



# Monitoreo de insectos plaga mediante SIG aplicados al cultivo de *Oryza sativa* L. en Naranjal, Ecuador







## Monitoring of insect pests using GIS applied to the *Oryza sativa* L. crop in Naranjal, Ecuador

Eder Sanchez-Alvarado<sup>1\*</sup>; Sayda Herrera-Reyes<sup>2</sup>; César Suárez Arellano<sup>3</sup>; Freddy Gavilánez Luna<sup>4</sup>; Nayelhi Valarezo-Rivera<sup>2</sup>; Paola España Valencia<sup>5</sup>

- 1 Magíster en Agronomía. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.
- 2 Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Técnica de Machala. Machala, Ecuador.
- 3 Facultad de Ingenierías, Universidad ECOTEC. Samborondón, Ecuador.
- 4 Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Agraria del Ecuador. Milagro, Ecuador.
- 5 Coordinadora desarrollo de la Costa de Ecuador para Syngenta, Samborondón. Ecuador.

\*Autor corresponsal: [entomo.eder.sanchez@gmail.com](mailto:entomo.eder.sanchez@gmail.com) (E. Sanchez-Alvarado).

ID ORCID de los autores

E. Sanchez-Alvarado:  <https://orcid.org/0000-0001-8308-1026> S. Herrera-Reyes:  <https://orcid.org/0000-0002-7226-5345>  
C. Suárez Arellano:  <https://orcid.org/0000-0003-3230-4423> F. Gavilánez Luna:  <https://orcid.org/0000-0002-7861-514X>  
N. Valarezo-Rivera:  <https://orcid.org/0000-0002-7377-4846> P. España Valencia:  <https://orcid.org/0000-0001-6298-3688>

### RESUMEN

En Ecuador el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L), se ve afectado por diversos insectos plaga causantes del deterioro de la vegetación. Por ello, se investigó esta problemática en el Cantón Naranjal en cuatro fincas arroceras cubriendo un área total de 213,8 ha, realizando muestreos en "X" con 20 pases dobles con la red entomológica. Se utilizó herramientas de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin de georreferenciar los insectos que prevalecen en el cultivo y a su vez observar las ubicaciones y conocer en que estadio fenológico se presentan con la asistencia de la Codificación BBCH. Los mapas temáticos de los insectos plagan y benéficos, se realizaron con Density Kernel permitiendo estimar la población de insectos por m<sup>2</sup> que se encontraron en los tres muestreos. Los porcentajes de estos varían por etapa fenológica, pero son cinco los insectos plaga que predominan: *Hydrellia* sp, *Tagosodes oryzicolus* Müir, *Rupella albinella*, *Oebalus ornatus* (Adulto), *Tibraca limbativentris* (Adulto - Ninfa), los SIG permiten tener una distribución espacial de los insectos plaga.

**Palabras clave:** estadio fenológico del arroz; insectos; codificación BBCH; georreferenciación; benéficos.

### ABSTRACT

In Ecuador, the cultivation of rice (*Oryza sativa* L) is affected by various insect pests that cause the deterioration of the vegetation. Therefore, this problem was investigated in the Canton Naranjal in four rice farms covering a total area of 213.8 ha, carrying out "X" sampling with 20 double passes with the entomological net. Geographic Information Systems (GIS) tools were used to geo-reference the insects that prevail in the crop and at the same time observe the locations and know in which phenological stage they are present with the assistance of the BBCH Codification. Thematic maps of pest and beneficial insects were made with Density Kernel allowing the population of insects per m<sup>2</sup> found in the three samplings to be estimated. The percentages vary by phenological stage, but five pest insects predominate: *Hydrellia* sp, *Tagosodes oryzicolus* Müir, *Rupella albinella*, *Oebalus ornatus* (Adult), *Tibraca limbativentris* (Adult - Nymph), the GIS allow a spatial distribution of the pest insects.

**Keywords:** phenological stage of rice; insects; BBCH coding; geo-referencing; beneficials.

Recibido: 12-01-2023.  
Aceptado: 28-03-2023.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## INTRODUCCIÓN

El arroz (*Oryza sativa* L), es una gramínea domesticada y a la vez un cultivo milenario, valorado como uno de los cereales más importantes en la alimentación humana; contribuye de forma efectiva al aporte calórico de la dieta humana actual (Ray & Chakraborty, 2018). La producción mundial de arroz supera los 500 millones de toneladas, considerando que, sólo los países asiáticos obtienen el 90% de la producción. Ecuador, posee grandes extensiones de terreno apto y con condiciones climáticas favorables para el cultivo de arroz; no obstante, tiene un rendimiento promedio de producción de 4,35 toneladas por hectárea, promedio bajo en comparación con otros países; el arroz se cultiva en la región Litoral, fundamentalmente en las provincias del Guayas y Los Ríos (Marin et al., 2018).

El cultivo de arroz en términos de explotación es una actividad agrícola muy importante y conocida a nivel mundial; sin embargo, por ser un cultivo semiacuático, tiene una particularidad en los sistemas de manejo que depende básicamente de la estación, zona de cultivo, disponibilidad de infraestructura de riego, ciclo vegetativo, tipo y clase de suelo, niveles de explotación y grados de tecnificación. En el Ecuador el cultivo de arroz se realiza tanto en invierno o período lluvioso denominado de secano, como en el verano o período seco, dependiendo exclusivamente de agua de riego (Horgan, 2018).

El daño causado por los insectos a las plantas es uno de los principios transcendentales que se torna sobre la producción de arroz. El comportamiento y/o procedimiento de los insectos plagas varía dependiendo de las condiciones climáticas, sistema de cultivo, época de siembra, estado de desarrollo de la planta, y de la variedad (Castillo-Carrillo et al., 2021). La identificación de los insectos, lo mismo que el discernimiento de sus hábitos, el deterioro que ocasionan a la planta, la edad del cultivo en que atacan y la época del año en que surgen, conlleva a realizar un manejo y control eficiente de los insectos plaga para obtener un incremento en la producción (Das, 2017). Los insectos son considerados plaga cuando compiten con nuestro alimento y ocasionan mermas económicas en la producción (Jankielsohn, 2018).

Las plagas infestan y a la vez devastan los campos de arroz desde la época de siembra hasta la cosecha, logrando ocasionar averíos significativos, plasmando pérdidas de hasta el 40% de la producción (Ali et al., 2021).

En la naturaleza/ambiente coexisten también organismos benéficos que despliegan acción sobre los insectos plaga, manteniéndolos en mesura; parasitoides, depredadores, y entomopatógenos.

En la actualidad el arroz se realiza como monocultivo, principalmente por los altos costos de producción y de inversión inicial necesarios. Añadiendo a esto, la técnica de siembra está cambiando de los sistemas tradicionales con 2 o 3 laboreos de suelo, a un método de siembra directo, en el cual el rastreo en superficie presta de resguardo a muchas plagas que persisten en los lotes de arroz (Zhou et al., 2019).

El permanente cultivo de arroz, la uniformidad en las variedades cultivadas y el imprudente uso de plaguicidas ha conducido al incremento de plagas en los sistemas de arroz por irrigación e incremento de la aplicación de plaguicidas. Diversas plagas se hacen resistentes a plaguicidas, fungicidas y herbicidas; se emplean agroquímicos porque se cree que no es viable producir arroz sin un alto nivel de sustancias químicas para controlar las plagas. Los plaguicidas causan y suscitan problemas ecológicos y de salud para humanos y animales. Asimismo, contaminan el agua de superficie y son una de las principales consideraciones por la que los depredadores naturales de las plagas, estén desapareciendo del entorno natural (Boudh & Singh, 2019).

Dentro del área de estudio no se han reportado investigaciones que apoyen a los productores a identificar las plagas que se presentan en el cultivo de arroz. Por lo tanto, la georreferenciación de los insectos les posibilitará, conocer los organismos patógenos que producen déficit económico en el cultivo indicado anteriormente.

La función de la tabla extendida BBCH (Centro de Investigaciones Biológicas Federal Bundesordenamt Chemise), en la presente investigación permitió determinar y evaluar cuáles son los insectos plaga y benéficos, que inciden en las diferentes etapas fenológicas del cultivo de arroz en la zona de estudio previamente descrita.

La importancia del monitoreo es de gran importancia para mantener un adecuado control fitosanitario de las plantaciones de arroz (Briceño-Vela et al., 2022), es conveniente mantener un monitoreo constante de la incidencia de estas amenazas, con la finalidad de determinar el umbral económico de daños, encaminados a establecer controles en el momento oportuno y disminuir las pérdidas (Pérez Iglesias et al., 2018).

La investigación radicó en la georreferenciación de los diferentes tipos de insectos plaga, concurrente en las distintas etapas fenológicas en el cultivo de arroz. El análisis de la investigación se efectuó en la Parroquia Taura, Provincia del Guayas, la información podrá ser empleada como informe de consulta para los agricultores en el sector de estudio.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Ubicación geográfica

El trabajo de investigación se llevó a cabo en las diferentes localidades de la Parroquia: Taura, Cantón Naranjal, Provincia del Guayas. Con las coordenadas UTM 643098,69 m E y 9743335,32 m

S. Las características climatológicas y edafológicas son: Temperatura: 22,3- 30,9°C, Precipitación: 1024.1mm, Humedad relativa: 79%, Topografía: Plana, Textura: Arcilloso (Pérez Molina, 2019).

### **Métodos**

Por el origen de los datos que fundamentaron este estudio, la modalidad se consideró básicamente de campo; cuya característica, es fundada en periodos cuantitativos y cualitativos sobre la presencia de insectos en arroz; se considera de tipo descriptiva. El estudio se realizó en los recintos: El Papayal, Jahuito 1, Jahuito 2 y La Elvia; su área comprende aproximadamente de 213,8 ha, en la que están incluidas áreas de los diferentes cultivos y áreas sin cultivo; carreteras y canales de riego.

Con la escala extendida BBCH se efectuó el seguimiento fenológico del cultivo de arroz, y a través de los diferentes códigos de la escala, logramos observar e identificar en qué estado fenológico los insectos plaga atacan al cultivo antes mencionado. La escala extendida BBCH es una tabla cuantitativa que permitió determinar los estados fenológicos del cultivo de arroz, según las características físicas de cada una de las especies plaga. Esto permitió evaluar la edad, fecha, y los días que transcurren en la etapa fenológica de un punto a otro; además, de estar al corriente de cuáles son las plagas que abordan en mayor número al cultivo de arroz.

### **Levantamiento de la información cartográfica**

Se obtuvo imágenes satelitales a través de Google Earth y SAS PLANET, lo cual facilitó adquirir información actualizada del uso actual del suelo, en el sector de estudio, a través de imágenes satelitales.

Para el desarrollo de la investigación se obtuvieron muestras de los insectos presentes en el cultivo de arroz, pertenecientes a los agricultores de los siguientes recintos: El Papayal, Jahuito 1, Jahuito 2 y La Elvia; arroceros circunscritos en la parroquia Taura. En esta población de estudio, según GAD Parroquial Taura, existen alrededor de 80 pequeños productores que manejan 400 ha de arroz comercial. Están divididas en Upa's "Unidades de producción agrícola", las cuales se agrupan en 3 categorías: Pequeñas: menor a 20ha, medianas entre 20 y 100 ha, y grandes: mayores a 100 ha.

### **Levantamiento planimétrico de las fincas**

En esta actividad se realizó el recorrido por la zona de estudio, para establecer todos los lotes de las piscinas de arroz a monitorear, y posteriormente recoger las muestras de insectos. Se caminó con un GPS para levantar planimétrica mente cada una de las áreas, a continuación, se determinó el área total del ensayo y se descargaron imágenes satelitales de la zona de estudio.

### **Condiciones fenológicas de cada lote**

Se agruparon los insectos, según la escala de codificación BBCH de los estadios fenológicos de desarrollo del arroz, con su respectivo código y descripción. En todas las áreas previamente establecidas en el proceso anterior.

### **Procesamiento de datos espaciales**

Para definir un estado relativamente general desde donde partió este estudio, se efectuó un recorrido por toda la zona, definiendo las fincas arroceras en dónde se iniciarán las siembras; está información

permitió identificar las diferentes poblaciones de insectos en cada estadio fenológico del cultivo de arroz. El área de estudio comprendió aproximadamente de 199 lotes, distribuidos en 213,8 ha, en cuatro zonas que son: Papayal 59,7 ha; Jahuito 1, 105 ha; Jahuito 2, 13,2 ha; y La Elvia 35,9 ha.

### **Elaboración de la base de datos de la zona para implementar un SIG**

Se procedió a visitar todos los días, cada uno de los lotes previamente levantados planimétrica mente para monitorear, los cuáles se clasificarán, categorizarán y agruparán, según el estado fenológico de cada uno de los cultivos, utilizando los códigos BBCH. Las herramientas estadísticas, dentro de las herramientas estadísticas que se utilizaron para evaluar el muestreo de la población de insectos; son los gráficos de barra, ya que estos posibilitaron visualizar y a la vez valorar cuál es la incidencia de estos insectos a nivel porcentual; posteriormente los resultados se demostraron en un gráfico de barras por etapa fenológica según los códigos establecidos por la Escala BBCH. Además, se valoró la relación existente entre el estadio fenológico del cultivo y las plagas presentes en cada uno de ellos a través del coeficiente de Correlación de Spearman.

Se realizará el levantamiento de información de los insectos, según su fenología en el arroz, por consiguiente, también se evaluará Ciclo biológico, Familia, Género, y Especie. Por las mañanas se recorrió cada uno de los lotes de estudio, ejecutando un muestreo en "X" con 20 pases dobles de la red entomológica; para posteriormente recolectar todos los insectos que se encontraron presentes en el cultivo de arroz, según el estado de su fenología que muestre mayor susceptibilidad al ataque de los insectos; por lo tanto, se efectuaron visitas diarias a los diferentes lotes de estudio a evaluar.

### **Almacenamiento de los insectos**

Cada uno de los insectos que se logró capturar en el muestreo, se almacenaron en frascos letales para alargar su duración después de colectados; los frascos que se utilizaron pueden ser de varios tamaños, pero se emplearon frascos de boca ancha con tapa de rosca para un mejor manipuleo de estos insectos. Cuando se colecta insectos alados, deben ser tratados cuidadosamente, para que sus alas no se deterioren y por consiguiente deben ser montados con sus alas totalmente extendidas. Las características más importantes para identificar la especie se encuentran en la parte delantera de sus alas.

Algunos insectos eran pequeños y otros de cuerpos blandos, por lo cual se deshidrataron con rapidez, deformándose al ser montados con alfileres. Estos fueron conservados en alcohol al 70% en frascos pequeños con cierre hermético, evitando de esta manera la evaporación del líquido.

Elaboración de cartografía temática de población de insectos. Se determinaron geográficamente las poblaciones de los insectos, en las diferentes zonas de estudio, con la cooperación de la escala BBCH, que determinó en qué estadio fenológico atacan mayoritariamente los insectos. Por consiguiente, se

procedió a plasmar un mapa para las especies de insectos que se revelaron en cada área de estudio de la presente investigación.

#### Estudio geoestadístico

El ArcGIS tiene una herramienta que realiza estudios de geoestadística para determinar densidad de población de muestras (Campaña-Olaya & Gines Tafur, 2021). Cuando se obtuvo la información de la población de insectos clasificados por Ciclo biológico, Familia, Género, y

Especie en los lotes que se monitorearon previamente; el análisis se realizó a través de la herramienta density, para luego proceder a realizar el cálculo de la densidad de insectos por m<sup>2</sup> en cada lote de estudio. Esto se representó de manera gráfica y por consiguiente de manera numérica, también se señala que se utilizó la herramienta del ArcGIS density Kernel; para ver y localizar la masa poblacional de los insectos que causan mayor daño y perjuicio al cultivo de arroz.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En Se identificaron 9 insectos plaga, 4 insectos benéficos, 1 insecto sin información, 1 insecto sin identificar; además, se especifica que estos dos últimos insectos pertenecen al orden Díptera. Adicional a esto, se menciona que el insecto plaga *Oryzophagus* sp. (Figura 1) es un insecto que no está reportado en el país. De igual manera dependiendo de cada insecto y su ciclo biológico, la mayoría se encontraron en estado adulto a excepción del Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (Larva) y el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de (Ninfa). Así mismo se observó que hay una diferencia en la distribución espacial de la población de insectos, que depende mucho de las etapas fenológicas del cultivo, que va en función a diferentes especies encontradas en la zona y que podría deberse a las distintas condiciones climáticas de la zona de estudio.



Figura 1. *Oryzophagus* sp.

En cuanto a la hipótesis planteada se constata que, sí se encontraron lotes en los mismos estadios fenológicos; sin embargo, los insectos variaban en cuánto a población, porcentajes y ubicación de estos.

En el primer muestreo el insecto que predominó en las 4 zonas de muestreo fue el insecto plaga *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 16,6%. Para el segundo muestreo el insecto que prevaleció en las zonas de estudio fue el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con 14,5% y, en el tercer y último muestreo, el insecto plaga dominante fue *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 14,6%. Siendo estos los más representativos en los 3 muestreos efectuados.

Los insectos plaga que predominan en los primeros estadios fenológicos de la fase vegetativa y reproductiva, a nivel poblacional de cada uno de los muestreos son: *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 14,51%, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. (Figura 2) con 13,03%, sobre un área total de 213,5 ha, según los códigos de la tabla BBCH 19, 21, 22, 23, 29, 30, 37, 49, 55, 65 y los insectos plaga más abundantes en la fase de llenado de grano y maduración son: *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa con 10,96%, y el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con 10,23%, según los códigos de la tabla BBCH 71, 73, 81, 83, 85, 87, 89, 92 en la misma área de estudio.



Figura 2. *Hydrellia* sp.

En el primer muestreo los insectos plaga que predominaron en la zona de El Papayal son: Novia del arroz *Rupella albinella* (Figura 3) con 27,8%, seguido del insecto benéfico *Ceraeochrysa* sp. con 21,0%, y *Tagosodes oryzicolus* Müir con 20,9%. En la zona de Jahuito 1 los insectos plaga que predominaron son: *Tagosodes oryzicolus* Müir con 11,44%, seguido del insecto benéfico *Ceraeochrysa* sp. con 10,57%, Novia del arroz *Rupella albinella* con 10,39%, y el Minador de la hoja *Hydrellia* sp. con 9,82%. En la zona de La Elvia los insectos dominantes son: *Tagosodes oryzicolus* Müir con 16,76%, seguido del insecto benéfico *Ceraeochrysa* sp. con 13,52% y el Minador de la hoja *Hydrellia* sp. con 12,88%.



Figura 3. *Rupella albinella*.

En cuanto al segundo muestreo, el insecto predominante en la zona de El Papayal fue el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con 15,1%, seguido del Minador de la hoja *Hydrellia* sp. con 14,0%, y *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 13,4%. En la zona de Jahuito 2 el insecto representativo, fue el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* (Figura 4) en estado de Ninfa con 14,3%, seguido de *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 12,8%, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. con 12,7%. En la zona de La Elvia el insecto predominante fue el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con 16,6%, el insecto sin información *Spedon macroplus* con 14,2%, y la especie no identificada con 12,7%.



Figura 4. *Tibraca limbativentris*.

Cabe señalar que en el segundo muestreo sólo se encontró un insecto benéfico *Tetragnatha* sp. y 2 insectos más: *Spedon macroplus*, insecto sin información y una especie no identificada. Para el tercer y último muestreo, los insectos que predominaron en la zona de El Papayal son:

Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con 16,0%, seguido del Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa con 15,1%, y *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 13,1%. En la zona de Jahuito 1 y Jahuito 2, los insectos dominantes son: *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 16,0%, seguido del Minador de las hojas *Hydrellia* sp. con 15,7%, y *Spedon macroplus* con 15,6%.

En cuanto a las ubicaciones poblacionales de los insectos plaga y benéficos, estas varían dependiendo de la zona y de cada muestreo ejecutado. En el primer muestreo, los insectos plaga dominantes de la zona El Papayal son: Novia del arroz *Rupella albinella* de 26 a 36 insectos por 20 pases de red, y *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 24 a 36 insectos para 20 pases de red, representados de color rojo; y el insecto benéfico *Ceraeochrysa* sp. de 23-37 insectos por pases de red representado de color rojo.

En el primer muestreo en la zona de Jahuito 1, los insectos plaga son: Novia del arroz *Rupella albinella* de 5 - 13 insectos por has, *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 5-12 insectos por m<sup>2</sup>, y Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 5 - 13 insectos por m<sup>2</sup>, representados en color verde. El insecto benéfico que predominó en esta zona fue, *Tetragnatha* sp. de 5 - 13 insectos por m<sup>2</sup>, así mismo representado en color verde.

Por otra parte, en el primer muestreo de la zona de Jahuito 2, se encontraron insectos plaga que no se presenciaron en la zona del Papayal y la Elvia como: Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* 11-32 insectos por m<sup>2</sup>, *Diatraea saccharalis* (Figura 5) de 8-9 insectos por m<sup>2</sup>, *Hortensia similis* (Figura 6) 8-12 insectos por m<sup>2</sup> y *Oryzophagus* sp. 10-17 insectos por m<sup>2</sup>; no obstante, estos que se presenciaron en menor proporción, están representados de color rojo en cada uno de los mapas elaborados.



Figura 5. *Diatraea saccharalis*.

De igual manera, en el primer muestreo del sitio La Elvia, los insectos plaga observados en mayor proporción son: Gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* de 14 - 21 insectos por m<sup>2</sup>, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 23 - 37 insectos por m<sup>2</sup>, y

*Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 24 - 36 insectos por m<sup>2</sup>, representados en color rojo; el insecto benéfico predominante de esta zona fue *Ceraeochrysa* sp. de 5 - 12 insectos por m<sup>2</sup>, representado en color verde.



Figura 6. *Hortensia similis*.

En el segundo muestreo los insectos plaga dominantes en la zona de El Papayal son: Novia del arroz *Rupella albinella* de 19 a 22 insectos por m<sup>2</sup> representados todos de color naranja, *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 22 a 25 insectos por m<sup>2</sup>, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 24 a 29 insectos por m<sup>2</sup>, el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* de 32 a 42 insectos por m<sup>2</sup>, representados de color rojo y el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa de 21 a 28 insectos por m<sup>2</sup>.

En Jahuito 1, el insecto Novia del arroz *Rupella albinella* 15 a 18 insectos por m<sup>2</sup>, representados en color naranja, *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 18 a 21 insectos por m<sup>2</sup> representado de color amarillo, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 19 a 23 insectos por m<sup>2</sup>, representado en color amarillo, el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* de 15 a 24 insectos por m<sup>2</sup>, representado en color amarillo, y el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa de 21 a 28 insectos por m<sup>2</sup> representado de un color rojo.

En La Elvia, el insecto Novia del arroz *Rupella albinella* de 15 a 18 insectos por m<sup>2</sup> representados de color amarillo, *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 1 a 17 insectos por m<sup>2</sup> representado en color verde, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 1 a 18 insectos por m<sup>2</sup> representado de color verde, el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* de 15 a 24 insectos por m<sup>2</sup> representado en color amarillo, y el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa de 1 a 20 insectos por m<sup>2</sup>, representado de color amarillo.

Para el tercer y último muestreo en El Papayal se presenciaron los siguientes insectos plaga: Novia del arroz *Rupella albinella* de 14 a 15 insectos por m<sup>2</sup> representados de color naranja, *Sogata*

*Tagosodes oryzicolus* Müir de 15 a 17 insectos por m<sup>2</sup> representado en color amarillo, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 17 a 19 insectos por m<sup>2</sup> representados en color naranja, el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* de 23 a 24 insectos por m<sup>2</sup> representados de color naranja, y el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa de 23 a 24 insectos por m<sup>2</sup> representados en color naranja.

En Jahuito 2, el insecto Novia del arroz *Rupella albinella* de 16 a 18 insectos por ases dobles de red representado por un color rojo, *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 15 a 17 insectos por m<sup>2</sup> representado en color amarillo, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 14 a 16 insectos por m<sup>2</sup> representado de color amarillo.

En Jahuito 2, el insecto Novia del arroz *Rupella albinella* de 15 a 18 insectos por m<sup>2</sup> representado de color rojo, *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir de 1 a 14 insectos por m<sup>2</sup> representado por un color verde, Minador de la hoja *Hydrellia* sp. de 17 a 19 insectos por m<sup>2</sup>.

Para una mejor visualización de la importancia, se presenta gráficamente en los mapas, las principales plagas que han afectado las fincas de estudio, entendiéndose que una interpretación numérica de la información permite tomar decisiones a partir de los datos, pero gráficamente se puede entender de mejor manera la distribución espacial de las especies que vulneran el cultivo de arroz.

En el caso de *Hydrellia* sp. la finca con mayor afectación y densidad poblacional fue "Jahuito 1" (Figura 7); en este caso, la plaga debido a la densidad poblacional presentada puede ocasionar daños importantes en el rendimiento del cultivo.

En el mismo sentido la especie *Tagosodes oryzicolus* Müir (Figura 8), siendo la finca Jahuito 1, con mayor afectación de las fincas evaluadas; en este caso por dos insectos plaga como *Oebalus ornatus* y *Tibraca limbativentris* en menor densidad poblacional.

En la correlación de Spearman realizada acorde a cada muestreo, se correlacionó los estados fenológicos y los insectos plaga, obteniendo como resultado, que sí existe una correlación significativa entre el estado fenológico y los insectos plaga, con respecto a las siguientes correlaciones por muestreo en El Papayal: *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con (0,900\*) y el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con (0,707\*). En Jahuito 2: Novia del arroz *Rupella albinella* con (0,953\*\*), el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con (0,858\*\*) y *Sogata Tagosodes oryzicolus* müir con (0,851\*\*); en el sitio La Elvia no existió correlación alguna, pero se señala que el insecto plaga predominante en el estadio fenológico código BBCH 87 fue *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 17,90%, y en el estadio fenológico código BBCH 85, del mismo modo fue *Sogata Tagosodes oryzicolus* Müir con 14,39%.

Para la segunda correlación correspondiente al segundo muestreo, también existe una correlación significativa entre el estado fenológico y los insectos plaga en la zona de El Papayal, con los siguientes resultados: el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con (0,941\*\*) y el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa con

(0,845\*\*); en Jahuito 1 el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con (0,816\*\*) y el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa con

(0,759\*\*); en La Elvia no existió correlación alguna, pero el insecto plaga dominante fue el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con 16,6%.

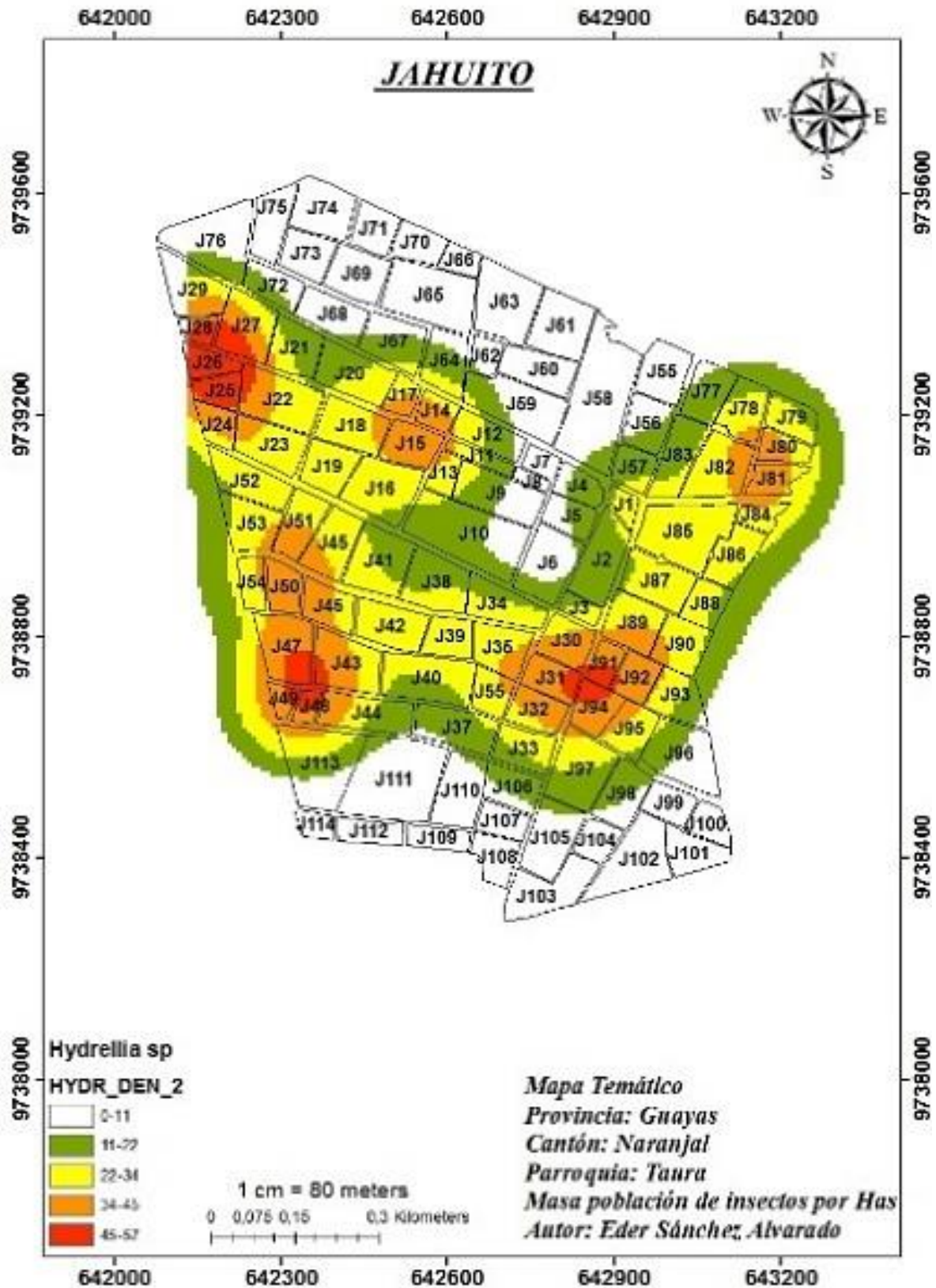


Figura 7. Monitoreo espacial de la incidencia de plagas *Hydrellia sp.*

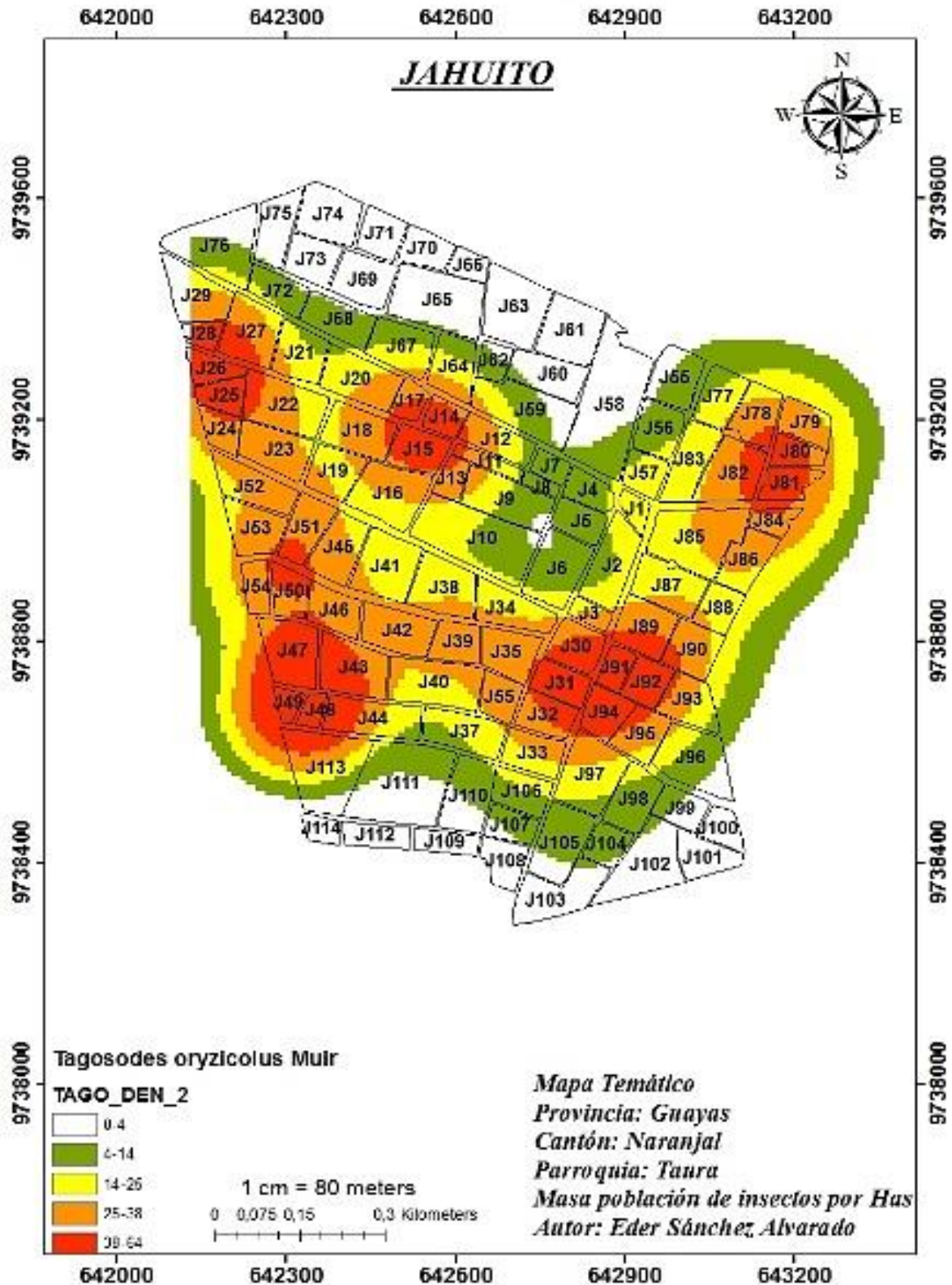


Figura 8. Monitoreo espacial de la incidencia de plagas *Tagosodes oryzicolus* Muir.

Para el tercer muestreo en la zona de El Papayal, el estado fenológico tiene una correlación significativa con respecto a los insectos plaga: el Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa con (0,845\*\*), el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con (0,778\*\*); en Jahuito 1 el

Chinche del tallo *Tibraca limbativentris* en estado de Ninfa y el Chinche de la espiga *Oebalus ornatus* con (0,655), se indica que para que tenga significancia, debe tener un valor mayor (0,7). En cuanto a los resultados obtenidos, se puede mencionar que la aplicabilidad de los sistemas de



información geográfica concuerdan con (Landázuri et al., 2013). El monitoreo de las plagas facilita un mejor manejo agronómico del cultivo (Bewke, 2018), pudiendo incorporar herramientas tecnológicas en los sistemas de información geográfica, posibilitando establecer zonas de población de diferentes especies de insectos; por lo tanto, se consigue una idea más técnica de los sitios con mayor incidencia de plagas en el sector y lograr un control más efectivo sobre los insectos que afectan el rendimiento económico del cultivo de arroz.

En este sentido es importante destacar que es posible usar una codificación para establecer las etapas fenológicas del cultivo; pues, en este caso se logró determinar en forma cuantitativa la etapa en la que se encontró el cultivo y a su vez, esto permitió tener una relación de los diferentes insectos con la etapa fenológica obtenida en los

muestreos de las diferentes zonas de estudio (López-Hernández et al., 2018).

Existe una correlación entre los insectos de la zona y las etapas fenológicas del cultivo, por lo que existe una relación lineal entre las dos variables (Taibo & Ramos, 2020).

En el uso de herramientas integradas en los Sistemas de Información Geográficas como Density, permite observar de forma gráfica las diferentes zonas de agrupación poblacional de especies (Flores & Reyes, 2019), en este caso de las encontradas en los sitios de estudio. A su vez, el arroz es afectado por diferentes insectos plaga que en mayor o menor grado inciden sobre el normal desarrollo y rendimiento de las plantas, ocasionando daños severos, deterioro de la planta, baja de producción y en ocasiones la muerte de esta (Castillo-Carrillo et al., 2021).

## CONCLUSIONES

El uso de herramientas tecnológicas y cartográficas como son las plataformas SIG, permite tener una panorámica más precisa sobre cómo es la distribución espacial de los insectos y de esta manera ir monitoreando las diferentes poblaciones de insectos plaga y benéficos, mismo que contribuirá a establecer los umbrales de población; información útil para la aplicación y gestión de los diferentes tipos de pesticidas químicos que se

aplicarán, ya que también de esta manera se puede evaluar la uniformidad de la aplicación de los diferentes productos químicos, empleados de forma correcta y eficiente; el uso de esta herramienta posibilita ser aplicada en diferentes campos de actividades agrícolas, en el monitoreo de varias afectaciones, ya sea causadas por insectos, malezas y de nutrición en los distintos suelos agrícolas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, M., Nessa, B., Khatun, M., Salam, M., & Kabir, M. (2021). A Way Forward to Combat Insect Pest in Rice. *Bangladesh Rice Journal*, 25(1), 1-22. <https://doi.org/10.3329/brj.v25i1.55176>
- Bewke, G. B. (2018). Review on integrated pest management of important disease and insect pest of rice (*Oryza sativa* L.). *World Scientific News*, 100, 184-196.
- Boudh, S., & Singh, J. S. (2019). Pesticide Contamination: Environmental Problems and Remediation Strategies. In *Emerging and Eco-Friendly Approaches for Waste Management* (pp. 245-269). Springer Singapore. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-8669-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-981-10-8669-4_12)
- Briceño-Vela, D., Ramírez-Cruz, F., & Valderrama-Alfaro, S. M. (2022). Entomofauna cadavérica asociada a los restos incinerados de *Sus scrofa domestica* L., en el centro poblado de Chuyugual, La Libertad, Perú. *Manglar*, 19(3), 221-226. <https://doi.org/10.17268/manglar.2022.027>
- Campaña-Olaya, J., & Gines Tafur, E. (2021). Multi-temporal analysis by GIS of drought and deforestation in the Tumbes-Peru National Reserve, 1986-2019. *Manglar*, 18(3), 267-274. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.035>
- 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, Pedro S., Calle-Ulfe, P. G., & Silva-Alvarez, J. C. (2021). Spider species as natural biological control agents of the "brown planthopper" (*Tagosodes orizicolus* Muir) in rice cultivation in the Tumbes valley. *Manglar*, 18(2), 157-168. <https://doi.org/10.17268/manglar.2021.021>
- Das, S. K. (2017). Rice Cultivation under Changing Climate with Mitigation Practices: A Mini Review. *Universal Journal of Agricultural Research*, 5(6), 333-337. <https://doi.org/10.13189/ujar.2017.050603>
- Flores Garnica, J. G., & Reyes Cárdenas, O. (2019). Distribución espacial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. mediante la estimación de la densidad Kernel. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(53), 21-40.
- Horgan, F. G. (2018). The ecophysiology of apple snails in rice: implications for crop management and policy. *Annals of Applied Biology*, 172(3), 245-267. <https://doi.org/10.1111/aab.12424>
- Jankielsohn, A. (2018). The Importance of Insects in Agricultural Ecosystems. *Advances in Entomology*, 06(02), 62-73. <https://doi.org/10.4236/ae.2018.62006>
- Landázuri, O., Bersosa, F., Segovia, A., Tarabata, B., Prieto, P., Tufiño, R., & Navas, G. (2013). Georeferenciación y estudio de los órdenes de las clases insecta y collembola en el sendero Quishuar (Área Nacional de Recreación El Boliche). *La Granja*, 17(1), 23-35.
- López-Hernández, M. B., López-Castañeda, C., Kohashi-Shibata, J., Miranda-Colín, S., Barrios-Gómez, E. J., & Martínez-Rueda, C. G. (2018). Rendimiento de grano y sus componentes, y densidad de raíces en arroz bajo riego y secano. *Agrociencia*, 52(4), 563-580.
- Marin, D., Orrego-Varon, M., Yanez, F., Mendoza, L., Garcia, M. A., Twyman, J., Andrade, R., & Labarta, R. (2018). Household survey data of adoption of improved varieties and management practices in rice production, Ecuador. *Data in Brief*, 18, 1252-1256. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2018.04.019>
- Pérez Iglesias, D. C. H. I., Rodríguez Delgado, M. I., & García Batista, D. C. R. M. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 16-27. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/160>
- Pérez Molina, A. (2019). Riesgo de sodicidad en los suelos de Cantón Milagro, Guayas-Ecuador en época de estiaje. *Revista Politécnica*, 42(2), 15-22.
- Ray, A., & Chakraborty, D. (2018). Shattering or not shattering: that is the question in domestication of rice (*Oryza sativa* L.). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 65(2), 391-395. <https://doi.org/10.1007/s10722-017-0586-1>
- Taibo Cabrera, A. D., & Ramos González, Y. (2020). Fluctuación poblacional de *Aphis craccivora* y *Aphis gossypii* sobre *Phaseolus vulgaris*. *Centro Agrícola*, 47(1), 55-60.
- Zhou, C., Huang, Y., Jia, B., Wang, S., Dou, F., Samonte, S. O. P., Chen, K., & Wang, Y. (2019). Optimization of Nitrogen Rate and Planting Density for Improving the Grain Yield of Different Rice Genotypes in Northeast China. *Agronomy*, 9(9), 555. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090555>