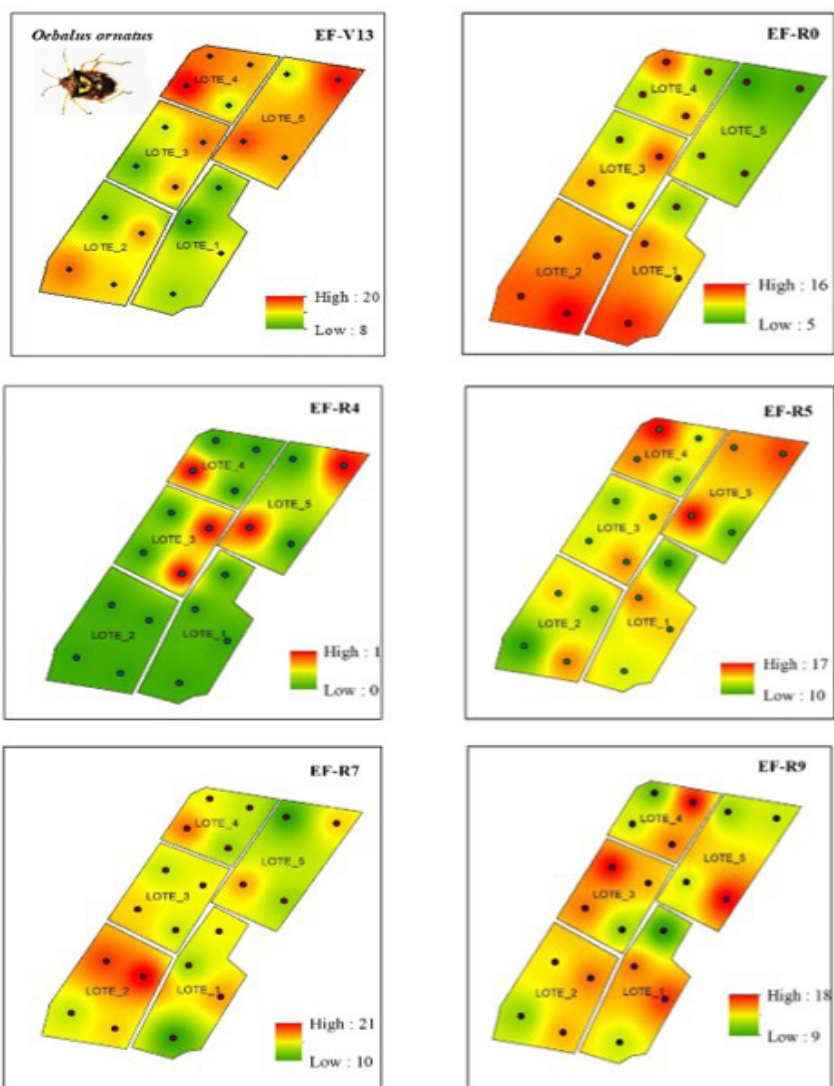


Figura 5. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Oebalus ornatus* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

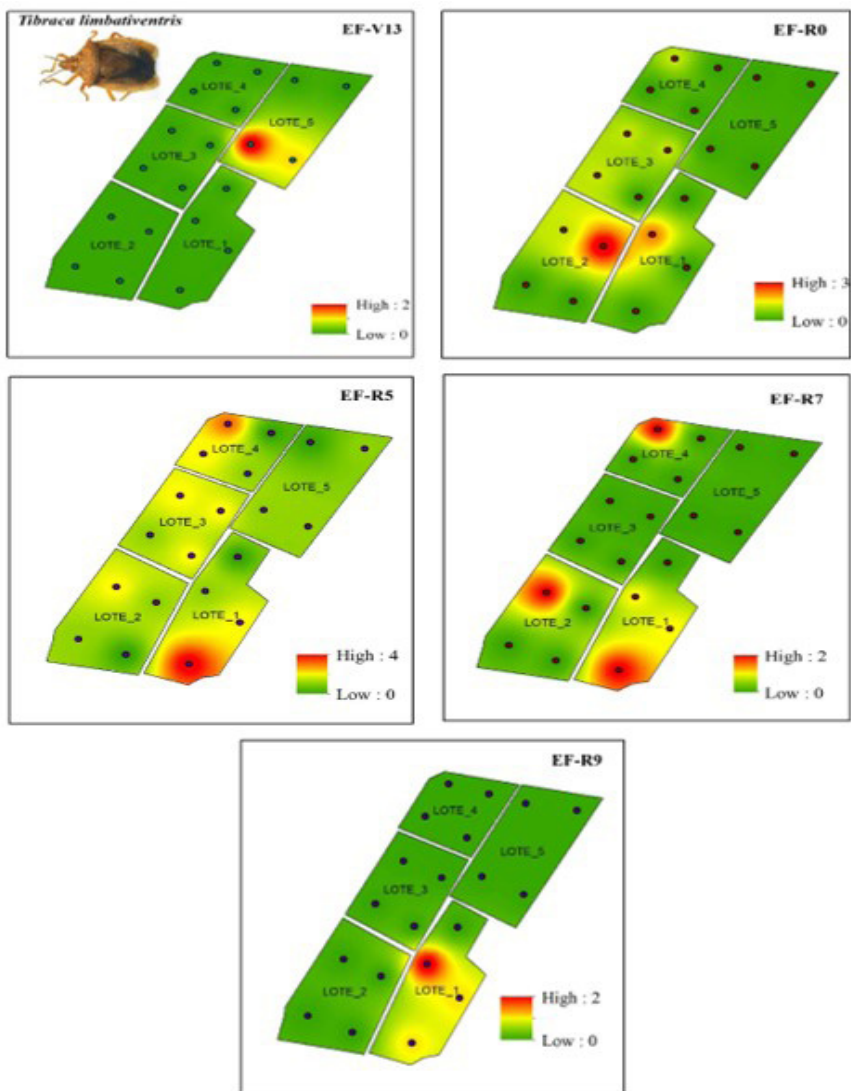


Figura 6. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Tibraea limbativentris* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

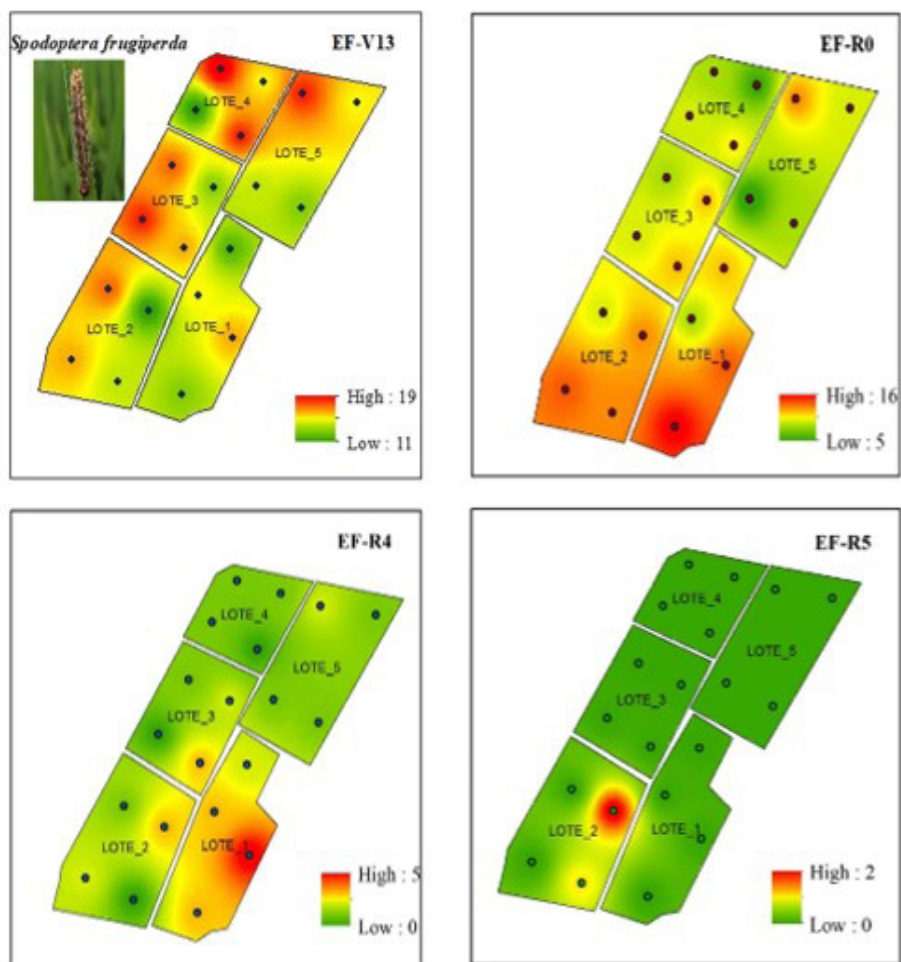


Figura 7. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Spodoptera frugiperda* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

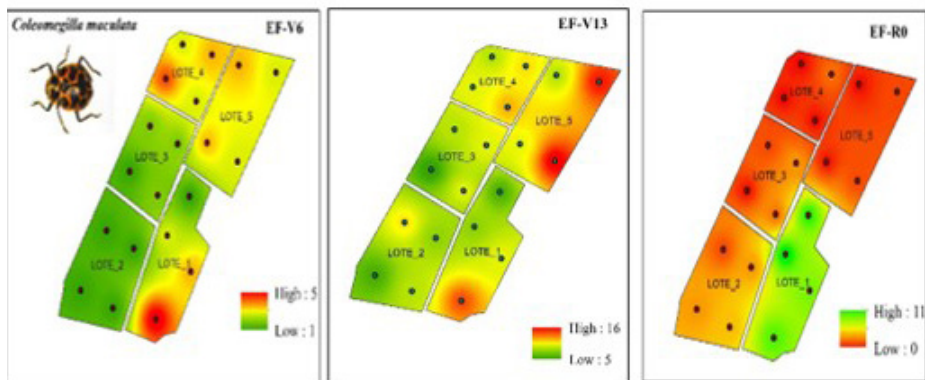


Figura 8. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Coleomegilla maculata* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

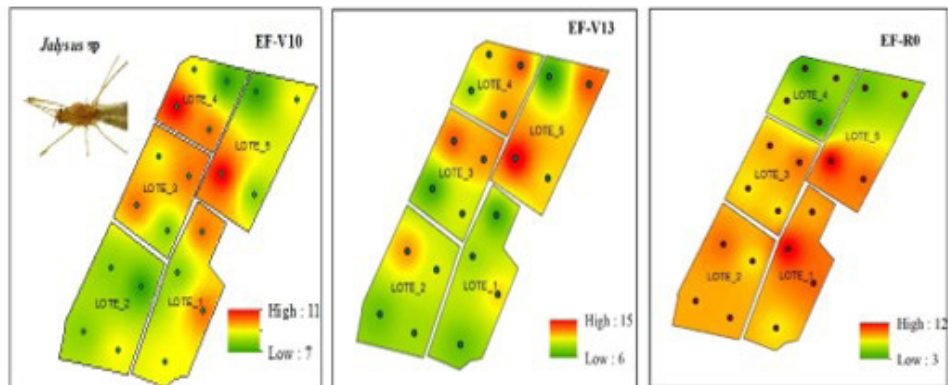


Figura 9. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Jalysus sp.* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

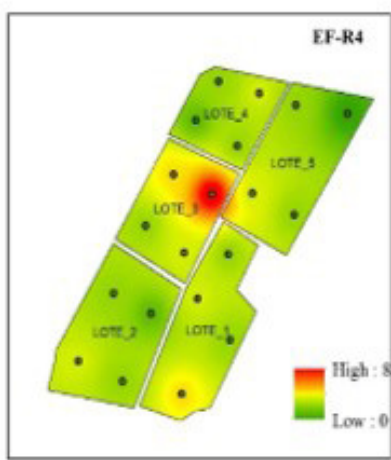
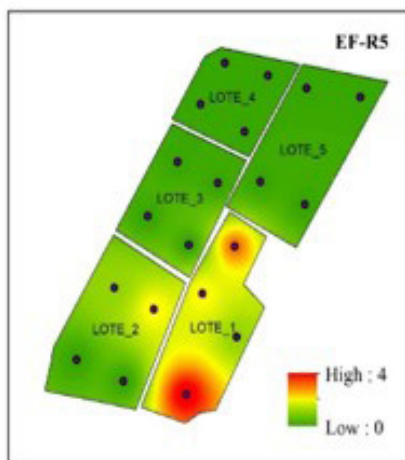
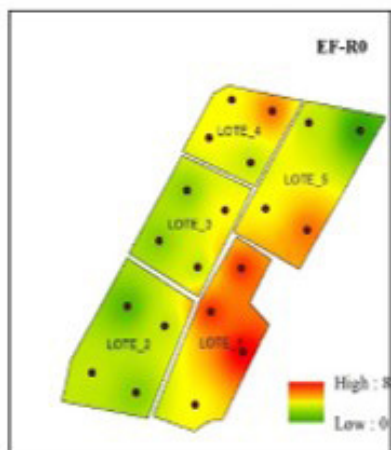
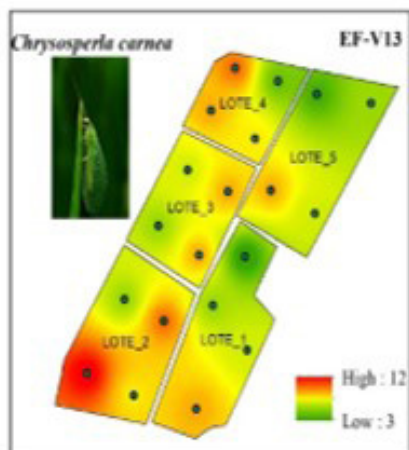


Figura 10. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Chrysoperla carnea* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

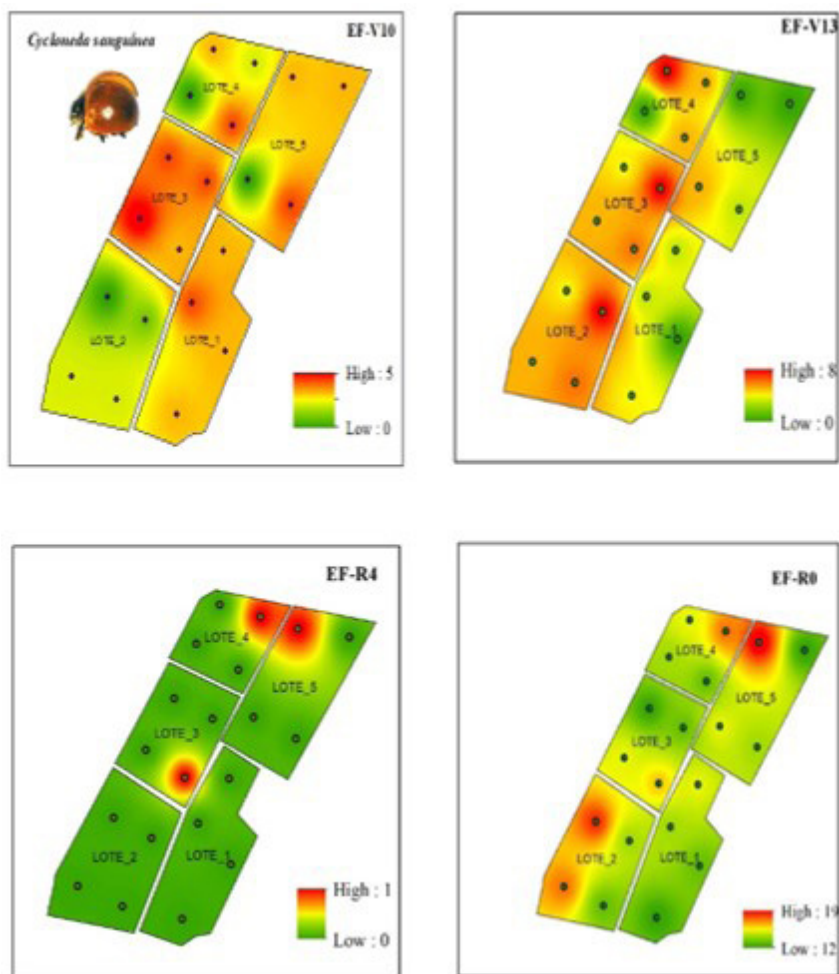


Figura 11. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Cycloneda sanguinea* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

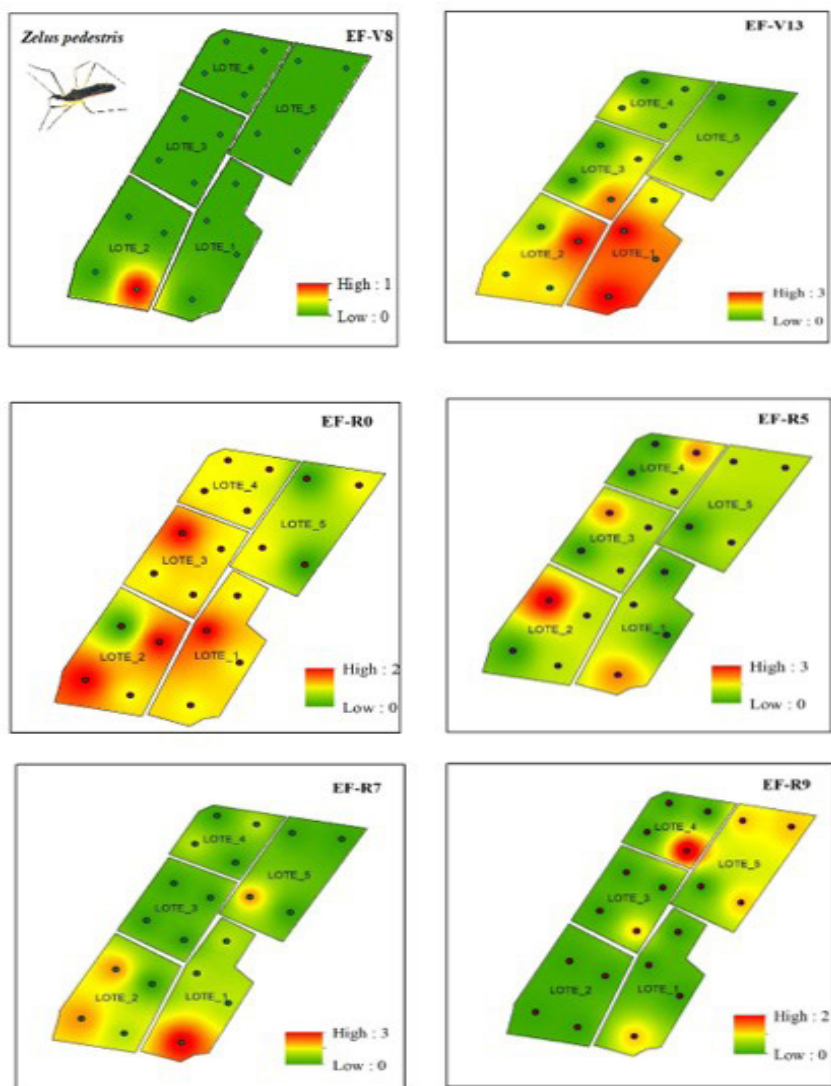


Figura 12. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Zelus pedestris* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

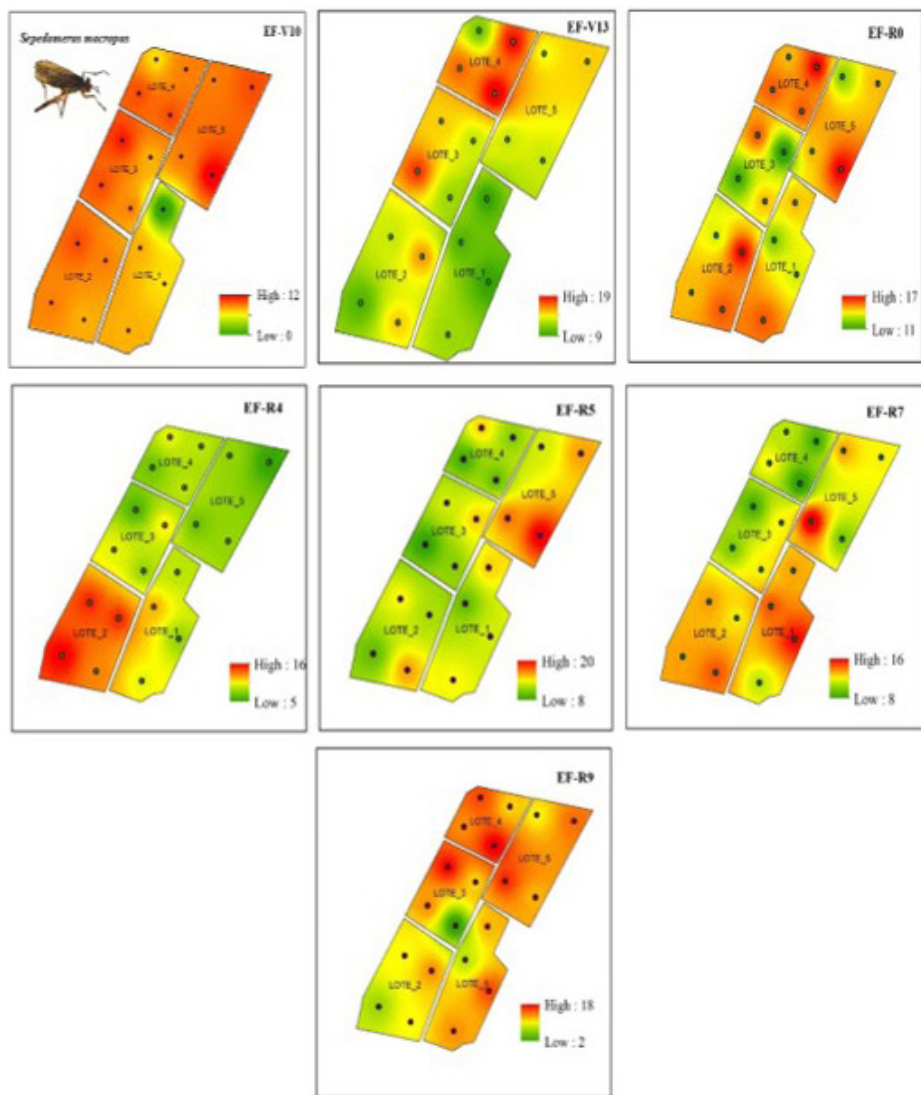


Figura 13. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Sepedomerus macropus* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

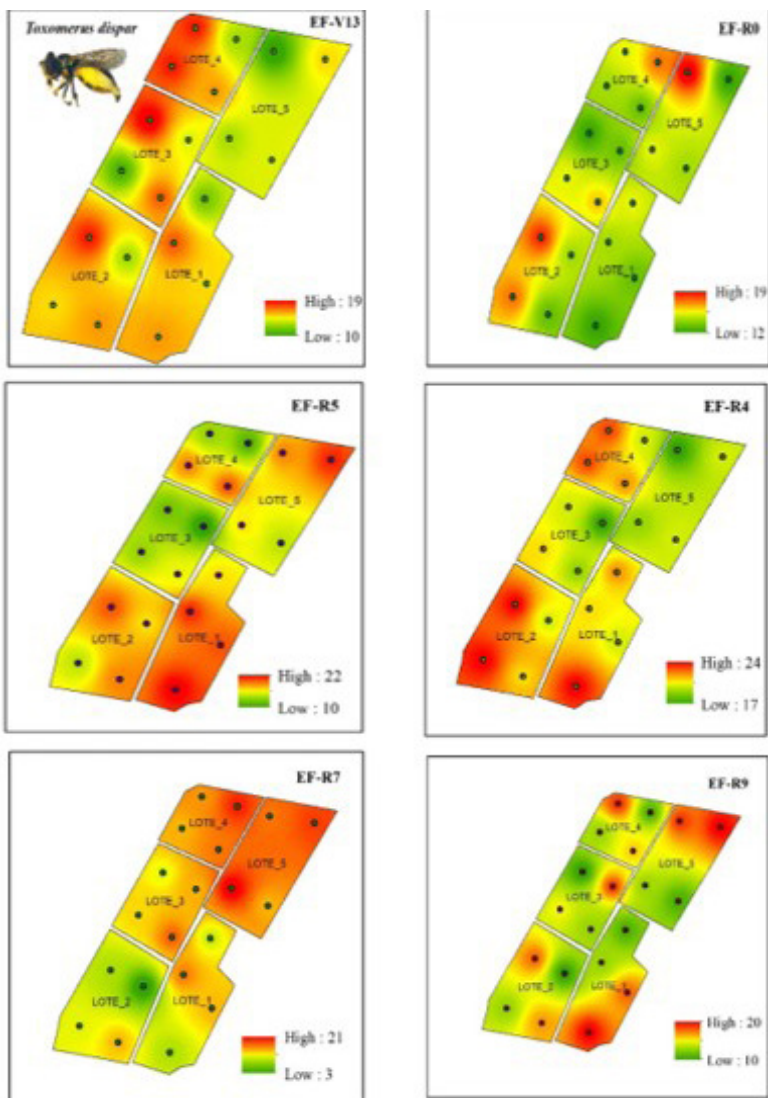


Figura 14. Densidad poblacional - interpolación IDW, de la especie *Toxomerus dispar* en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Tonalidades rojizas representan un mayor número de especímenes capturados, mientras que, tonalidades verdes indican una menor presencia de la especie en la zona de estudio. (EF-V: “Etapa fenológica vegetativa”, EF-R: “Etapa fenológica reproductiva”). Tamaño de celda de salida = 1 km.

4.3 Estimación de la dinámica poblacional de los principales insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz

La dinámica poblacional de las catorce especies colectadas en el cultivo de arroz durante nueve fases fenológicas comprendidas entre marzo y julio del 2021 se muestra en la figura 15.

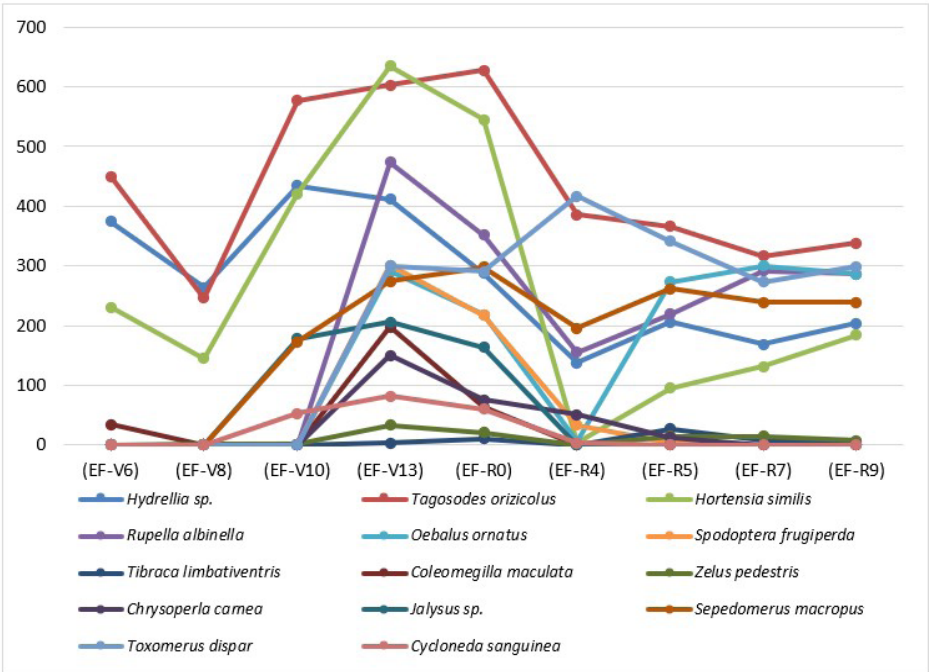


Figura 15. Dinámica poblacional de especies de insectos plaga y benéficos capturados en el cultivo de arroz durante las fases fenológicas (V6 a R9).

En la etapa fenológica (V6) “formación del cuello en hoja 6, en el tallo principal”, se presentaron tres especies de insectos plaga; *Hydrellia sp.* (374 especímenes), *T. orizicolus* (450 especímenes), *H. similis* (231 especímenes) y una especie benéfica *C. maculata* (34 especímenes). La especie *Tagosodes orizicolus*; predominó en la etapa fenológica V6. Aunque el arroz estaba en una etapa vegetativa de crecimiento en la formación de hojas se evidenció una cantidad de individuos alta.

En la etapa fenológica (V8) “formación del cuello en hoja 8, en el tallo principal”, se presentaron tres especies de insectos plaga destacando: *Hydrellia* sp. (264 especímenes), *T. orizicolus* (246 especímenes), *H. similis* (145 especímenes) y una especie benéfica *Zelus pedestris* (un espécimen). Durante la fase fenológica V8, predominó la especie *Hydrellia* sp. como insecto plaga.

En la etapa fenológica (V10) “formación del cuello en hoja 10, en el tallo principal”, se presentaron tres especies de insectos plaga destacando *Hydrellia* sp. (434 especímenes), *T. orizicolus* (577 especímenes), *H. similis* (421 especímenes) y tres especies de insectos benéficos: *Z. pedestris* (un espécimen), *S. macropus* (173 especímenes) y *C. sanguínea* (53 especímenes). Adicionalmente, se colectó especímenes del género *Jalysus* sp., (178 especímenes) conocido por presentar dos hábitos alimentares “fitófago y predador” (Wheeler y Henry, 1981). La especie de insecto plaga *T. orizicolus* predominó durante la etapa fenológica (V10).

Durante la etapa fenológica (V13) “formación del cuello en hoja 13, (hoja bandera)”, se presentaron siete especies de insectos plaga: *Hydrellia* sp. (412 especímenes), *T. orizicolus* (603 especímenes), *H. similis* (635 especímenes), *R. albinella* (474 especímenes), *O. ornatus* (291 especímenes), *S. frugiperda* (301 especímenes) y *T. limbiventris* (3 especímenes) y seis especies de insectos benéficos *C. maculata* (198 especímenes), *Z. pedestris* (33 especímenes), *C. carnea* (150 especímenes), *S. macropus* (274 especímenes), *T. dispar* (300 especímenes), y *C. sanguínea* (82 especímenes). Especímenes del género *Jalysus* sp. (206 especímenes) también fueron colectados. En la etapa fenológica (V13) predominó la especie de insecto fitófago *H. similis* y como insecto benéfico *T. dispar*.

En la etapa fenológica (R0), “el desarrollo de la panoja se ha iniciado”, se presentaron siete especies de insectos plaga: *Hydrellia* sp. (288 especímenes), *T. orizicolus* (628 especímenes), *H. similis* (545 especímenes), *R. albinella* (352 especímenes), *O. ornatus* (218 especímenes), *S. frugiperda* (217 especímenes) y *T. limbiventris* (10 especímenes) y seis especies de insectos benéficos *C. maculata* (63 especímenes), *Z. pedestris* (21 especímenes), *C. carnea* (76 especímenes), *S. macropus* (298 especímenes), *T. dispar* (291

especímenes), y *C. sanguínea* (60 especímenes). La especie *Jalysus* sp. (163 especímenes) también fue colectada. Para el muestreo realizado en la etapa fenológica (R0) como insecto plaga *T. orizicolus*.

En la etapa fenológica (R4), “una o más flores en la panoja del tallo principal han alcanzado la antesis”, se presentaron seis especies de insectos plaga: *Hydrellia* sp. (138 especímenes), *T. orizicolus* (386 especímenes), *H. similis* (4 especímenes), *R. albinella* (155 especímenes), *O. ornatus* (5 especímenes), *S. frugiperda* (33 especímenes) y 4 especies de insectos benéficos, *C. carnea* (51 especímenes), *S. macropus* (196 especímenes), *T. dispar* (417 especímenes), y *C. sanguínea* (3 especímenes). Para este muestreo predominó el insecto plaga *T. orizicolus* y la especie benéfica *T. dispar*.

Durante la etapa fenológica (R5), “al menos un cariospe en la panoja del tallo principal se ha elongado hacia el ápice de la cáscara”, se presentaron siete especies de insectos plaga: *Hydrellia* sp. (206 especímenes), *T. orizicolus* (366 especímenes), *H. similis* (95 especímenes), *R. albinella* (219 especímenes), *O. ornatus* (273 especímenes), *S. frugiperda* (3 especímenes) y *T. limbiventris* (27 especímenes). Fue posible la identificación de cuatro especies de insectos benéficos *Z. pedestris* (15 especímenes), *C. carnea* (13 especímenes), *S. macropus* (262 especímenes), *T. dispar* (341 especímenes). En la etapa fenológica (R5) prevaleció como insecto plaga *T. orizicolus* y como especie benéfica *T. dispar*.

En la etapa fenológica (R7), “al menos un grano en la panoja del tallo principal tiene la cáscara amarilla”, se presentaron seis especies de insectos plagas: *Hydrellia* sp. (169 especímenes), *T. orizicolus* (316 especímenes), *H. similis* (131 especímenes), *R. albinella* (292 especímenes), *O. ornatus* (300 especímenes), y *T. limbiventris* (8 especímenes). Se identificaron tres especies de insectos benéficos *Z. pedestris* (15 especímenes), *S. macropus* (239 especímenes), *T. dispar* (273 especímenes). Durante el muestreo realizado prevaleció como insecto plaga *T. orizicolus* y el insecto benéfica *T. dispar*.

En la etapa fenológica (R9), “Todos los granos que han alcanzado R6 tienen cascara castaña”, se presentaron seis especies

de insectos plaga: *Hydrellia* sp. (204 especímenes), *T. orizicolus* (338 especímenes), *H. similis* (184 especímenes), *R. albinella* (287 especímenes), *O. ornatus* (287 especímenes) y *T. limbiventris* (4 especímenes). Fueron colectados los insectos benéficos: *Z. pedestris* (7 especímenes), *S. macropus* (239 especímenes) y *T. dispar* (299 especímenes). Las especies *T. orizicolus* y *T. dispar* predominaron durante la etapa fenológica (R9).

4.4 Índices de biodiversidad de los especímenes colectados

La biodiversidad de los insectos plaga y benéficos colectados en el cultivo de arroz fueron identificados a través del índice de dominancia de Simpson, biodiversidad específica de Shannon-Wiener y el índice de biodiversidad de riqueza específica de Margalef. Los índices de biodiversidad obtenidos para cada etapa fenológica se indican en la tabla 3.

Tabla 3. Índices de biodiversidad de insectos en el cultivo de arroz por etapas fenológicas

	EF-V6	EF-V8	EF- V10	EF-V13	EF-R0	EF-R4	EF-R5	EF-R7	EF-R9
Taxa_S	4	4	7	14	14	10	11	9	9
Individuals	1089	656	1837	3962	3230	1388	1820	1743	1849
Índice de Simpson (D)	0.665	0.649	0.774	0.897*	0.884*	0.788	0.851*	0.851*	0.853*
Índice de Shannon-Weiner (H)	1.171	1.080	1.599	2.392*	2.318*	1.732	2.006*	1.963*	1.957*
Índice de Margalef (D _{MG})	0.429	0.462	0.798	1.569	1.609*	1.244	1.332	1.072	1.063

EF: Etapa fenológica

Taxa_S: Número de especies colectados/etapa fenológica.

Individuals: Número total de especímenes colectados por etapa fenológica.

* Valores de biodiversidad altos entre el conjunto de datos.

De acuerdo al índice de Simpson los valores obtenidos del análisis entre más cercano a 1 habrá una mayor dominancia y entre más cerca se encuentre de 0 menor será la dominancia. En función a los resultados obtenidos y de acuerdo al índice de Simpson; durante la etapa fenológica EF-V6; EF-V8, se obtuvo baja dominancia de insectos. La etapa en que mayor dominancia se observó fue en las etapas EF-V13 y EF-R0.

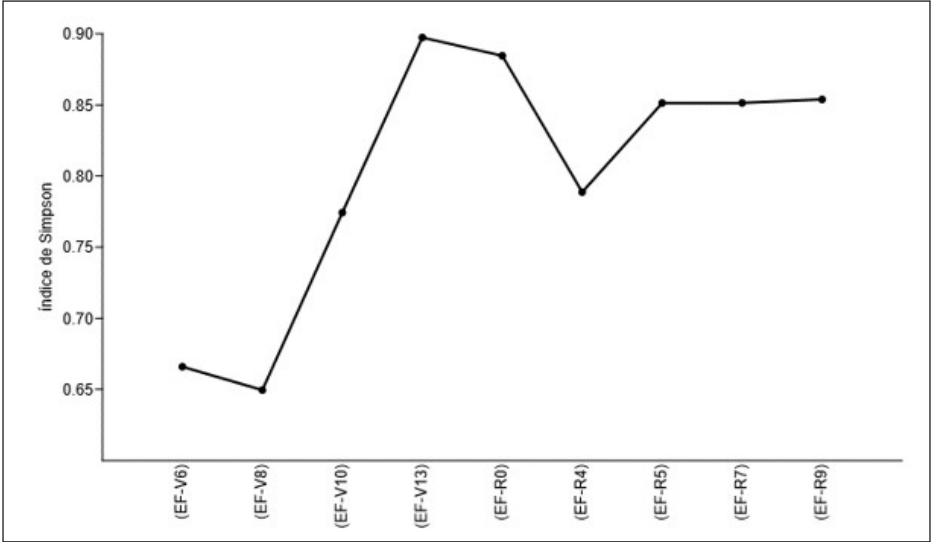


Figura 16. Dominancia del índice de Simpson, por etapa fenológica en el cultivo de arroz.

El índice de Shannon-Weiner contempla la cantidad de especies presentes en el área de estudio (riqueza de especies). Normalmente considera valores que se encuentran entre 1 y 4.5. Valores encima de 3 son típicamente interpretados como diversos. De acuerdo a los resultados registrados durante los muestreos y en las etapas EF-V13; EF-R0; EF-R5; EF-R7 y EF-R9, los valores obtenidos fueron superiores a dos, pero inferiores al rango máximo que considera este índice (4.5), por lo que, en función al índice de Shannon-Weiner en las etapas antes mencionadas existe diversidad específica media. Para los muestreos realizados en las etapas EF-V6; EF-V8 y EF-V10 la diversidad específica fue baja.

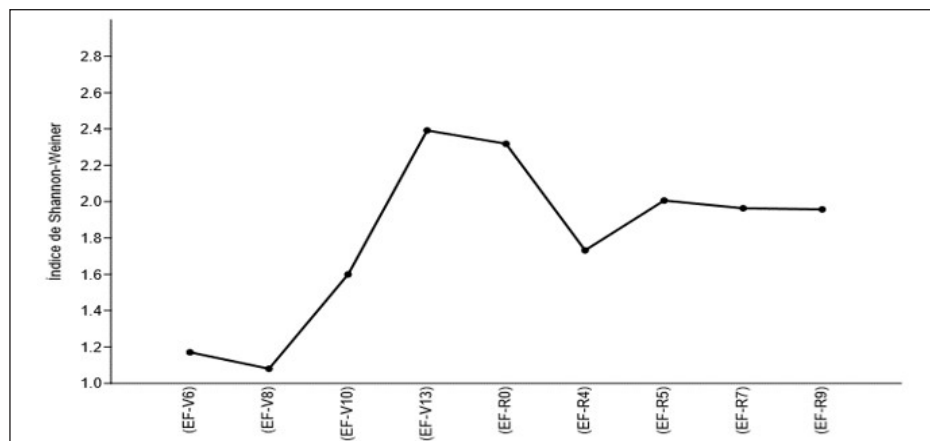


Figura 17. Biodiversidad específica del índice de Shannon-Weiner, por etapa fenológica en el cultivo de arroz.

El índice de Margalef de biodiversidad de riqueza específica de especies considera que los valores por debajo de 2 suelen hacer referencia a ecosistemas con poca riqueza específica de biodiversidad y superiores a 5 son índices de alta biodiversidad de especies. En este estudio los valores obtenidos en el índice de Margalef durante todos los muestreos realizados en las etapas fenológicas del cultivo arroz indican que existe una riqueza específica baja de biodiversidad (valores menores a 1,6).

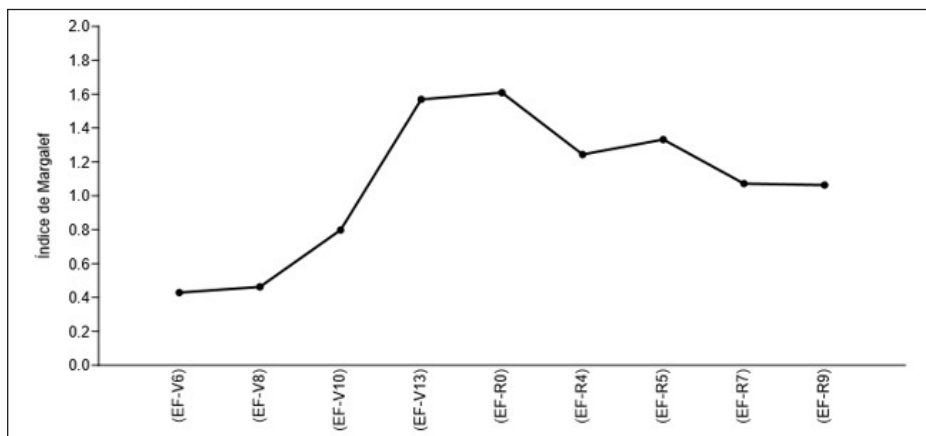


Figura 18. Riqueza específica del índice de Margalef, por etapa fenológica en el cultivo de arroz.

V. DISCUSIÓN

El cultivo de arroz es hospedero de una serie de especies de insectos. Existen alrededor de 800 especies de insectos que causan daño en el cultivo de arroz, presentándose desde el momento de la siembra hasta la cosecha, aunque la mayoría de ellos hacen muy poco daño (Dale, 1994). En Ecuador existen estudios que confirman la presencia de una diversidad de insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz (Arias, 1991; Quiroz, et al, 2013; Pérez y Rodríguez, 2019). El estudio de Pérez y Rodríguez (2019); menciona que las especies de insectos más comunes y que causan mayor afectación en el cultivo de arroz son: *Tagosodes orizicolus*, *Hydrellia wirthi*, *Spodoptera frugiperda*, *Tibraca limbativentris* y *Oebalus insularis*. En el presente estudio fue posible identificar catorce especies de insectos entre benéficos (predadores) y perjudiciales (plagas) en el cultivo de arroz. Las especies identificadas como predadoras fueron las siguientes: *Chrysoperla carnea*, *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Sepedomerus macropus*, *Toxomerus dispar*, *Zelus pedestris*, mientras que, las especies que presentan hábitos fitófagos fueron: *Hortensia similis*, *T. orizicolus*, *Oebalus ornatus*, *T. limbativentris*, *Hydrellia sp.*, *Rupella albinella*, *S. frugiperda*. Adicionalmente, fue posible identificar al berítido *Jalysus sp.* De acuerdo a la literatura revisada, especies que pertenecen al género *Jalysus* tales como *J. spinosus* y *J. wickhami* pueden presentar dos tipos de hábitos alimentares y actuar tanto como predador o como fitófago (Wheeler, 1981; y Nelson, et al., 2019) en este estudio no fue posible identificar el rol que cumple *Jalysus sp.* en los agroecosistemas de arroz. Estudios adicionales son necesarios con el objetivo de determinar la taxonomía, sistemática y ecología de *Jalysus*.

El análisis de geoestadística espacial basado en el método de interpolación IDW permitió visualizar la distribución de insectos plagas y benéficos en el cultivo de arroz. Al examinar el patrón de distribución espacial de las especies plaga identificadas fue posible evidenciar que la infestación en el agroecosistema de arroz ocurre durante todas las etapas fenológicas del cultivo. La

densidad poblacional de cada especie varía en función a la etapa fenológica del cultivo de arroz. Esto permite predecir como una especie de insecto plaga permite reconocer umbrales económicos para el control eficiente dentro del marco del manejo integrado de plagas “MIP” (Pasini, et al., 2019).

La población de las especies de insectos plaga y benéficos identificadas en esta investigación se caracterizó por presentar un tipo de distribución no uniforme. El uso de mapas temáticos permitió definir la presencia de una plaga o un insecto benéfico en una determinada área de siembra, de esta manera fue posible evidenciar que existen lotes con mayor o menor densidad poblacional de insectos. Los resultados obtenidos confirman la importancia de realizar muestreos representativos en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz. Es importante destacar que, el uso de herramientas de análisis de geoestadística espacial permitió divisar el progreso de una plaga o de un insecto benéfico en el agroecosistema de arroz en donde se realizó el estudio.

La dinámica poblacional de catorce especies de insectos plaga y benéficos fueron evaluados en este estudio. Los resultados indicaron que existe asociación entre las especies y las etapas fenológicas del cultivo. Existen taxones que prefieren realizar daño en etapas fenológicas específicas del cultivo de arroz, mientras que, otras especies son más generalistas y actúan en todas las etapas evaluadas (V6-R9). Los resultados obtenidos confirman que, la mayor abundancia de especies entre insectos plaga y benéficos se dio durante las etapas V13 “vegetativa” (Formación del cuello en hoja 13) y R0 “reproductiva” (Inicio de desarrollo de la panoja). Probablemente la abundancia de insectos plaga en las etapas V13 y R0 se debe a la competencia interespecífica que existe en el cultivo, ya que cuando se produce esta emulación los individuos de distintas especies disputan por los mismos recursos (espacio y alimento) en un ecosistema. Para ayudar a mitigar esta problemática es necesario contar con el conocimiento suficiente sobre la fenología (plántula, vegetativa y reproductiva) del cultivo de arroz que permita predecir los momentos críticos de incidencia

de cada una de los insectos plagas (Wang, et al., 2020) y con ello establecer el método de control más efectivo que garantice el adecuado desarrollo del cultivo.

Entre los resultados obtenidos fue posible observar que, las especies *Hydrellia* sp., *T. orizicolus* y *H. similis*, se encontraron presentes durante todas las etapas fenológicas del cultivo de arroz que fueron evaluadas. Según el INIAP (2007); se recomienda realizar un monitoreo para determinar el estado de la plantación de arroz transcurridos treinta días posteriores a la germinación, sin embargo, en este estudio se verificó que la presencia de *Hydrellia* sp., *T. orizicolus* y *H. similis* afectan el cultivo de arroz desde etapas de desarrollo iniciales “plántula” (siete días posteriores a la siembra). Las tres especies de insectos plaga antes mencionadas son reconocidas por causar pérdidas económicas representativas para el cultivo de arroz (Vázquez-Porras, 2016; Dennis, et al., 2021), por este motivo se requiere anticipar el primer monitoreo para determinar estrategias de control adecuadas.

Las especies de insectos benéficos más abundantes en el cultivo de arroz fueron *S. macropus* y *T. dispar*, estas especies se encontraron en las etapas fenológicas vegetativas y reproductivas del arroz, estos especímenes son generalistas y se alimentan de huevos de *R. albinella*, larvas de *S. frugiperda*, adultos de *T. orizicolus*, y *H. similis* (Castillo-Carrillo., 2019), por lo que cumplen funciones importantes en el control de plagas en el cultivo de arroz. Insectos benéficos como *S. macropus* y *T. dispar*, *C. carnea*, *C. maculata*, *C. sanguínea* y *Zelus pedestris* regulan las poblaciones de plagas en los cultivos de arroz (Ghiglionne, et al., 2021), la identificación y cuidado permite fortalecer las medidas de control de plagas en el cultivo de arroz.

Las diferencias en los sistemas agrícolas pueden afectar la biodiversidad de insectos. Los índices de dominancia “Simpson”, riqueza “Margalef” y diversidad “Shannon-Weiner”, permitieron evidenciar aspectos ecológicos de catorce especies de insectos colectados en el cultivo de arroz. Los valores de diversidad

obtenidos en este estudio están directamente relacionados con la riqueza (diversidad de especies) y la abundancia de especímenes colectados, por lo que, índices más altos se presentaron en las etapas fenológicas V13 ($D= 0.897$; $H= 2.392$; $DMG= 1.569$) y R0 ($D= 0.884$; $H= 2.318$; $DMG= 1.609$).

En este estudio, aunque los índices de diversidad fueron considerados como altos en las etapas fenológicas V13 y R0, de acuerdo a los rangos establecidos para cada índice evaluado, la diversidad de especies en el agroecosistema de arroz es bajo. Estudios realizados por Herdiawan et al., (2020), en Indonesia, donde, mostraron la presencia de doce especies en campos de arroz convencional, el índice de Shannon-Weiner mostró diversidad específica ($H = 1.380$), y de Simpson ($D = 0.66$), los valores obtenidos en el estudio son bajos, lo que parece indicar que, la diversidad de los agroecosistemas de arroz en otros países productores es similar a la realidad de Ecuador.

El bajo índice de diversidad en el agroecosistema de arroz se debe a varios factores que son regulados por factores bióticos (organismos vivos entre los que tenemos a las plagas que compiten por el mismo nicho ecológico, a los depredadores, parasitoides y agentes entomopatógenos) y factores abióticos (temperatura, humedad relativa, radiación solar, fotoperíodo y precipitación pluviométrica) (Pérez, 2004). En esta investigación consideramos que, el sistema de producción de monocultivo de arroz y el uso intensivo de pesticidas pueden ser algunos de los causantes la reducción de la variabilidad genética de las especies ya que constantemente amenazan a la biodiversidad de los agroecosistemas de arroz.

VI. CONCLUSIONES

- Las especies identificadas de acuerdo a su morfología y diagnosis en el cultivo de arroz fueron: *Chrysoperla carnea*, *Coleomegilla maculata*, *Cycloneda sanguinea*, *Sepedomerus macropus*, *Toxomerus dispar*, *Zelus pedestris* *Hortensia similis*, *T. orizicolus*, *Oebalus ornatus*, *T. limbiventris*, *Hydrellia* sp., *Rupella albinella*, *S. frugiperda* y *Jalysus* sp.
- El análisis de geoestadística espacial basado en el método de interpolación IDW permitió identificar la distribución y estimación de insectos plagas y benéficos en diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz.
- La dinámica poblacional y la abundancia de cada especie varía en función a las etapas fenológicas del cultivo de arroz.
- La mayor abundancia de especies entre insectos plaga y benéficos se produjo durante las etapas V13 (Formación del cuello en hoja 13) y R0 (Inicio de desarrollo de la panoja).
- Las especies de insectos plaga más abundantes fueron: *Hydrellia* sp., *T. orizicolus* y *H. similis*, y se encuentran presentes en todas las etapas fenológicas en las que se realizó el estudio (V6 a R9).
- Los índices de diversidad son diferentes para cada etapa fenológica del cultivo de arroz. Las etapas fenológicas V13 y R0 obtuvieron los valores más altos entre el conjunto de datos ($D=0.897$; $H=2.392$; $DMG=1.569$) y ($D=0.884$; $H=2.318$; $DMG=1.609$) respectivamente.

VII. RECOMENDACIONES

- La identificación de las especies de insectos plaga y benéficos permite determinar el rol que cumplen en los agroecosistemas, para establecer estrategias dentro de los programas de manejo integrado de plagas “MIP”.
- Explorar el uso de herramientas de los sistemas de información geográfica “SIG”, especialmente lo relacionado con Interpolation IDW en los procesos de identificación, monitoreo, predicción y posición espacial de insectos en los cultivos agrícolas.
- El estudio de dinámica poblacional de las especies de insectos plaga y benéficos es fundamental para comprender los procesos de regulación que ocurren en los agroecosistemas, así como, para la búsqueda de alternativas de control de un insecto plaga específico, considerando sus diferentes etapas fenológicas.
- Durante los estudios de biodiversidad se recomienda utilizar diferentes índices para evaluar la diversidad, riqueza, abundancia en los agroecosistemas de arroz, con esto se pretende reconocer cambios de la uniformidad de cada especie con respecto a su nicho ecológico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, E., Zamora, N.I., Escalona, M. (2012). Comportamiento de variedades de arroz frente a *Pyricularia grisea*, en la provincia Granma. *Revista de Protección Vegetal*, 16(1):40-43.
- Ansari, Mur, Shaheen T., Bukhari S., Husnain T. (2015). Genetic improvement of rice for biotic and abiotic stress tolerance. *Turkish Journal of Botany*, 6, (39): 911-919.
- Arias, M.C. (1991). Manual para el manejo integrado de plagas de arroz. Boliche, Guayas: Instituto nacional de investigaciones agropecuarias (INIAP).
- Bao, L., Martínez, S., Cadenazzi, M., Urrutia, M., Seijas, L., Castiglioni, E. (2021). Aquatic macroinvertebrates in Uruguayan rice agroecosystem. *Biodiversity data journal*, 9: 1-18.
- Bhavanam, Santhi., Wilson, Blake., Blackman, Bryce., Stout, Michael. (2021). Biology and management of the rice stink bug (Hemiptera: Pentatomidae) in rice, *Oryza sativa* (Poales: Poaceae). Editado por Katelyn Kesheimer. *Journal of integrated pest management*, 1 (12): 1-12.
- Bownes, A. (2015). Suitability of a leaf-mining fly, *Hydrellia* sp., for biological control of the invasive aquatic weed, *Hydrilla verticillata* in South Africa. *BioControl*, 59: 771-780.
- Cabral, D. Mello, D. C., Zrzavá, M., Kubíková, S., Rendón, P., Marec, F. (2021). The role of aatellite DNAs in genome architecture and sex chromosome evolution in Crambidae moths. *Frontiers in genetics* 12: 1-15.
- Castillo-Carrillo, P. S., Nole-Vargas, I., Calle-Ulfe, P. G., Silva-Alvarez, J. C. (2021). Parasitoides de la cigarrita marrón *Tagosodes orizicolus* Muir (Hemiptera: Delphacidae), insecto plaga del cultivo de arroz. *Manglar*, 18 (2): 149-155.

- Castillo-Carrillo., P. (2019). Fluctuación poblacional de nueve especies de Sirfidos (Diptera: Syrphidae), en cuatro sectores del valle de Tumbes, Perú. *Manglar*, 12 (1): 3-14.
- Cedeño-Dueñas, Jairo., Cedeño-García, Galo., Alcívar-Alcívar, Johanna., Cargua-Chávez, Jessica., Cedeño-Sacón, Frowen. (2018). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Scientia Agropecuaria* 4 (9): 503-509.
- Chao-Nien, Koh., Ming-Chih Chiu., Ling-Mu Jaung., Yung-Jen Lu., Hsing-Juh Lin. (2021). Effects of farming systems on insect communities in the paddy fields of a simplified landscape during a pest-control intervention. *Zoological Studies*, 60: 1-18.
- Charles, Henry., Brooks, Stephen., Duelli, Peter., Johnson, J.B. (2014). Discovering the true *Chrysoperla carnea* (Insecta: Neuroptera: Chrysopidae) using song analysis, morphology, and ecology. *Annals of the entomological society of america*, 95 (2): 172-191.
- Cisneros, F.H. (2021). Control cultural. *Revista peruana de entomología*, 1-18.
- Coddington, J., Gates, M., Norrbom, A., Ochoa, R., Vandenberg, N., Greentone, M. (2015). Vouchering DNA-barcoded specimens: Test of a nondestructive extraction protocol for terrestrial arthropods. *Molecular ecology notes*, 7: 915-924.
- Cordero, R.P., Medina, A.C. (2018). Manejo integrado de insectos en el cultivo de arroz. Editado por Guzmán Myriam. Ávila Camilo. Colombia: Fedearroz-Amtec.
- Counce, P., Keisling, T., Mitchell, A. (2015). A uniform, objective and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, 40: 436-443.

- Cuevas, et al., (2015). El control biológico y natural, herramienta fundamental del programa AMTEC. Fedearroz- Fondo Nacional del Arroz, 1-56.
- DaSilva, Rafael Azevedo., Degrande, Paulo Eduardo., Cort, Matheus Dalla., De Souza, Ellen Patrícia. (2021). Temporal variation and spatial distribution of the pest insect *Edessa meditabunda* in cotton (*Gossypium hirsutum*) as an alternative host plant. *Revista brasileira de entomologia*, 65 (3).
- Dale, A. (1994). Biology and management of rice insects. Editado por Heinrichs E. A. Kerala.
- Damien, Maxime., Tougeron, Kévin. (2019). Prey-predator phenological mismatch under climate change. *Current opinion in insect science*, 35: 60-68.
- Deeming, J.C. (2012). A new species of *Hydrellia* Robineau Desvoidy (Diptera: Ephydriidae) developing in lagarosi-phon major (Hydrocharitaceae) in South Africa. *África entomology*, 20: 207-212.
- Dennis, Emily, B., Kéry, Marc., Morgan, Byron, J.T., Coray, Armin., Schaub, Michael., Baur, Bruno. (2021). Integrated modelling of insect population dynamics at two temporal scales. *Ecological Modelling*, 441 (12): 19-32.
- Fuentes-Rodríguez, Daniela., Gervazon, Paula., López, Gabriela., Franceschini Celeste. (2020). Relevance of local scale factors in winter host-plant selection by the rice pest *Tibraca limbativentris* (Hemiptera: Pentatomidae). *Journal applied entomology*, 144: 322-330.
- Ghiglione, C., Zumoffen, L., Dalmazzo, M., Strasser, R., 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*, 261-276.

- Gutiérrez, A. E., Arias, A., García, R., Corona. (2009). Evaluación del nivel de daño causado por diferentes índices de población de *Oebalus insularis* en el cultivo de arroz. *Ciencia y técnica en la agricultura*, 8 (1): 63-74.
- Henry, C.S., Brooks, S.J., Johnson, J.B., Mochizuki, A. Duelli, P. (2014). A new cryptic species of the *Chrysoperla carnea* group (Neuroptera: Chrysopidae) from western Asia: parallel speciation without ecological adaptation. *Systematic entomology*, 39: 380-393.
- Herdiawan, W.S., Nurkomar, I., Trisnawati, D.W. (2020). Biodiversity of detritivores, pollinators, and neutral insects on Surjan and conventional rice field ecosystems. *Technology, engineering and agriculture*, 199: 262-272.
- INIAP. (2007). Manual del cultivo de arroz. Segunda edición. Boliche, Guayas.
- Jiménez, E. M. (2009). Métodos de control de plagas. Managua – Nicaragua.
- Jin-Kwan, Son., Kong, Min, Jae., Par, K., Min, Jung., Lim, Ryu, Gab. (2021). The evaluation of biodiversity functions according to land use in rural areas. *Journal of korean society of rural planning*, 2 (27): 49-58.
- Korytkowski, C. A. (1982). La mosca minadora del arroz en el Perú, *Hydrellia* sp. (Diptera: Ephydriidae). *Revista Peruana de Entomología*, 25(1), 1-4.
- Lozada, Clifford, B., Keil, Pedro, W. (2021). Cicadellinae of Ecuador and Cicadellidae of Galápagos. *Biodiversidad neotropical*, 1 (7): 23-38.
- Lozada, P.W. (2016). Neotropical Cicadellinae (Hemiptera: Cicadellidae) in the staatliches museum für naturkunde

stuttgart. Stuttgart naturkunde, 3: 103-110.

- Martin, J.E., Bernal, E.K., Cruz, M.G., Zhu-Salzman, K., Way, M.O., Badillo-Vargas, I.E. (2019). Assessing the potential infection of *Tagosodes orizicolus* (Hemiptera: Delphacidae) by rice hoja blanca virus in Texas. *Journal of economic entomology*, 2 (113): 1018-1022.
- Maryam, Babae., Saman, Maroufpoor., Mohammadnabi, Jalali., Manizhe, Zarei., Ahmed, Elbeltagi. (2021). Artificial intelligence approach to estimating rice yield. France.
- Matthew, F., Purcell, Bradley, T., Brown, Nathan., E. Harms., Hong, Sun-Hee., Graham, A. McCulloch. (2021). Biology and preliminary host range of a Korean leaf-mining *Hydrellia* sp., (Diptera: Ephydriidae), rejected as a potential biological control agent for monoecious *Hydrilla verticillata* in the United States. *Biocontrol science and technology*, 4 (31): 343-356.
- Melfa, Aisyah, Hutasuhut., Kartika, Manalu, Icha, Aurelia, Ahmad. (2021). Diversity of insect oests in rice plant (*Oryza Sativa* L.) in the rice fields of south Kualuh district, north Labuhanbatu. *International journal of science, technology & management*, 2 (3): 777-783.
- Mengual, X. (2011). Black-tie dress code: two new species of the genus *Toxomerus* (Diptera, Syrphidae). *Edit for Hause M. ZooKeys*, 140: 1-23.
- Mora, R., Retana, A., Espinoza, M. (2001). External morphology of *Tagosodes orizicolus* (Homoptera: Delphacidae) revealed by scanning electron microscopy. *Annals of the entomological society of America*, 3 (94): 438-448.
- Muir F. A. (1926). Contributions to our knowledge of South American Fulgoroidea (Homoptera). Part I. The family Delphacidae. *Bulletin. Hawaiian sugar planters association*

experiment station. Division of entomology. Honolulu 18 (27): 1-51.

Münir-Öztürk, Volkan., Altay, Recep, Efe. (2021). Biodiversity, conservation and sustainability in Asia. First. Prospects and challenges in west Asia and Caucasus. Turkey.

Nelson, P.N., Burrack, H.J., Sorenson, C.E. (2019). Imidacloprid is compatible with control provided by the predator *Jalysus wickhami* Van Duzee (Hemiptera: Berytidae) in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). Crop protection, 118: 15-20.

Oseto, C., Gibb, T., Provonsha, Arwin. (2016). Illustrated taxonomic keys to the families of insects. First. United Kingdom.

Pasini, M.P.B., Lúcio, A.D.C., Cargnelutti, Filho, A., De Paula, Ribeiro, A.L., Bortolotto, R.P., Zamberlan, J.F. (2019). Interpoladores na previsão da densidade populacional estimada de *Oebalus* spp. Revista brasileira de ciências agrárias, 14 (1): 1-10.

Pasini, M.P.B., Lúcio, A.D.C., Cargnelutti, Filho, A., A.L.P. Ribeiro, J.F., Zamberlan, S.J. Lopes. (2018). Population density of *Tibraca limbativentris* on flood irrigated rice and alternative host plants. Pesquisa agropecuária Brasileira, 57: 265-278.

Passoa, S., & Habeck, D. H. (1987). A Description of the larva and pupa of *Rupella albinella*, a pest of rice in latin America (Lepidoptera: Pyralidae: Schoenobiinae). The florida entomologist, 70(3): 368–375.

Peng, Guoxiong., Xie, J., Guo, R., Nemat, O., Keyhani, Zeng, Deyu., Yang, Puyun., Xia, Yuxian. (2021). Long-term field evaluation and large-scale application of a *Metarhizium anisopliae* strain for controlling major rice pests. Journal of pest science, 94: 969-980.

- Pérez, C.C. (2018). Observaciones bioecológicas de los barrenadores en el cultivo de arroz. Engormix investigación y transferencia de tecnología en arroz. Fedearroz, fondo nacional del arroz. Seccional Montería. 1-15.
- Pérez, C.R. (2004). Hongos entomopatógenos para el manejo de insectos fitófagos del arroz, en el caribe húmedo. Arroceros modernos, 179-182.
- Pérez, H., Rodríguez, I. (2019). Manejo integrado de los principales insectos-plaga que afectan el cultivo de arroz en Ecuador. Journal of engineering, 9: 53-63.
- Poveda, B.G., Andrade G.C. (2018). Producción sostenible de arroz en la provincia del Guayas. Revista contribuciones a las ciencias sociales. 1-8.
- Quiroz, J., Castro, J., Procel, C. (2013). Manejo integrado del cultivo de arroz en el sistema de secano zona de Montalvo. Los Ríos.
- Rashid, T., Johnson, D.T., Bernhardt, J.L. (2005). Rice stink bug development relative to temperature. Southwestern entomologist, 30: 215-221.
- Rengifo-Correa, Laura. A., González, Ranulfo, O. (2011). Lygaeoidea (Hemiptera: Heteroptera) from national natural parks (NNP) with new records of Colombia. Colombian journal of entomology, 37 (1): 331-340.
- Riddick, Eric. W., Zhixin, Wu., Fred, J., Eller., Mark, A. Berhow. (2018). Do bioflavonoids in juniperus virginiana heartwood stimulate oviposition in the ladybird Coleomegilla maculata. International journal of insect science, 10: 1-13.
- Robinson, G.S., Ackery, P.R., Kitching, I.J., Beccaloni, G.W., Hernández, L.M. (2015). PM 7/124 (1) Spodoptera littoralis, Spodoptera litura, Spodoptera frugiperda, Spodoptera

eridania. Bulletin OEPP/EPPO. European and mediterranean plant protection organization, 45 (3): 410-444.

Rodríguez, Delgado, I., Pérez, Iglesias, H.I., Socorro, Castro, A.R. (2018). Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. Revista científica agroecosistemas, 6 (1): 95-107.

Rodríguez, P.M., Cambero, J., Luna, G., Robles, A., Carvajal, C., Santillán, C. (2015). Fluctuación poblacional y especies de coccinélidos (Coleoptera: Coccinellidae) asociadas al cultivo de yaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) en Nayarit, México. Entomología mexicana, 2 (2): 306-311.

Saavedra, E., Fernández, C. (2019). Fluctuación poblacional de insectos fitófagos asociados a las fases fenológicas en arroz riego en dos épocas de siembra. Revista arroz, 67: 16-25.

Sailer R.I. (1957). A synonym of *Oebalus* Stal, 1862, and note concerning the distribution of *O. ornatus* (Sailer) (Hemiptera, Pentatomidae). Proceedings of the entomological society of Washington, 59(1):41-42.

Santos, J.P. (2017). Delimitação de espécies e filogeografia de cigarrinhas do gênero *Hortensia* metcalf & bruner, 1936 (Insecta: Hemiptera: Cicadellidae). Rio de Janeiro.

Schneider, Natalia, A., Wilson, Azevedo, Filho., Cristiane, Muller, João., Lopes, Marcos, Botton. (2016). Flutuação populacional e análise faunística de cigarrinhas (Cicadellidae) em pomar de ameixeira em Paranapanema, São paulo, Brasil. Revista interdisciplinar de ciência aplicada, 1 (1): 1-4.

Seidel, E.J., Pazini, J.B., Tomazella, V.L.D., Vieira, A.M.C., Silva, F.F., Martins, J.F.S., Barrigossi, J.A.F. (2020). Predicting rice stem stink bug population dynamics based on GAMLSS models. Environmental entomology, 5 (49): 1145-1154.

- Sharanabasappa,D.,Kalleshwaraswamy,C.M.,Poorani,J.,Maruthi, M.S., Pavithra, H.B. (2019). Natural enemies of *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae), a recent invasive pest on maize in south India. *Florida entomologist*, 102: 619-623.
- Sharma, H.C., Sharma, K.K., Seetharama, N. (2017). Genetic transformation of crop plants: risks and opportunities for the rural poor. *Current science*, 12 (80): 1495-1508.
- Shiwen-Huang., Ling, Wang., Lianmeng, Liu., Qian, Fu. (2014). Nonchemical pest control in China rice. *Agronomy for sustainable development*, 34: 275-291.
- Singh, S., Sharma, A.K., Saxena, A.K., Panday, A.K., Kakade, S.H. (2018). Taxonomic analysis of phototactic beneficial insects as biocontrol agents (predators and parasites) collected in light trap in rice ecosystem at Jabalpur. *Journal of entomology and zoology studies*, 6 (3): 850-853.
- Smith, J.E. (1797). The natural history of the rarer lepidopterous insects of Georgia. Including their systematic characters, the particulars of their several metamorphoses, and the plants on which they feed. Collected from the observation of Mr. John Abbot, many years resident in that country. London, printed by T. Bensley, 2.
- Soro, S., N'Guessan, Lucie, Yeboue, S.S., Coulibaly, K. (2021). Dynamics of rice insects (*Oryza* spp.) according to the phenological stage in Daloa (Côte d'Ivoire). *Journal of entomology and zoology studies*, 9 (4): 95-101.
- Soundararajan, R.P., Chandrasekaran, M., Chitra, N. (2020). Integrated pest management of rice leaffolder and their bio-control agents. *Biotica research today*, 2 (10): 1095-1097.

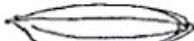
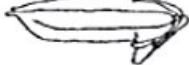
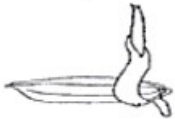
- Sousa, T.C.D., Leite, N.A. Sant'Ana, J. (2021). Responses of *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) to rice and corn plants, fed and oviposited by *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Neotropical entomology. 1-11.
- Stål, C. (1860). Bidrag tili Rio de Janeiro - Traktens Hemipter-fauna. K. svenska VetenskAkad. Handl. 2 (7): 1-84.
- Tejera, B., Heydrich, M., Rojas, M. (2012). Antagonismo de *Bacillus* spp, frente a hongos fitopatógenos del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Revista de protección vegetal, 27 (2): 117-122.
- Torres - Gutiérrez, C. (2015). La tribu Pentatomini (Hemiptera: Pentatomidae) en Colombia. Vol. III.
- Ullah, M.I, Arshad, M., Abdullah, A., Khalid, S., Iftikhar, Zahid, S.M.A. (2018). Use of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Hyphomycetes: Moniliales) and *Isaria fumosorosea* (Hypocreales: Cordycipitaceae) to control *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) under laboratory and semi-field conditions. Egyptian journal of biological pest control, 28 (75): 1-11.
- Vala, J.C., Murphy, W.L., Knutson, L., Rozkosn, R. (2015). A cornucopia for Sciomyzidae (Diptera). *Studia dipterologica*, 19: 67-137.
- Van, D. Vossenbergh, Van, Der, Straten. (2014). Development and validation of real-time PCR tests for the identification of four *Spodoptera* species: *Spodoptera eridania*, *Spodoptera frugiperda*, *Spodoptera littoralis*, and *Spodoptera litura* (Lepidoptera: Noctuidae). *Journal of economic entomology*, 4 (107): 1643– 1654.
- Vázquez-Porras, Iván., Othón, González-Gaona., Gonzalo, Espinosa-Vásquez., Antonio, Palemón, Terán-Vargas.,

- Ausencio, Azuara-Domínguez. (2016). Dinámica poblacional y asociación de insectos plaga y benéficos a las fases fenológicas del cultivo de soya en el sur de Tamaulipas. *Entomología mexicana*, 3: 305-310.
- Velázquez, J., Rosales, A., Rodríguez, H., Salas, R. (2015). Determining the stages of tillering stage, initiation of primordia, flowering and maturity in the rice plant, with the system S, V and R correlated with the thermal sum at the time. *Agronomía Costarricense*, 39 (2): 121-130.
- Vincent, H.R., Ring, T.C. (2009). *Encyclopedia of insects*. Second edition. California: Elsevier.
- Vivas, E.L.A., Notz, D. Astudillo. (2010). Fluctuación poblacional del chinche vaneadora en parcelas de arroz, Calabozo, Estado Guárico, Venezuela. *Agronomía tropical*, 60 (1): 61-73.
- Vivas-Carmona, L.E., Astudillo-García, D.H., 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*, 2 (5): 70-79.
- Walker, F.A. (1851). List of the specimens of homopterous insects in the collection of the British Museum. Part III. British Museum, London. 637-907
- Wang, H., Ghosh, A., Linqvist, B.A., Hijmans, R.J. (2020). Satellite-based observations reveal effects of weather variation on rice phenology. *Remote Sensing*, 12 (1522): 1-15
- Wheeler, A.G., Henry, T.J. (1981). *Jalysus spinosus* and *J. wickhami*: Taxonomic clarification, review of host plants and distribution, and keys to adults and 5th instars. *Entomological society of America*, 74 (6): 606-615.

- Wilson, B.E., Stout, M.J. (2020). Reexamination of the influence of *Oebalus pugnax* (Hemiptera: Pentatomidae) infestations on rice yield and quality. *Journal economy entomology*. 1248–1253.
- Xin-Wei, Xuehui, Huang. (2019). Origin, taxonomy, and phylogenetics of rice. *College of life and environmental sciences*. 1-29.
- Zhang, G., Hart, E., Weirauch, C. (2016). A taxonomic monograph of the assassin bug genus *Zelus* Fabricius (Hemiptera: Reduviidae): 71 species based on 10,000 specimens. *Biodiversity data journal*, 4.
- Zhongxian, Lu. (2015). Planting of flowers, grasses, beneficial insects and rice insecticides reduced by 80 per cent. *Kknews*.
- Zhou-Yan, Wu., Qiu-Lin, Zhang., Hao-Wen, Wu., Kong-Ming. (2021). Spread of invasive migratory pest *Spodoptera frugiperda* and management practices throughout China. *Journal of integrative agriculture*, 3 (20): 637-645.
- Zonglin, Wu., Shaohua, Lu., Jiying, Li., Shiyuan, Miao., Yujie, Lu. (2021). Morphological and molecular identification of *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) in southern China. *Grain & Oil science and technology*, 4 (1): 26-32.

ANEXOS

Tabla 4. Etapas fenológicas del cultivo de arroz (Velásquez et al, 2015)

S0: Semilla seca 	S1: Emergencia del coleoptile 	S2: Emergencia de la radícula 	S3: Emergencia del perfillo desde el coleoptile 
V1: Formación del cuello en la primera hoja completa (Hoja 1) en el tallo principal 	V2: Formación del cuello en hoja 2 en el tallo principal 	V3: Formación del cuello en hoja 3 en el tallo principal 	V4: Formación del cuello en hoja 4 en el tallo principal inicia macollamiento 
V5: Formación del cuello en hoja 5 en el tallo principal 	V6: Formación del cuello en hoja 6 en el tallo principal 	V7: Formación del cuello en hoja 7 en el tallo principal 	V8: Formación del cuello en hoja 8 en el tallo principal 
V9: Novena hoja desarrollada inicia diferenciación de primordio 	V10: Formación del cuello en hoja 10 en el tallo principal 	V11: Formación del cuello en hoja 11 en el tallo principal 	V12: Formación del cuello en hoja 12 en el tallo principal 

R0: El desarrollo de la panoja se ha iniciado 	R1: Ramificaciones de la panoja se han formado 	R2: Formación del cuello en hoja bandera inicio de embuchamiento 	R3: Emergencia de la panoja, ápice sobre el cuello de la hoja bandera exerce de panícula 
R4: Una o más flores en la panoja del tallo principal han alcanzado la antesis 	R5: Al menos un cariopse en la panoja del tallo principal se ha elongado hacia el ápice de la cáscara 	R6: Al menos un cariopse en la panoja del tallo principal se ha elongado hasta el ápice de la cáscara 	R7: Al menos un grano en la panoja del tallo principal tiene la cáscara amarilla 
R8: Al menos un grano en la panoja del tallo principal tiene la cáscara castaña 	R9: Todos los granos que alcanzaron R6 tienen cáscara castaña 		

Figura 19. Imágenes de especie *Hydrellia* sp.; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.

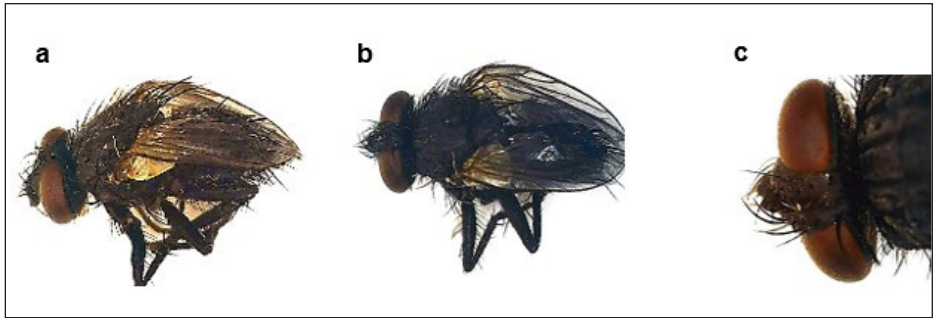


Figura 20. Imágenes de especie *Tagosodes orizicolus*; Hembra: a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza. Macho: d) Vista lateral, e) Vista dorsal, f) Vista anterior de la cabeza.

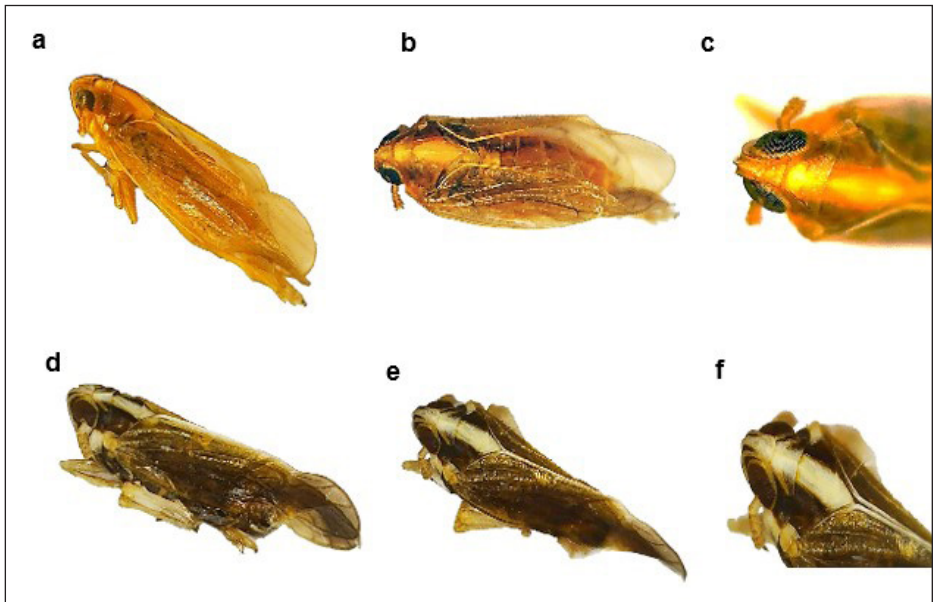


Figura 21. Imágenes de especie *Hortensia similis*; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.

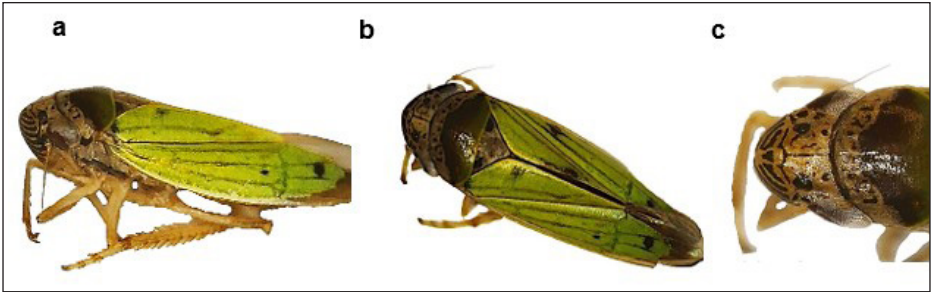


Figura 22. Imágenes de especie *Rupella albinella*; a) Vista dorsal, b) Vista lateral.

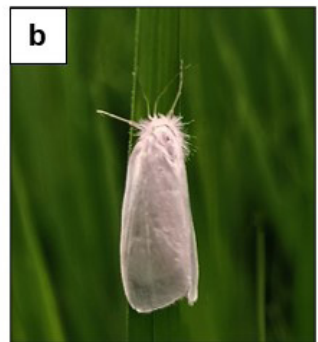
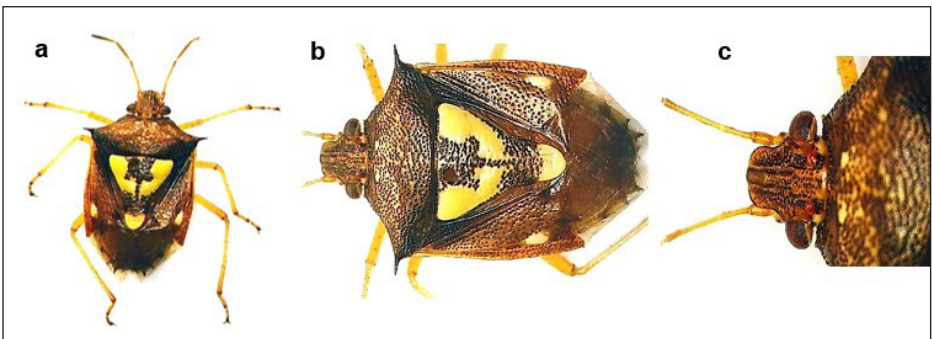


Figura 23. Imágenes de especie *Oebalus ornatus*; Adulto: a) y b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza. Ninfa (5to estadio): d) Vista lateral, e) Vista dorsal, f) Vista anterior de la cabeza.



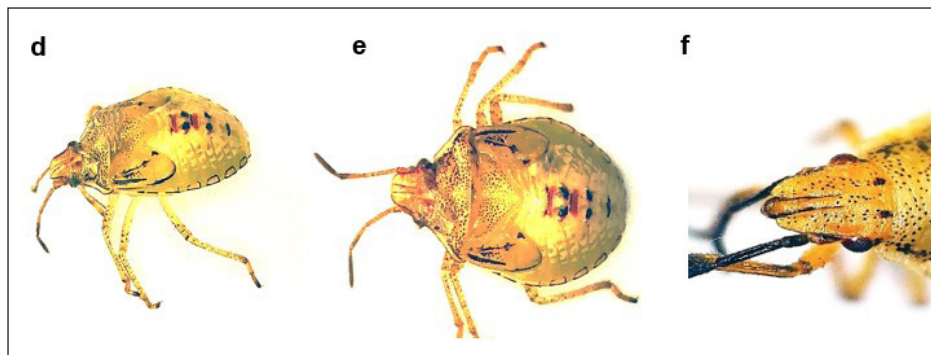


Figura 24. Imágenes de especie *Tibiraca limbiventris*; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.

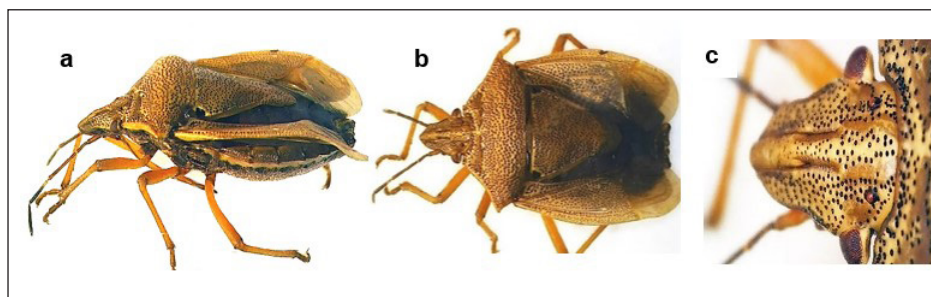


Figura 25. Imágenes de larva de *Spodoptera frugiperda*; (5to estadio); a) Vista dorsal, b) Vista dorsolateral.



Figura 26. Imágenes de especie *Coleomegilla maculata*; Adulto: a) y b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza.

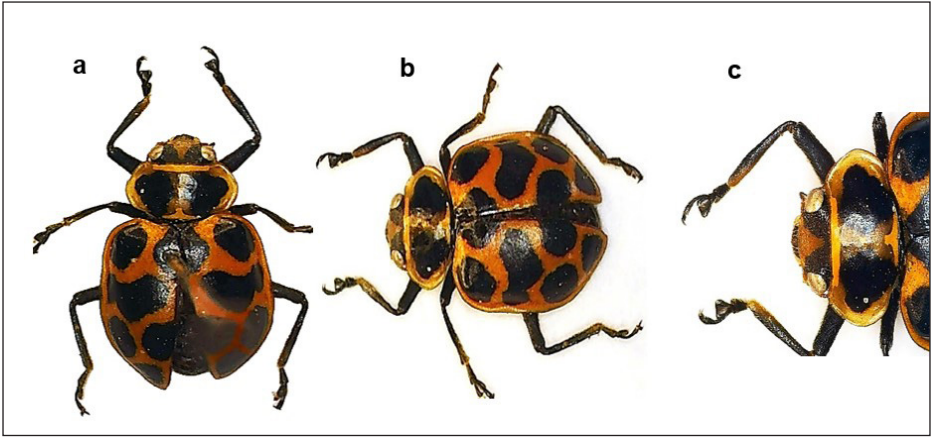


Figura 27. Imágenes de especie *Zelus pedestris*; a) Vista dorsolateral, b) Vista anterior de la cabeza, c) Hábito alimentario.

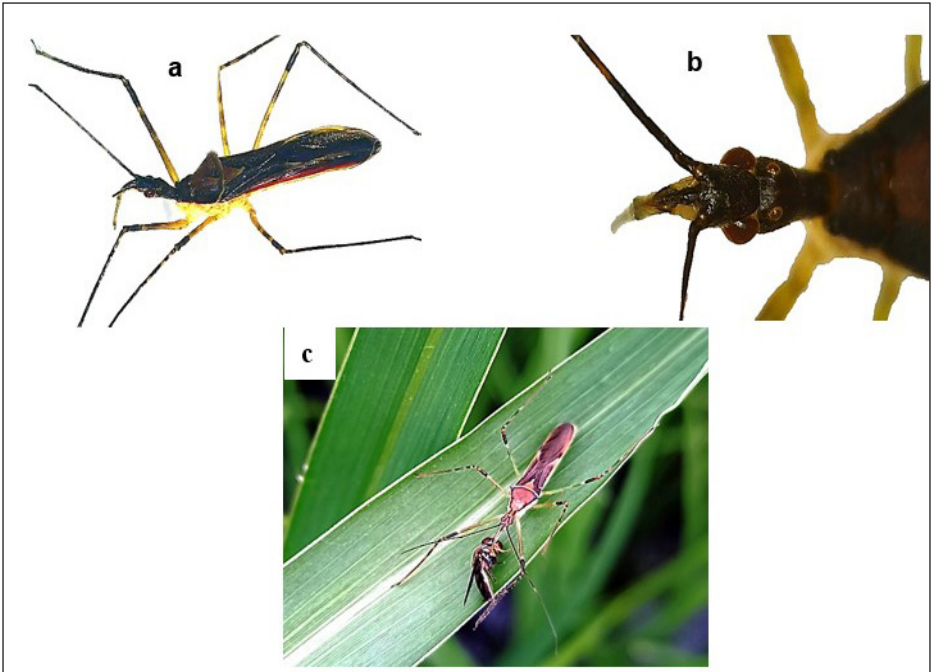


Figura 28. Imágenes de especie *Chrysoperla carnea*; a) y b) Vista lateral.

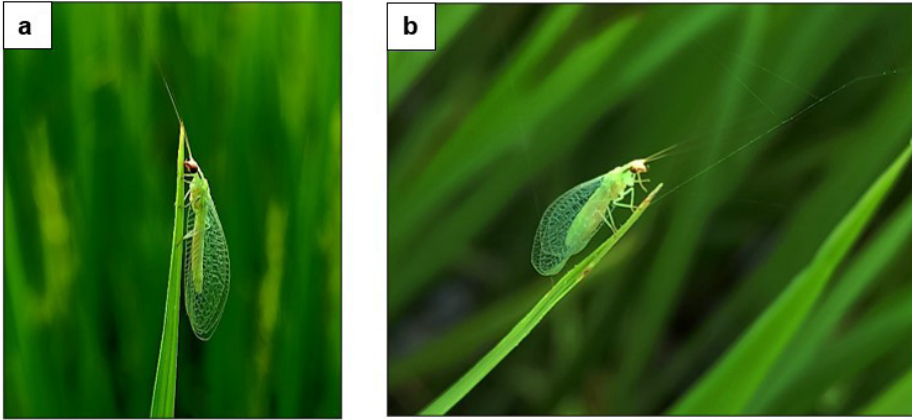


Figura 29. Imágenes de especie *Jalysus* sp.; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.

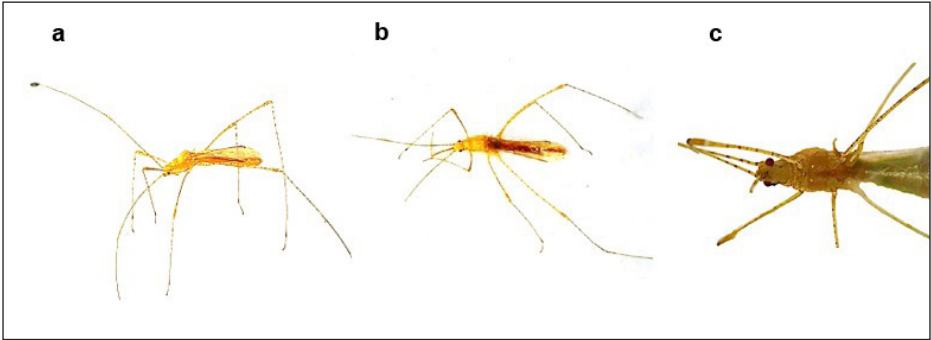


Figura 30. Imágenes de especie *Sepedomerus macropus*; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.

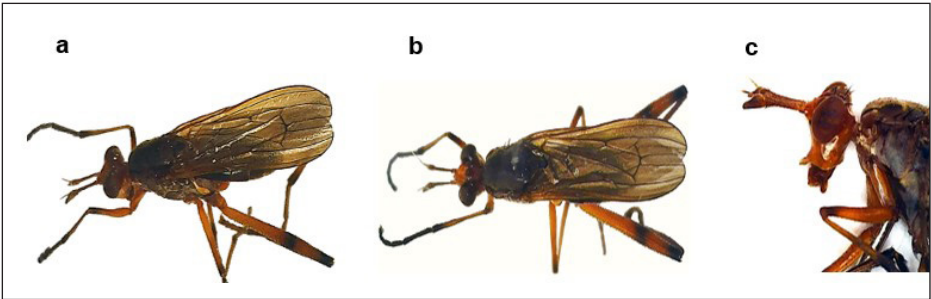


Figura 31. Imágenes de especie *Toxomerus dispar*; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.

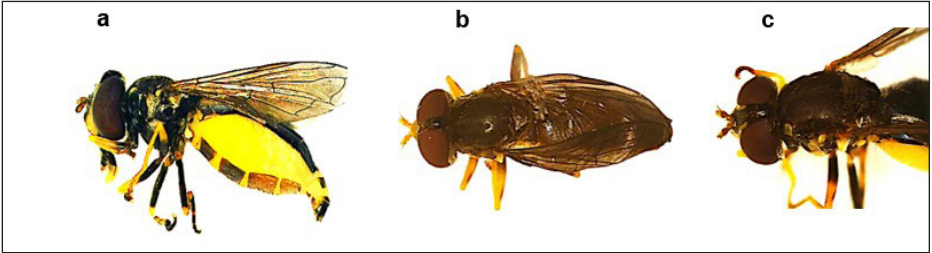


Figura 32. Imágenes de especie *Cycloneda sanguinea*; a) Vista lateral, b) Vista dorsal, c) Vista anterior de la cabeza y tórax.

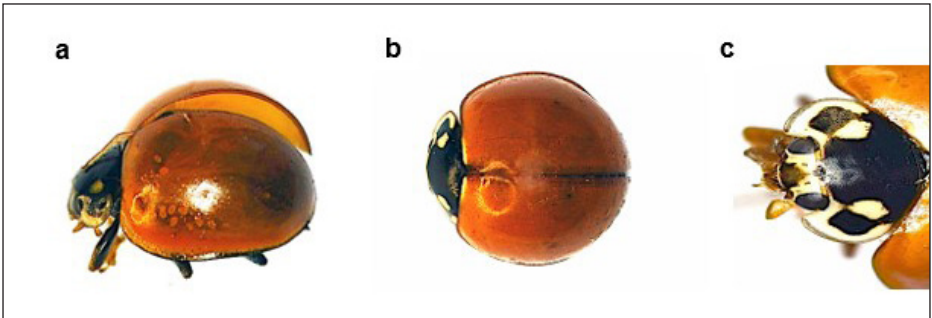
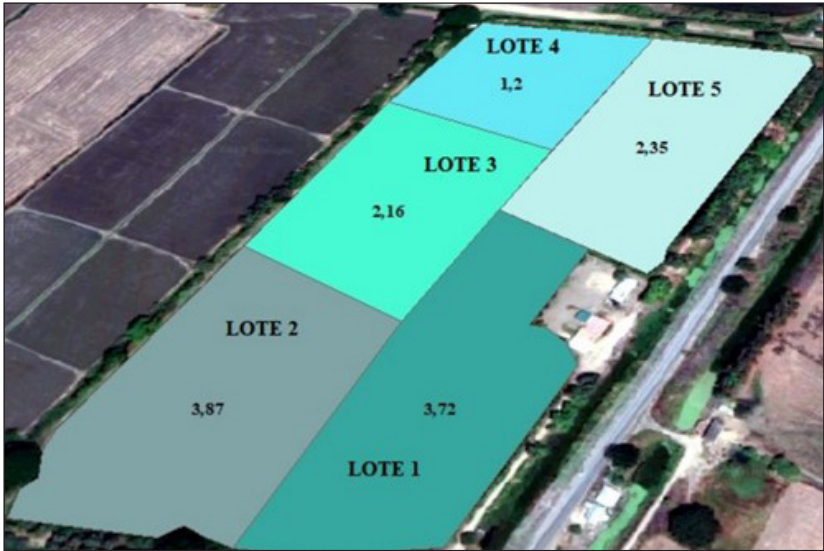


Figura 33. Área del estudio. Hda. Rancho viejo. Guayas-Durán.





Dr. EDUARDO DÍAZ OCAMPO, Ph.D.
RECTOR

Ing. YENNY GUISELLI TORRES NAVARRETE, Ph.D.
VICERRECTORA ACADÉMICA

Ing. BOLÍVAR ROBERTO PICO SALTOS, M.Sc.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Econ. CARLOS EDISON ZAMBRANO, Ph.D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - DICYT

ISBN: 978-9978-371-40-4



9 789978 371404

