



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

SISTEMA DE POSTGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN SANIDAD VEGETAL

**PROYECTO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO PARA
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL**

**APLICACIÓN DE BIOCONTROLADORES BIOLÓGICOS
CON DRON SOBRE LA LANGOSTA (*SPODOPTERA
FRUGIPERDA*) EN EL CULTIVO DE ARROZ (*ORYZA
SATIVA* L.), RECINTO CAIMITAL PARROQUIA TAURA,
PROVINCIA DEL GUAYAS.**

ING. JOHN ALEXANDER SARES VERA

**GUAYAQUIL, ECUADOR
2022**

**SISTEMA DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**

CERTIFICACIÓN

El suscrito, Docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Director **CERTIFICO QUE:** he revisado el Trabajo de Titulación, denominada: **APLICACIÓN DE BIOCONTROLADORES BIOLÓGICOS CON DRON SOBRE LA LANGOSTA (*SPODOPTERA FRUGIPERDA*) EN EL CULTIVO DE ARROZ (*ORYZA SATIVA* L.), RECINTO CAIMITAL PARROQUIA TAURA, PROVINCIA DEL GUAYAS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. John Alexander Sares Vera**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

Dr. MVZ. Carlos Amador Sacoto, M.Sc.

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR

**APLICACIÓN DE BIOCONTROLADORES BIOLÓGICOS CON DRON SOBRE
LA LANGOSTA (*SPODOPTERA FRUGIPERDA*) EN EL CULTIVO DE ARROZ
(*ORYZA SATIVA* L.), RECINTO CAIMITAL PARROQUIA TAURA, PROVINCIA
DEL GUAYAS**

ING. JOHN ALEXANDER SARES VERA

TRABAJO DE TITULACIÓN

**APROBADA Y PRESENTADA AL CONSEJO DE POSTGRADO
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**

MAGÍSTER EN SANIDAD VEGETAL

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Fernando Martínez Alcívar, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Juan Martillo García, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Alexandra Navarrete Cornejo, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Dr. MVZ. Carlos Amador Sacoto, PhD.
EXAMINADOR SUPLENTE

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento al doctor Carlos Amador Sacoto, MSc., por brindarme su apoyo como tutor para realizar la maestría y los aportes en la elaboración del proyecto, a los docentes que participaron en el estudio como miembros del tribunal.

Agradezco a Dios por haberme otorgado una familia maravillosa, quienes han creído en mí siempre, dándome ejemplos de superación, humildad y sacrificio; enseñándome a valorar todo lo que tengo. A todos ellos dedico el presente trabajo a mi padre y madre, a mi esposa e hijos por que han fomentado e impulsado el deseo constante de superación y la sed de triunfar en la vida de manera honesta. A todos los que han contribuido a la consecución de este logro. Espero contar siempre con su valioso e incondicional apoyo.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis a toda la familia Agraria a la que pertenezco, a todos los apasionados del campo y la agricultura, a todos los misioneros de la técnica en el agro.

A mi familia, por haber estado a mi lado en todo este proceso y confiar en mí.

RESPONSABILIDAD

La responsabilidad, derecho de la investigación, resultados, conclusiones y recomendaciones que aparecen en el presente Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y los derechos académicos otorgados a la Universidad Agraria del Ecuador.

Ing. John Alexander Sares Vera.

C I. 0926741497

RESUMEN

El proyecto se llevó a cabo en la hacienda “García” del recinto Caimital en la parroquia Taura del cantón Yaguachi. El objetivo general fue el evaluar el uso del dron como medio de aplicación de un biocontrolador en el cultivo de arroz. Para este ensayo se consideró cuatro tratamientos. Los tratamientos son: T1 Micosplag (100%), T2 Micosplag (80%), T3 Micosplag (60%) y T4 Testigo. Se colocó el líquido en el tanque del dron, con la boquilla adecuada para este tipo de producto, en este caso es el cono jet TXVK. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones, lo cual generó 20 parcelas en estudio. Las variables estudiadas son: larvas/planta, huevos/planta, incidencia del insecto, altura de planta, peso de 1000 semillas, rendimiento del arroz y análisis beneficio costo. La evaluación estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey como prueba de comparación de medias. Los resultados mostraron que con el uso del Micosplag aplicado con dron en la plantación redujo la presencia de larvas y huevos del insecto plaga sobre las plantas de arroz, además, su incidencia de macollos afectados fue inferior y varía entre el 13% y 14% promedio, a diferencia del testigo que presentó una alta incidencia (43%). Con respecto a la producción el uso del Micosplag al 100% generó mayor peso en 1000 semillas (36,52 gramos) y por ende su rendimiento fue más alto (11942,04 kg/ha) con \$2,05 B/C.

Palabras clave: arroz, dron, insecto plaga, larvas, micosplag.

ABSTRACT

The project was carried out at the "García" farm in the Caimital compound in the Taura parish of the Yaguachi canton. The general objective was to evaluate the use of the drone as a means of applying a biocontroller in rice cultivation. Four treatments were considered for this trial. The treatments are: T1 Mycosplag (100%), T2 Mycosplag (80%), T3 Mycosplag (60%) and T4 Witness. The liquid was placed in the drone tank, with the appropriate nozzle for this type of product, in this case it is the TXVK jet cone. A randomized complete block design with five replications was used, which generated 20 study plots. The variables studied are: larvae/plant, eggs/plant, insect incidence, plant height, weight of 1000 seeds, rice yield and cost-benefit analysis. Statistical evaluation of the data was performed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey's test as a means comparison test. The results showed that the use of Micosplag applied with a drone in the plantation reduced the presence of larvae and eggs of the pest insect on the rice plants, in addition, its incidence of affected tillers was lower and varies between 13% and 14% average. , unlike the control that presented a high incidence (43%). With respect to production, the use of Micosplag at 100% generated greater weight in 1000 seeds (36.52 grams) and therefore its yield was higher (11942.04 kg/ha) with \$2.05 B/C.

Keywords: *rice, drone, insect pest, larvae, mycosplag.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
CERTIFICACIÓN DE TUTOR	ii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DEDICATORIA	v
RESPONSABILIDAD.....	vi
RESUMEN.....	vii
SUMMARY	viii
INDICE DE CONTENIDOS	ix
INDICE DE ANEXOS	xii
INDICE DE APÉNDICES	xiv
INTRODUCCIÓN	15
Caracterización del Tema	16
Planteamiento de la Situación Problemática	16
Justificación e Importancia del Estudio	16
Delimitación del Problema.....	17
Formulación del Problema	17
Objetivos	17
Objetivo General.....	17
Objetivos Específicos	18
Hipótesis o Idea a Defender	18
Aporte Teórico o Conceptual	18
Aplicación Práctica	18
CAPÍTULO 1	19

MARCO TEÓRICO	19
1.1 Estado del Arte	19
1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática	21
1.2.1 Generalidades del arroz.....	21
1.2.2 Origen e importancia del arroz	21
1.2.3 Especie Spodoptera frugiperda	22
1.2.4 Características de S. frugiperda	22
1.2.5 Control de frugiperda.....	23
1.2.6 Monitoreo y control.....	24
1.2.7 Nivel de daño de la langosta	24
1.2.8 Posturas de huevos de cogollero	24
1.2.9 Uso de drones en cultivos de ciclo corto para insectos plagas	25
1.2.10 Ficha técnica Micosplag	26
1.2.11 Sustentabilidad del uso del dron en la aplicación de productos....	27
1.2.12 Modo de uso del dron en la aplicación del insecticida.....	27
1.2.13 Tamaño de la gota por aplicación	27
1.2.14 Variedad de arroz INIAP-IMPACTO	27
1.3 Fundamentación Legal	28
CAPÍTULO 2	29
ASPECTOS METODOLÓGICOS	29
2.1 Métodos.....	29
2.1.1 Modalidad y Tipo de Investigación	29
2.2 Variables	29
2.2.1 Variable Independiente	29
2.2.2 Variables Dependientes.....	29

2.3 Métodos de recolección de datos	31
2.4 Población y muestra	32
2.5 Diseño experimental	33
2.6 Tratamientos a evaluarse	33
2.7 Manejo del experimento.....	34
2.8 Estadística Inferencial.....	35
RESULTADOS.....	36
DISCUSIÓN.....	41
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	43
BIBLIOGRAFÍA CITADA	44
ANEXOS	50

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Croquis del experimento.....	50
Anexo 2. Tamaño de la gota por aplicación	51
Anexo 3. Ubicación del lugar del experimento (2°23'04.8"S 79°39'17.1"W)	52
Anexo 4. Tamaño de la gota del tratamiento 1	60
Anexo 5. Tamaño de la gota del tratamiento 2	60
Anexo 6. Tamaño de la gota del tratamiento 3	61
Anexo 7. Preparación de tratamientos en campo.....	61
Anexo 8. Larva momificada con el complejo de hongos de Micosplag.....	62
Anexo 9. Larva de cogollero (S frugiperda) atacando una planta de arroz.....	62
Anexo 10. Adulto de cogollero (S. <i>frugiperda</i>) con Micosplag	63
Anexo 11. Aplicación de Micosplag en las unidades experimentales.....	63
Anexo 12. Segunda aplicación de Micosplag (Esporas en latencia)	64
Anexo 13. Evaluación del lote experimental en las aplicaciones de Micosplag	64

INDICE DE APÉNDICES

Apéndice 1. Operacionalización de las variables dependientes	30
Apéndice 2. Tratamientos a utilizar	33
Apéndice 3. Análisis de varianza para el análisis de las variables del ensayo.	35
Apéndice 4. Evaluación del número de larvas/planta	36
Apéndice 5. Evaluación de huevos/planta.....	37
Apéndice 6. Evaluación de incidencia (%).....	38
Apéndice 7. Evaluación de altura de planta (cm)	38
Apéndice 8. Evaluación del peso de 1000 semillas (g)	39
Apéndice 9. Evaluación del rendimiento del cultivo (kg/ha).....	39
Apéndice 10. Análisis de la relación beneficio costo de los tratamientos	40
Apéndice 11. Escala de daños del gusano.....	51
Apéndice 12. Datos de campo larvas/planta (20 días)	52
Apéndice 13. Análisis estadístico de larvas/planta (20 días)	52
Apéndice 14. Datos de campo larvas/planta (50 días)	53
Apéndice 15. Análisis estadístico de larvas/planta (50 días)	53
Apéndice 16. Datos de campo de huevos/planta (40 días)	54
Apéndice 17. Análisis estadístico de huevos/planta (40 días)	54
Apéndice 18. Datos de campo de huevos/planta (60 días)	55
Apéndice 19. Análisis estadístico de huevos/planta (60 días)	55
Apéndice 20. Datos de campo de incidencia de daños	56
Apéndice 21. Análisis estadístico de macollos afectados/m ²	56
Apéndice 22. Datos de campo de altura de planta (cm).....	57
Apéndice 23. Análisis estadístico de altura de planta (cm)	57
Apéndice 24. Datos de campo de peso de 1000 granos (g).....	58

Apéndice 25. Análisis estadístico de peso de 1000 granos (g)	58
Apéndice 26. Datos de campo de rendimiento del cultivo (kg/ha)	59
Apéndice 27. Análisis estadístico de rendimiento del cultivo (kg/ha).....	59

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz generalmente se encuentra invadido por diversas plagas, afecciones y otra clase de inconvenientes, pudiendo influir en la productividad debido a la merma de las plantas, razón por la que es imprescindible efectuar un control sanitario a partir de su primera etapa de siempre con el fin de impedir la propagación de las mismas.

La Langosta llamada *Spodoptera frugiperda* es considerado como un inconveniente en los cultivos en las gramíneas, además de generar una deterioración foliar, se la conoce por ser una plaga de elevada repercusión económica, principalmente en la etapa larvaria, que puede notarse en el cultivo del arroz por su actividad destructiva en el cogollo de la planta.

Según Lezaun, (2021) para un mejor manejo de la plaga ay diversas clases de control como: biológico, químico, orgánico y cultural. Sin embargo, Pérez y Rodríguez (como se citó en Planas de Martí, 2018), afirmaban que el manejo integrado de plagas MIP, era conocido como un sistema adecuado para luchar contra plagas y enfermedades, puesto que no genera un desequilibrio en los agroecosistemas y es bueno para el entorno.

Si se habla de manejo biológico, se da el uso de hongos entomopatógenos para el manejo de insectos plagas, estos son utilizados en el arroz y de esta manera de impiden deterioros en su productividad, los apliques se realizan de una manera foliar, revistiendo el área cultivada por completo logrando que su cobertura sea capaz de manejar de una forma eficaz al insecto cuando está en su condición larvaria que es donde más deterioros se dan.

El aplique tanto de pesticidas como especies fúngicas es capaz de efectuarse de una forma manual si se aplica bombas de mochila, y ya sea que esta sea manual o mecánica puede tener sus propias ventajas y desventajas. Con el pasar de los años se ha dado la opción tecnológica de la utilización de drones para tener una más alta claridad y eficacia con los artículos que consientan el manejo de plagas y enfermedades en los cultivos, especialmente en el arroz.

El sector de Taura pertenece a la productividad de arroz que se da en la provincia del Guayas, razón por la que se han efectuado estudios en el cultivo de arroz, notando la aparición de la langosta *S. frugiperda*, la cual genera pérdidas en la economía del productor a causa del manejo inadecuado de plagas. Se dispone llevar a cabo un análisis experimental con el fin de hallarla formulación idónea de hongo entomopatógeno para impedir la aparición de plagas.

Caracterización del Tema

En el sector de estudio se llevó a cabo dos siembras de arroz anuales aproximadamente, la cual ha sido incidida por la langosta en los primeros 10 a 12 días posteriores a su trasplante, hallándose con las hojas perforadas hasta deterioradas por completo, lo que conlleva a una disminución del 30% de su productividad, generando que su rentabilidad económica disminuya, es por eso que se da el aplique de controladores biológicos. En primer lugar, se da inoculación de la raíz en las plantas, después son llevadas al semillero hasta el momento en donde se efectúe el trasplante. En su segunda etapa se utilizó drones de precisión agrícola en el producto con dos lotes y un testigo.

Planteamiento de la Situación Problemática

Durante los últimos 2 años en la zona de estudio no se ha logrado disminuir el impacto de afectación económica de la langosta en el cultivo de arroz, por lo que se propone un control biológico a base de hongos entomopatógenos, en la variedad de arroz INIAP impacto, donde se realizó la inoculación con este producto desde el semillero para luego proceder al trasplante en el terreno. El objeto de estudio es mantener el control sobre esta plaga desde su primera fase y continuar con la producción del cultivo sin que ésta afecte el umbral económico, cuidando el medio ambiente y los costos de producción. Se contó con la herramienta de drones de precisión agrícola para la aplicación del producto.

Justificación e Importancia del Estudio

La langosta es una plaga que incide en el cultivo de arroz posterior a su proceso de germinación, razón por la que es imprescindible controlarlas en el momento oportuno puesto que de no hacerlo es posible que las plantas mueran.

El deterioro que genera de manera indirecta por la problemática en el manejo de plagas, las cuales son las plantas en las que el insecto se asienta e influyen en la plantación adecuada del cultivo.

Dentro del recinto Caimital, en la parroquia Taura ubicada en el Guayas, se da la producción de arroz en el que se asienta la *S. frugiperda*, la cual genera un descontento en los agricultores debido a las pérdidas que se generan por reducciones provocadas, se ha realizado ciertos controles con artículos químicos dándole un mejor control a la planta, sin embargo, esto incide de manera negativa en el entorno, razón por la que se da un análisis con el aplique de controladores biológicos.

El control biológico se considera una alternativa de alta relevancia si se trata de sanidad vegetal, puesto que presenta como fin el imponer organismos vivos o de artículos propios para impedir o disminuir las pérdidas o deterioros que puedan darse debido a las plagas.

Delimitación del Problema

El presente estudio se realizó en la Provincia del Guayas, Parroquia Taura, Recinto Caimital, en la “Hacienda García”, en un tiempo aproximado de seis meses.

Formulación del Problema

¿Cuál es la efectividad de los controladores biológicos con drones de precisión agrícola sobre la langosta en el cultivo de arroz, en la Hacienda García, recinto Caimital, parroquia Taura?

Objetivos.

Objetivo general

Evaluar el uso del dron como medio de aplicación de un biocontrolador en el cultivo de arroz

Objetivos específicos

- Describir el efecto del uso del dron en la eficiencia de los biocontroladores sobre la langosta en el cultivo de arroz.
- Determinar la mejor población del hongo entomopatógeno en el control de la plaga de la langosta del cultivo de arroz.
- Analizar la relación beneficio costo del uso del dron en los tratamientos utilizados.

Hipótesis o Idea a Defender

Al menos una de las formulaciones aplicadas controló de forma efectiva la población de langosta sobre el cultivo de arroz en el recinto Caimital, Taura, Guayas.

Aporte teórico

Se pudo indicar que, un control biológico amigable con el medio ambiente, mejora la producción de arroz tanto en el rendimiento como en el umbral económico de este cultivo. Además, se procuró determinar la dosis adecuada del producto aplicado para el control de *S. frugiperda*.

Se logró aportar que, mantener el equilibrio ambiental en el control de plagas del cultivo de arroz, y en la producción de la gramínea.

Aplicación practica

Se logró controlar la presencia de *S. frugiperda* en el cultivo de arroz con el uso de controladores biológicos con la ayuda de drones agrícolas en su aplicación. Se adoptó la dosis más efectiva del producto aplicado, en relación a los resultados obtenidos con los tratamientos y el testigo.

Se obtuvo el umbral de acción del producto aplicado en las variables evaluadas en el cultivo de arroz.

CAPÍTULO 1

Marco teórico

1.1. Estado del arte

Acupeña, (2021), determinó la eficacia del aceite ozonizado para el manejo de cochinilla en banano, bajo cinco tratamientos y cinco repeticiones con un diseño de bloques completamente al azar. Los resultados manifestaron que, el uso del producto redujo la severidad del insecto al 1% y el mejor beneficio costo fue \$0,72.

Asimismo, Ríos *et al.*, (2020), utilizó un control biológico a base de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*, para el manejo de larvas y adultos de insectos plaga. Los resultados mostraron que, el uso de hongos entomopatógenos alcanza alta eficacia contra mosca blanca y pulgones durante el ensayo experimental.

Estrada (2019), realizó estudios sobre el aislamiento de hongos entomopatógenos en *Spodoptera frugiperda*, con alta actividad de biocontrol, donde se evidenció una mortalidad del casi 100% sobre las larvas de la plaga en el cultivo estudiado.

Por otro lado, el estudio realizado en el cultivo de pepino para el control de adultos de *F. occidentalis*, con el uso de hongos entomopatógenos tuvo una elevada eficacia del 92.17% para el manejo de la plaga en el cultivo antes mencionado (Mendoza y Toledo, 2019).

Campos *et al.*, (2019), mencionan que, al aplicar hongos entomopatógenos sobre las plantaciones de arroz, se reduce la presencia de insectos plaga, lo cual reduce las larvas de los mismos y el rendimiento de la plantación incrementa a 10935 kg/ha.

Barraza *et al.* (2019), destacaron en su ensayo experimental que el uso de drones sobre el manejo de plagas y enfermedades en el arroz, es una alternativa para los agricultores que se ven afectados por dicho problema. Los agricultores

pueden realizar sus manejos limitándose únicamente a la zona afectada y reduce costos en la compra de químicos innecesarios, siendo rentable para el agricultor.

Garzón y Luque (2018), describieron los métodos de fumigación a través de drones para el manejo de plagas en los cultivos. Concluyeron que existen varios factores, para tener éxito en este método, el cual aumenta la productividad de los cultivos y es una alternativa rentable para el agricultor.

Franco y Martillo (2018), corroboran que el uso de drones es una herramienta tecnológica útil para monitorear la aplicación de insumos sobre las plantaciones, de manera que no se desperdicie producto y no genere gastos innecesarios al agricultor. Además, comparten que su manejo es sencillo y amigable con el agricultor.

Por su parte, Russo (2017), analizó los efectos *B. bassiana* sobre la plantación de maíz como hongo entomopatógeno, el cual favoreció el manejo de larvas de *S. frugiperda*, reduciendo la severidad sobre las plantas y las pérdidas de producción a causa de este insecto plaga.

Rampoldi, (2017), probó las cepas de hongos entomopatógenos, lo cual mostró resultados positivos a reducir la presencia de insectos plaga que afectaban la producción de diversas zonas del cultivo de arroz en la Provincia de Los Ríos.

Muñoz *et al.*, (2017), valoraron el efecto de controladores biológicos para el manejo de langosta en la zona de Portoviejo, con un diseño de bloques completamente al azar con tres repeticiones. Los resultados mostraron que, el uso de químicos redujo el porcentaje de daños en la plantación al 6,47%.

Berlanga *et al.* (2016), evidencia que el uso de hongos entomopatógenos general alta eficacia sobre el manejo de plagas en las plantaciones de la zona de estudio, siendo una alternativa positiva y amigable con el medio ambiente.

1.2. Bases teóricas

1.2.1 Generalidades del arroz

La variedad *Oryza* por lo general presenta 23 especies, siendo solo dos las que son cultivadas, una de ellas es la *Oryza sativa*, proviene de Asia y la otra especie se denomina *Oryza glaberrima*, la cual viene de la delta del río Níger, que se encuentra en África. Las otras 21 variedades se las conoce por ser silvestres (Junco, 2020).

El arroz es cultivado en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales a nivel mundial, por lo que se la considera como la región de Asia con más aportación si se habla de térmicos productivos, siendo el 90% de la productividad de todo el mundo, posterior a África y Latinoamérica como los productores de mayor relevancia (Cedeño, y otros, 2018).

1.2.2 Origen e importancia del arroz

Se cree que el cultivo de arroz es procedente del sector oriental de Asia, extendiéndose hasta las zonas trópicas o subtrópicas. Hay una gran cantidad de tipos de arroz, sin embargo, casi todas son consideradas como variedades salvajes (Alarcón, 2016).

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) se lo conoce por ser altamente consumido posterior al trigo por parte de todas las personas en todo el mundo, y es de alta relevancia debido a que es cultivado en aproximadamente 113 países, a excepción de la Antártida y debido a la cifra de personas que consumen este cultivo, se lo considera como la base nutricional de un tercio de la población (Ube, 2020).

Dentro del país, el arroz se considera como el sustento más importante si se habla de economía, esto debido a la alimentación diaria de las personas, hay alrededor de 360.000 hectáreas en la Costa, en donde el 95% del sector cultivado está en la provincia del Guayas y en Los Ríos (Acosta, 2018).

1.2.3 Especie *Spodoptera frugiperda*

Esta plaga generalmente se la denomina la langosta del arroz, es un insecto que genera deterioros y pérdidas en la economía si no se maneja con anterioridad, para impedir un ataque de esta enfermedad hay muchos métodos de monitoreo, esto de acuerdo con el grado de perjuicio en que se encuentre la planta (Botto, 2017).

Normalmente se la conoce como cogollero. Las larvas tienen 5 estados de desarrollo, por lo que cuando se encuentran en su magnitud máxima, se vuelven más peligrosas. Su mayor consumo se da en las hojas del cultivo e intervienen en forma de trazadores de plantas, lo que ocasiona una reducción de los cultivos de arroz.

1.2.3.1. *Biología de S. frugiperda*

Se encarga de parasitar los huevos a partir de su preparación. Presentan trampas de feromonas que reducen la cantidad de adultos machos existentes. Se da la erradicación de malezas y destroza los desechos de cosechas pasadas. Su umbral de acción tiene un valor general del 30 % del sector foliar incidido, y se examina los componentes climáticos, el riego y otras mediciones de control.

1.2.3.2. *Monitoreo de S. frugiperda*

Para un buen control contra la *S. frugiperda* es imprescindible efectuar registros acerca de la temporada de llegada de esta plaga al cultivo, el aumento de las personas con respecto al crecimiento de las plantas. Este tipo de registros deben llevarse a cabo en un período de alrededor de dos o tres veces a la semana (Flores *et al.*, 2021 y Moreira, 2020).

1.2.4. *Características de S. frugiperda*

El macho puede llegar a medir de 25 a 30 mm. Presentan alas en la parte posterior con una tonalidad blanca, lo cual lo hace diferenciarse de la hembra. En el cultivo de arroz pueden ser colocados hasta 627 huevos. Las larvas por lo general están puestas como un "U" en el huevo y demoran en salir al exterior aproximadamente 11 minutos.

La masa de los huevos de esta plaga se categoriza con respecto a la condición de crecimiento que tenga en el proceso de recolección, pudiendo diferenciarse gracias a su diversidad de colores de acuerdo a su tiempo, oscilando de verde pálido, hasta crema o negro. De esta manera se puede identificar de una mejor manera el estado de crecimiento de la plaga.

Las larvas que recién nacen suelen alimentarse de la parte externa del follaje lo cual genera un deterioro en las hojas y un lado de su epidermis, consiguiendo que su otra parte permanezca ilesa. Por lo general, los huevos son colocados en secciones de hasta 100 larvas.

Una vez han obtenido su desarrollo más potente, pueden llegar a medir de hasta 34 a 44 mm de extensión, esta etapa denominada pupa tiene un lapso de alrededor de siete a 10 días. Los adultos se vuelven mariposas de coloración pardo moteado, con alas de hasta 35 mm (Meneses, 2008 p. 62).

1.2.5. Control de frugiperda

1.2.5.1. Control natural de *S. frugiperda*

Hay una incidencia en el manejo de *S. frugiperda* mediante tratamientos ecológicos, en el que trampas mixtas de luz LED's, las larvas de crisopas y los infectivos de nematodos efectúan un control de los adultos y tanto huevos como recién nacidos. Esto fue impuesto en el cultivo de maíz (Pérez *et al.*, 2019 y Malpica, 2015).

1.2.5.2. Control biológico de *S. frugiperda*

Esto consta de la actividad de enemigos contra las plagas o las malas hierbas. Hay hongos entomopatógenos con mayor relevancia en el manejo biológico. En el momento en que sus esporas contactan con la cutícula de insectos vulnerables, estas germinan y se desarrollan de manera directa por media de ella hacia la parte interna del cuerpo al que van a incorporarse (Ezeta *et al.*, 2018) y (Pérez y Vázquez, 2015).

1.2.5.3. Control químico de *S. frugiperda*

Par un manejo adecuado de esta plaga en los cultivos, se impone una sucesión de insecticidas que el productor puede encontrar con facilidad. Un insecticida primordial que es altamente usado para estos problemas es Lorsban, el cual tiene como ingrediente activo clorpirifos, que forma parte del conjunto químico de organofosforados (Tejeda *et al.*, 2016, p. 31).

1.2.6. Monitoreo y control

El control de esta plaga se efectúa por medio de un muestreo con el propósito de identificar masas de huevos o la aparición de larvas. Este tipo de control tiene que realizarse al menos dos veces a la semana y llevarlos a cabo por 50 días posterior a la emergencia. El muestreo se hace por medio de un análisis a alrededor de 50 plantas elegidas aleatoriamente (Ramírez, Hernández y Murillo, 2016 y Martínez, 2021) .

1.2.7. Nivel de daño de la langosta

El nivel 1, únicamente muerden la parte de la epidermis de la hoja sin llegar a dañarlas, lo que genera manchas transparentes que son llamadas “ventanitas”. El nivel 2, el proceso de defoliación que se da en hojas es prudente y puede empezar a notarse la aparición de aserrín o desechos.

Mientras, el nivel 3, Se dan deterioros en el cogollo intenso y comienza la aparición de larvas enormes y una cifra desproporcionada de desechos. Estos se alimentan de la lámina foliar lo que genera huecos no regulares, estas larvas se asientan en el cogollo con el fin de poder protegerse (Lezaun, 2021).

1.2.8. Posturas de huevos de cogollero

De acuerdo a la magnitud de deterioro de cogollero (en vegetativo) se menciona que, 0 = No hay daños, 1 = Deterioro ligero en la zona del parénquima de la hoja, pero no dejando algún hueco. Fase idónea para realizar un control. 3 = Deterioro prudente en el cogollo (se da la aparición de aserrín) y 4 = Deterioro desproporcionado en el cogollo que puede afectar a la vida de la planta, larvas enormes (cifra considerable de aserrín)

Daño nivel 1. En esta fase es recomendable efectuar un control, y es ideal debido a que la larva de cogollera se encuentra revelada, es decir que todavía no se profundiza, razón por la que es más sencillo de controlar. Sin embargo, en esta etapa es muy común que los agricultores la pasen por alto ya que no suelen estar acostumbrados al monitoreo de una vez a la semana.

Daño nivel 2. Se lo puede identificar debido a la presencia de "ventanitas" en las hojas de ciertas plantas. Esta particularidad se da por la ingestión de larvitas que acaban de nacer. Estas ventanitas determinan que las larvas recién nacidas se encuentran expuestas a cualquier insecticida que se les imponga.

Razón por la que el empleo de un piretroide con las dosificaciones adecuadas, o un regularizador de desarrollo, un carbónico o una conjunción de los mismos, van a consentir un manejo idóneo del inconveniente de las plagas, esto si se el aplique se le efectúa cuando el daño está recién en el primer nivel.

Daño nivel 3. Este es el nivel que suele ser más notado, puesto que se genera un deterioro más intenso y con más dificultad de encontrar una solución. Se dan daños significativos en las hojas y su cogollo, Las larvas presentan una magnitud considerable y existe una enorme cifra de aserrín y desechos que pueden taponar. Es complicado el empleo de insecticida debido al daño que está provocado (Lezaun, 2021).

En cualquier nivel se recomienda imponer dosificaciones adecuadas de aceite a su aplique, aun si es terrestre o aéreo, en apliques terrestres es imprescindible utilizar picos cono hueco, presión un poco más alto de lo normal.

1.2.9. Uso de drones en cultivos de ciclo corto para insectos plagas.

Hace un tiempo determinado, se comenzó a emplear trabajos de apliques fitosanitarios por medio de pulverizadores ubicados en drones, con el fin de obtener un mejor manejo de cualquier plaga o enfermedad que se pueda asentar en el cultivo de arroz, en parcelas de tamaño no tan grande, con un ingreso complicado o circulación destinada a la maquinaria agrícola (Planas de Martí, 2018, p. 10).

Según Pino (2019), dentro del mercado internacional existen una considerable cantidad de drones dirigidos a la agricultura, utilizándose con mayor regularidad los de multirrotor-cuadricóptero (pueden volar hasta 30 minutos con un alcance de 65 ha) y de ala fija (30 a 90 minutos y un alcance de 120 a 3.800 ha).

1.2.9.1. Características del dron a utilizar

AGRAS MG-1S incluye una sucesión de tecnologías, como un dispositivo de localización de radas que provee fiabilidad en el momento en que está volando. Este sistema está programado de tal manera que el operador es capaz de planear operaciones, gestionar vuelos y monitorizar el desempeño del dron (AGRAS MG-1S Series - DJI, 2021).

1.2.9.2. Modo de uso del dron en la aplicación del insecticida

Los artículos agrícolas que pueden ser usados pasan a través de una prueba de seguridad sanitaria, tales como los del artículo Micosplag WP, el cual ha efectuado el control de 200 variedades de insectos plaga, siendo su artículo sustentado y difundido por AGROCALIDAD (JWasociados, 2018).

1.2.10. Ficha técnica Micosplag

Este artículo presenta un agente biológico que funciona como protección para raíces y para el cultivo por la aparición de insectos plaga. La dosificación adecuada para el cultivo de arroz es de g/ha y es aconsejable imponer mezclado con algún herbicida. Se efectúa este proceso nuevamente cuando han pasado 30 días de germinación (Serfi, 2015 y Rodríguez *et al.*, 2014).

1.2.10.1. Eficacia y acción del micosplag WP

La actividad que tiene este artículo contra las plagas es precautoria, interviniendo en la población en la primera etapa de la plaga, la clase de aplique es a través de rociamiento foliar. Asimismo, es capaz de ser usado en conjunción con un insecticida, lo que genera un control más adecuado del insecto y haciendo que el efecto que tiene estos productos se haga más extenso (JWasociados, 2018).

1.2.11. Sustentabilidad del uso del dron en la aplicación de productos

La industria destinada a la protección de los cultivos piensa que utilizar drones para el aplique de artículos fitosanitarios es un método idóneo que puede ser de mucha ayuda para los agricultores. Los beneficios de este método abarcan una focalización más acertada al igual que una menor contaminación (García, 2021).

1.2.12. Modo de uso del dron en la aplicación del insecticida

Su empleo es a través de sistemas de GPS las cuales son capaces de definir caminos exactos y programar misiones de una forma eficaz, implementando cantidades adecuadas y así potencias sus resultados. Este método es altamente conveniente en sectores con acceso muy dificultoso (Aerocamaras, 2021).

1.2.13. Tamaño de la gota por aplicación

Este proceso consiste en saber de información de las implantaciones con buenos resultados, tratando de no conseguir algún problema por deriva, conociendo que los tamaños ideales para apliques agrícolas oscilan de entre 150 y 400 micrones. La magnitud de las gotas se categoriza de acuerdo a la norma S-572 de ASAE (Alltec BIO, 2019).

1.2.14. Variedad de arroz INIAP-IMPACTO

Esta clase de arroz presenta una elevada rentabilidad, una buena condición de su grano, siendo extra extenso y cristalino, con una prolongación de aproximadamente 8 mm estando descascarado, tiene un porcentaje de pilado mayor al 61 % y es muy agradable para el gusto de las personas.

1.2.14.1. Características agronómicas de INIAP-IMPACTO

Posee una capacidad productiva de 10/t/ha. Si se habla de su aguante estando en aire libre, es muy resistente a distintas plagas y enfermedades que pueden hallarse en el entorno. Tiene una fase vegetativa que oscila de entre 121 a 136 días, esto de acuerdo al período y sector de análisis. La extensión de su

panícula es mayor de 27 cm, y tiene buena tolerancia al acame. Su proceso de latencia dura de entre 4 a 6 semanas (INIAP, 2020).

1.3. Fundamento Legal

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA ARROZ RESOLUCIÓN 029

Que, mediante Memorando No. MAGAP-CIA-AGROCALIDAD-2015-000298-M, de 19 de febrero de 2015, el Coordinador General de Inocuidad de Alimentos informa al Director Ejecutivo, que la Coordinación General de Inocuidad de los Alimentos ha elaborado el Proyecto de Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Arroz, el cual ha sido validado y consensuado en varios talleres con los diferentes actores de esta cadena productiva, el mismo que queda autorizada mediante sumilla inserta en el documento; y, En uso de sus atribuciones legales que le confiere el Decreto Ejecutivo No. 1449, publicado en el Registro oficial No. 479 de fecha 02 de diciembre del 2008 y el Estatuto Orgánico de Gestión Organizacional por Procesos de AGROCALIDAD.

RESUELVE

Artículo 1.- Aprobar la “Guía de Buenas Prácticas Agrícolas para Arroz” documento que se adjunta como ANEXO a la presente Resolución y que forma parte integrante de la misma.

DISPOSICIONES FINALES

Primera.- De la ejecución de la presente Resolución encárguese al subproceso de Gestión de Inocuidad de Alimentos y a las Direcciones Distritales y Articulación Territorial de AGROCALIDAD.

Segunda.- La presente Resolución entrará en vigencia a partir de su suscripción, sin perjuicio de su publicación en el Registro Oficial.

GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS PARA ARROZ CAPÍTULO I DEL ÁMBITO DE OPERACIÓN Y OBJETIVO

Artículo 1.- DEL ÁMBITO DE OPERACIÓN.- Las disposiciones contenidas en la presente Guía Técnica son aplicables a las Unidades de Producción Agrícola donde se tiene establecido el cultivo de arroz o Unidades de Producción Agrícola que desean establecer este cultivo; también son aplicables a los procesos relacionados con: labores de campo, cosecha, poscosecha, transporte, almacenamiento e incluye la infraestructura, equipos, insumos agrícolas, agua, ambiente y el personal sometido a las regulaciones de este documento. Es de aplicación para los pequeños, medianos y grandes productores de arroz del país que se dediquen a la actividad solos o asociados. **Artículo 2.- DEL OBJETIVO.-** Establecer las especificaciones técnicas que deben ser consideradas en los procedimientos de Buenas Prácticas Agrícolas para Arroz, en todas sus etapas, orientadas a asegurar la inocuidad de los alimentos, la protección del ambiente y de la seguridad y bienestar de las personas que trabajan en la explotación, así como las comunidades que viven en sus cercanías. (Agrocalidad, 2015)

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1. Métodos

El método empleado en la presente investigación se basó en el planteamiento inductivo-deductivo y analítico-sintético y se empleó el método científico empírico experimental valorándose la efectividad de métodos de control en una plaga de los cultivos agrícolas, langosta (*S. frugiperda*), mediante la medición de algunas variables en respuesta.

2.2. Modalidad y tipo de investigación

La modalidad aplicada para el estudio fue tipo experimental mientras que el tipo de investigación empleado fue exploratorio, descriptivo y analítico.

2.2.1. Variables

2.2.1.1. Variable independiente

Controladores biológicos:

hongo entomopatógeno producto, Micosplag

2.2.1.2. Variables dependientes

En este caso, las variables dependientes fueron las respuestas a la aplicación del complejo de hongos entomopatógenos para controlar *S. frugiperda* en arroz. Estas variables se han subdividido y se indican a continuación:

- Efecto en la plaga: conteo de larvas y huevos por planta.
- Efecto en el cultivo: macollos afectados, altura de planta, peso de 1000 granos y rendimiento.

La operacionalización de variables se observa en la tabla 1.

Tabla 1. Operacionalización de las variables dependientes

Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Efecto en plaga	Se procedió a la recolección de datos de las variables, según la vista microscópicas, luego la información obtenida fue ingresada en el programa de Excel y se realizó el análisis respectivo por cada dimensión.	Población de larvas	Larvas/planta	Cuantitativa	Laboratorio de entomología CUM
		Población de huevos	Huevos/planta	Cuantitativa	Laboratorio de entomología CUM
Efecto en cultivo	Se valoró la incidencia del insecto en relación a los macollos, peso del grano en gramos y el rendimiento.	Efecto en los daños de macollos	Macollos afectados/total de macollos	Cuantitativa	Excel, cálculo de las formulas
		Efecto en el crecimiento	Altura de planta	Cuantitativa	Excel, cálculo de las formulas
		Efecto en la producción	Peso de 1000 granos	Cuantitativa	Excel, cálculo de las formulas
			Kg/ha	Cuantitativa	Excel, cálculo de las formulas

Elaborado por: Sares, 2022

2.3. Métodos de recolección de datos

Larvas por planta:

Se tomaron 30 plantas al azar de cada unidad experimental para el conteo de larvas, se llevó al laboratorio para su debida observación. Esta evaluación fue realizada a los 20 y 50 días después de la primera aplicación.

Huevos por planta

Se procedió a observar la presencia de huevos del insecto en 30 macollos por cada planta, a los 40 y 60 días después de la primera aplicación.

Macollos afectados

Esta variable fue definida bajo el conteo aleatorio de macollos/m² de cada área experimental; en los cuales se observó la presencia de daño por parte de *S. frugiperda* y se reportó el dato en unidad porcentual como incidencia.

Para este caso, la expresión a utilizada fue la siguiente:

$$Incidencia = \frac{100 \times \text{Macollos afectados}}{\text{Total de macollos recolectados}}$$

La medición de macollos afectados se procedió a realizar después de la tercera aplicación del producto.

Altura de planta (cm)

La altura de planta se reportó en función a las 30 plantas evaluadas anteriormente, seleccionadas aleatoriamente en el área experimental de cada parcela, en la etapa de floración. Este dato permitió calcular la media de las unidades de muestreo seleccionadas, cuya medida se expresó en centímetros desde el nivel del suelo hasta el ápice de la panícula floral, con el uso de un flexómetro.

Peso de 1000 granos (g)

Esta variable se midió al momento de la cosecha, seleccionando de forma aleatoria 1000 granos de arroz en cáscara en cada una de las unidades de muestreo de cada parcela. Esta medición se desarrolló por triplicado, con el uso de una balanza digital en unidades de 0.1 gramos, previo ajuste por humedad al 15%.

Rendimiento (%)

Para el reporte de esta variable se consideró 4 m² de la parte central del área útil de cada unidad de muestreo, cuya cosecha de granos en cáscara se expresó en kilogramos. Al final el resultado se extrapolaró y se reportó en kg/ha, previo ajuste al 15% por contenidos de humedad.

Para el ajuste del peso en estas dos últimas variables se utilizó un medidor digital de humedad y la expresión que se indica a continuación:

$$P_{aj} = \frac{P(100 - H_i)}{100 - H_f}$$

En esta expresión, P_{aj} es el peso ajustado de la muestra, H_i es la humedad inicial (%) y H_f es la humedad final o ajustada (%).

Adicionalmente se consideró el tamaño de la gota por aplicación

Se utilizó tarjetas hidrosensibles de medición de tamaño de gota por cm², luego se ingresó los datos por medio de la fotografía a la aplicación (Card Reader app), Este valor reportó la cantidad de gotas que se ha aplicado con el dron, conociéndose así la mejor cobertura de la gota en la aplicación del producto.

2.4. Población y muestra

El proyecto se llevó a cabo en la hacienda “García” del recinto Caimital en la parroquia Taura del cantón Yaguachi, en un sitio de coordenadas UTM 2°23'03.7"S 79°39'16.9"W. La población se circunscribió a las 20 unidades de

muestreo que integró el ensayo, desde donde se obtuvo los datos; todo ubicado dentro de un lote de 1440 m².

2.5. Diseño experimental

Tomando en consideración el método de aplicación de los tratamientos, el cual fue por vía foliar mediante dron, este ensayo se planteó su realización en un lote dividido en cuatro bloques no aleatorizados, cada uno de ellos asignado a cada tratamiento, tal como puede observarse en el Anexo 1. No obstante, la selección de unidades de muestreo se realizó completamente al azar dentro de cada bloque, definiendo un total de cinco de ellas para cada uno. Cada bloque tuvo un ancho de 12 m y una longitud de 30 m, mientras que cada unidad de muestreo fue un cuadrado de 3.0 m de lado. El área total del ensayo fue 1440 m².

2.6. Tratamientos a evaluarse

Para este ensayo se consideró cuatro tratamientos. Tres de ellos fueron tres dosis del producto comercial “Micosplag”, el cual contiene un complejo de hongos entomopatógenos adicionado con sales potásicas Micosplag en polvo. El cuarto tratamiento correspondió a un testigo absoluto (sin control) que fue establecido como referencia para magnificar el ataque del insecto.

Tabla 2. Tratamientos a utilizar

N.º	Tratamiento	Dosis /ha	Cantidad de agua	Días de aplicación
1	Micosplag	100% (15g)/	0,36 cc	1 - 15 - 45
2	Micosplag	80% (12g)	0,36 cc	1 - 15 - 45
3	Micosplag	60% (9g)	0,36 cc	1 - 15 - 45
4	Testigo	0%	0	0

Elaborado por: Sares, 2022

El producto es polvo soluble, en dosis de (15g, 12g y 9g) en mezcla con agua, de acuerdo a cada tratamiento, se colocó el líquido en el tanque del dron, con la boquilla adecuada para este tipo de producto, en este caso es el cono jet TXVK.

El dron se calibró con el mando control, se ingresó a la configuración del mando con el tipo de boquilla que se utilizó y se procedió a buscar la opción

calibrar bombas para su respectivo procedimiento, para el efecto se ingresó 2 litros de agua para la bomba 1, luego se desechó los dos litros se procedió a hacer lo mismo para la bomba 2. Después de esto se colocó el producto en el tanque del dron y se procedió a encenderlo y se realizó el despegue hasta el lugar del ensayo.

Antes del proceso se debió colocar las tarjetas hidrosensibles grapadas en la hoja de cada unidad de muestreo, (5 unidad por tratamiento). Luego fueron recogidas las tarjetas de fotografías, fue ingresado al sistema de evaluación del tamaño de la gota y cantidad de gota por cm².

2.7. Manejo del experimento

La siembra del cultivo de arroz se realizó por trasplanta con semilla certificada, variedad INIAP IMPACTO, bajo las siguientes labores culturales:

Preparación del terreno

El terreno se preparó con un pase de romplow, bajo el sistema de inundación y luego se fangueo con rotavator, fue vaciado el agua, dejando pasar 20 días para el trasplante.

Germinación de la semilla

Se dejó en una tina con agua durante 24 horas para luego sacarla y taparla por otras 24 horas para su germinación.

Siembra por trasplante

El terreno permaneció con 5 cm de agua para iniciar la siembra, el trasplante fue ejecutado de forma manual con cinco plantas por punto en una distancia de 0.25 cm x 0,25 cm.

Riego

El tipo de riego fue por inundación.

Control de maleza

Se llevó a cabo a los 12 días bajo un control químico.

Fertilización

Después de cinco días de haber aplicado el herbicida, fue fertilizado a los 15, 30 y 45 días de edad del cultivo.

Manejo de insectos plaga

El uso del Micosplag fue al follaje con la ayuda del dron, bajo la técnica foliar después de la siembra en campo, las frecuencias de aplicación son a los 15, 30 y 45 días después del trasplante

Cosecha

Al culminar la fase de maduración fisiológica del cultivo se cosechó la gramínea, donde se calculó el porcentaje de humedad de los granos al 15% de humedad.

2.8. Estadística inferencial

La evaluación estadística de los datos se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA) y el test de Tukey como prueba de comparación de medias. Estos análisis se realizaron al 5% de error tipo (alfa) con la versión estudiantil del software Infostat. Es preciso indicar que, debido al efecto confundido de tratamientos con bloque, se seleccionó un lote que sea homogéneo, además de valorar el submuestreo para separar los residuos aleatorios; de allí que el modelo de ANOVA que se aplicó fue detallado en la tabla 3.

Tabla 3. Análisis de varianza para el análisis de las variables del ensayo.

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total (trs-1)	59
Tratamientos (t-1)	3
Error experimental t(r-1)	16
Error de muestreo tr(s-1)	40

Elaborado por: Sares, 2022

RESULTADOS

Descripción del efecto del uso del dron en la eficiencia de los biocontroladores sobre la langosta en el cultivo de arroz.

Número de larvas por planta

La evaluación estadística del número de larvas por planta observada en la Tabla 4 indica que, en la primera evaluación no existe significancia entre los tratamientos a base se Micosplag, existiendo un valor que oscila entre 36 a 41 larvas por plantas. Mientras, en la segunda evaluación realizada, este número de larvas decae a valores que oscilan entre 12 a 24 larvas. A diferencia del testigo que presentó 59 larvas promedio a los 50 días evaluados. El coeficiente de variación fue 7,83% a los 20 días y 11,09% a los 50 días.

Tabla 4. Evaluación del número de larvas/planta

Tratamientos	20 días	50 días
T1: Micosplag (100%)	36,00 a	12,00 a
T2: Micosplag (80%)	41,00 a	23,00 b
T3: Micosplag (60%)	40,00 a	24,00 b
T4: Testigo (0%)	49,00 b	59,00 c
CV (%)	7,83	11,09

Elaborado por: Sares, 2022

Número de huevos por planta

La evaluación estadística del número de huevos por plantas que se observa en la Tabla 5, indica que a los 40 días evaluados el menor número de huevos fue dado por el tratamiento con el 100% de Micosplag (241 huevos), mientras, el testigo generó el valor más alto (380 huevos). De la misma manera, en la segunda evaluación (60 días), el número de huevos se redujo a 79 huevos promedio para el tratamiento 1 y aumentó a 359 huevos para el testigo. El coeficiente de variación fue 23,36% a los 40 días y 34,05% a los 60 días.

Tabla 5. Evaluación de huevos/planta

Tratamientos	40 días	60 días
T1: Micosplag (100%)	241 a	79 a
T2: Micosplag (80%)	279 ab	77 a
T3: Micosplag (60%)	266 ab	80 a
T4: Testigo (0%)	380 b	359 b
CV (%)	23,36	34,05

Elaborado por: Sares, 2022

Determinación de la población del hongo entomopatógeno en el control de la plaga de la langosta del cultivo de arroz.

Macollos afectados

En la Tabla 6 se observa la valoración estadística de la incidencia de daños por el insecto *S. frugiperda* en los macollos del cultivo de arroz, donde indica que los tratamientos a base de Micosplag (Hongos entomopatógenos) genera un bajo promedio de daños que varía entre el 13% y 14%. A diferencia del testigo que su incidencia fue alta con el 43%. El coeficiente de variación fue 23,61%.

Tabla 6. Evaluación de incidencia (%)

Tratamientos	Promedios
T1: Micosplag (100%)	13 a
T2: Micosplag (80%)	13 a
T3: Micosplag (60%)	14 a
T4: Testigo (0%)	43 b
CV (%)	23,61

Elaborado por: Sares, 2022

Altura de planta (cm)

En la Tabla 7 se indica la evaluación estadística de altura de planta de arroz, donde no muestran diferencias significativas entre los tratamientos en estudio. El promedio más alto fue dado por el tratamiento 1 a base de Micosplag (100%) con 150,20 centímetros de altura, mientras, el tratamiento 4 comprendido por el testigo generó el valor más bajo con 141,80 centímetros promedio. El coeficiente de variación fue 5,16%.

Tabla 7. Evaluación de altura de planta (cm)

Tratamientos	Promedios
T1: Micosplag (100%)	150,20 a
T2: Micosplag (80%)	147,20 a
T3: Micosplag (60%)	145,80 a
T4: Testigo (0%)	141,80 a
CV (%)	5,16

Elaborado por: Sares, 2022

Peso de 1000 semillas (g)

El análisis estadístico del peso de 1000 semillas de arroz genera significancia, considerándose al tratamiento 1 comprendido por Micosplag (100%) con el promedio más alto 36,52 gramos, mientras, el tratamiento 4 comprendido por el testigo generó el promedio más bajo del peso con 27,62 gramos. El coeficiente de variación fue 6,50%.

Tabla 8. Evaluación del peso de 1000 semillas (g)

Tratamientos	Promedios
T1: Micosplag (100%)	36,52 a
T2: Micosplag (80%)	29,68 b
T3: Micosplag (60%)	28,56 b
T4: Testigo (0%)	27,62 b
CV (%)	6,50

Elaborado por: Sares, 2022

Rendimiento (kg/ha)

La valoración estadística del rendimiento del cultivo de arroz genera significancia, siendo el tratamiento 1 comprendido por Micosplag (100%) el tratamiento con el promedio más alto 11942,04 kg/ha, mientras, el tratamiento 4 comprendido por el testigo alcanzó un valor de producción 9030,43 kg/ha. El coeficiente de variación fue 6,88%.

Tabla 9. Evaluación del rendimiento del cultivo (kg/ha)

Tratamientos	Promedios
T1: Micosplag (100%)	11942,04 a
T2: Micosplag (80%)	10290,70 b
T3: Micosplag (60%)	10125,12 b
T4: Testigo (0%)	9030,43 b
CV (%)	6,88

Elaborado por: Sares, 2022

Relación beneficio costo del uso del dron en los tratamientos utilizados

Análisis beneficio costo

El análisis beneficio costo que se observa en la Tabla 10 se compone por el rendimiento del cultivo, costos de producción (fijo y variables), ingreso bruto, beneficio neto y costo. Observándose, en el tratamiento 1 comprendido por Micosplag (100%) el valor más alto del beneficio costo \$2,05; dicho valor es rentable para el agricultor. Mientras, los demás, tratamientos presentaron una rentabilidad que oscila entre \$1,45 y \$1,64.

Tabla 10. Análisis de la relación beneficio costo de los tratamientos

COMPONENTES	T1: Micosplag (100%)	T2: Micosplag (80%)	T3: Micosplag (60%)	T4: Testigo (0%)
Rendimiento Kg/ha	11942,04	10290,706	10125,12	9030,43
Costo fijo (\$)	3500	3500	3500	3500
Costo Variable (\$)	225	200	175	0
Costo Total	3725	3700	3675	3500
Ingreso Bruto (\$)	11344,94	9776,17	9618,86	8578,91
Beneficio Neto (\$)	7619,94	6076,17	5943,86	5078,91
Relación BENEFICIO/COSTO	2,05	1,64	1,62	1,45

Elaborado por: Sares, 2022

DISCUSIÓN

De acuerdo al primero objetivo se describió el efecto del uso del dron en la eficiencia de los biocontroladores sobre la langosta en el cultivo de arroz, donde se evidenció que, en la primera evaluación no existe significancia entre los tratamientos a base de Micosplag, existiendo un valor que oscila entre 36 a 41 larvas por plantas. Mientras, en la segunda evaluación realizada, este número de larvas decae a valores que oscilan entre 12 a 24 larvas. Con respecto a los huevos encontrados por plantas se observó en la primera evaluación una cantidad de 241 huevos y a los 60 día redujo su presencia a 79 huevos promedio con el uso del Hongos entomopatógenos (100%).

Ríos *et al.*, (2020), muestra que el manejo biológico a base de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* alcanzan alta eficacia en el manejo de insectos plaga en los cultivos de importancia. Así, Estrada (2019), pudo asegurar que los organismos entomopatógenos alcanzan una mortalidad del casi 100% sobre las larvas de *Spodoptera frugiperda*. Y por su parte, Russo (2017), comentó que el uso de hongos entomopatógenos disminuyó la presencia de larvas de *S. frugiperda*, lo cual redujo su incidencia.

El segundo objetivo determinó la mejor población del hongo entomopatógeno en el control de la plaga de la langosta del cultivo de arroz, donde indica que los tratamientos a base de Micosplag (Hongos entomopatógenos) genera un bajo promedio de daños que varía entre el 13% y 14%. Además, con respecto a la producción, la dosis más alta de hongos entomopatógenos (Micosplag 100%), generó el valor más alto del peso de 1000 granos de arroz (36,52 gramos) y su productividad alcanzó 11942,04 kg/ha de rendimiento.

Acupeña (2021), corrobora que el uso de entomopatógenos puede disminuir la severidad del insecto hasta el 1% si las condiciones son propicias. Por otro lado, Mendoza y Toledo (2019), mencionan la importancia de los hongos entomopatógenos que presentan alta eficacia en el manejo de insectos, y reduce el 92,17% de severidad con baja incidencia en el cultivo. También, Muñoz *et al.*, (2017) manifiestan que los hongos entomopatógenos reducen el porcentaje de daños en la plantación al 6,47%.

Analizada la relación beneficio costo del uso del dron en los tratamientos utilizados, fue visto que, el tratamiento 1 comprendido por Micosplag (100%), generó el valor más alto del beneficio costo \$2,05; siendo rentable para el agricultor. Mientras, los demás, tratamientos presentaron una rentabilidad que oscila entre \$1,45 y \$1,64.

Siendo corroborado por, Barraza *et al.*, (2019), donde destacan que el uso de dron es una alternativa viable para el agricultor, el cual realiza aplicaciones específicas sin desperdiciar insumos, esto abarata costos y se vuelve rentable para el agricultor. También, Garzón y Luque (2018), están de acuerdo, debido que en su ensayo concluyeron que los drones elevan la productividad y es una alternativa rentable para el agricultor.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- ✓ El uso del dron para la aplicación de biocontroladores es eficiente en el manejo de insectos plaga en el cultivo de arroz, en vista que abarca un área específica sin desperdiciar el insumo empleado.
- ✓ El complejo de microorganismo entomopatógenos (Micosplag al 100%) redujo la presencia de larvas y huevos en las plantas de arroz, además, disminuyó la incidencia de *S. frugiperda* al 13%.
- ✓ La dosis más alta de Micosplag aplicado con drones generó mayor productividad en el cultivo de arroz (11942,04 kg/ha) y generó el valor más alto del beneficio costo con \$2,05; siendo rentable para el agricultor.

RECOMENDACIONES

- ✓ Utilizar diferentes dosis de microorganismos entomopatógenos en el manejo de langosta (*Spodoptera frugiperda*), para comprobar su eficacia en reducir la presencia de huevos y larvas en las plantas.
- ✓ Utilizar en las aplicaciones de biocontroladores los drones de fumigación, en vista que no desperdician producto y son configurados para la aplicación del insumo en áreas específicas sin afectar al medio ambiente.
- ✓ Incentivar a los pequeños y medianos productores la importancia del uso de microorganismos entomopatógenos para reducir la presencia de insectos plaga y el beneficio de los drones en la agricultura, disminuyendo gastos innecesarios al agricultor.

BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, E. (2018). *Influencia de las fases lunares en la incidencia de insectos plagas y producción en el cultivo de arroz Oryza sativa L.* Universidad de Guayaquil . Guayas: UG. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29455>
- Acupeña, G. (2021). *Alternativa ecológica para el manejo de la cochinilla (Pseudococcidae sp.) en el cultivo de banano (Musa paradisiaca AAA) Cañar.*
- Aerocámaras. (2021, mayo 22). Drones para fumigar: Todo lo que debes saber. *Aerocamaras Especialistas en Drones*. <https://aerocamaras.es/drones-para-fumigar/>
- AGRAS MG-1S Series - DJI. (2021). *Características del dron agrícola*. <https://www.dji.com/mg-1s>
- Agrocalidad (2015). Guía de buenas prácticas agrícolas para arroz resolución 029. Recuperado de <https://agroecuador.org/images/pdfs/buenaspracticas/agric/Guia-de-BPA-para-Arroz.pdf>
- Alarcón, A. (2016). *Respuesta del cultivo de arroz (oryza sativa l) a la aplicación de tres dosis de evergreen y biosil, en condiciones de secano en la zona de Mocache*. Universidad Técnica de Quevedo. Los Ríos: UTEQ. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1639>
- Alltec BIO. (2019, marzo 3). FITOSANITARIOS; el tamaño de las gotas lo es todo. *Alltec BIO*. <https://alltecbio.com/fitosanitarios-y-el-tamano-de-las-gotas/>
- Barraza, J. A., Espinoza, E. J., Espinos, A. G., & Serracin, J. (2019). Agricultura de precisión con drones para control de enfermedades en la planta de arroz. *Revista de Iniciación Científica*, 5, 41-47. <https://doi.org/10.33412/revric.v5.0.2368>
- Berlanga-Padilla, A. M., Ayala-Zermeño, M. Á., Gallou, A., Serna-Domínguez, M. G., Montesinos-Matías, R., Arredondo-Bernal, H. C., Berlanga-Padilla, A. M., Ayala-Zermeño, M. Á., Gallou, A., Serna-Domínguez, M. G., Montesinos-Matías, R., & Arredondo-Bernal, H. C. (2016). Identificación de *Lecanicillium longisporum* asociado a *Melanaphis sacchari* (Hemíptera: Aphididae), en sorgo. *Revista mexicana de micología*, 44, 51-54.

- Botto, A. (2017). *Influencia del uso de tierras diatomeas en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) ante el ataque de (Spodoptera frugiperda)*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/4118>
- Campos, Z., Manuel, C., & Campos, Z. (2019). *Manejo orgánico de Oriza sativa L. en Limoncarro, Pacasmayo, La Libertad*. 65.
- Cedeño, J., Cedeño, G., Alcívar, J., Chávez, J., Cedeño, F., Cedeño, G., & Constante, G. (2018). Incremento del rendimiento y calidad nutricional del arroz con fertilización NPK complementada con micronutrientes. *Scientia Agropecuaria*, 9(4), 503 – 509. Obtenido de http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172018000400005&script=sci_arttext
- Cieri E. G. (2017). Nueva alternativa para el control biológico de Spodoptera frugiperda en maíz con el hongo endófito Beauveria bassiana [Universidad Nacional de La Plata]. In *Tesis de postgrado*. <https://drive.google.com/file/d/1ylsry4Yb73kfgepdc01G5Qgttb2zgkPt/view>
- Estrada, M. E. E. (2019). Utilización de hongos entomopatógenos para el control biológico de artrópodos plagas agrícolas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(1), 134-139.
- Ezeta J., García O., G. F. (2018). Evaluacion del control biologico de Spodoptera frugiperda en el cultivo de maiz. *Journal of Science and Research*, 3(11), 18. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3iss11.2018pp18-23p>.
- Flores Q. R., Castillo C. P., S. A. J. (2021). Influencia de la alimentación con hoja de arroz (Oryza sativa L .) en la biología de Spodoptera frugiperda (J . E . Influence of feeding with rice leaf (Oryza sativa L .) on the biology. *Manglar*, 18(2), 103–109. <http://erp.untumbes.edu.pe/revistas/index.php/manglar/article/view/230/353>
- Franco, M., & Martillo, A. (2018). *Course Drone: Implementación de un sistema de navegación para drones multipropósito por medio de una aplicación desarrollada con tecnologías y herramientas open source*. 140.
- García, G. (2021, febrero 15). *Uso de drones en la agricultura ofrece importantes beneficios al campo*. The Food Tech. <https://thefoodtech.com/seguridadalimentaria/uso-de-drones-en-la-agricultura-beneficios-para-el-campo/>

- Garzón, J. M., & Luque, F. (2018). Implementación de drones para incrementar la productividad en el agro colombiano. *Colegio de Estudios Superiores de Administración –CESA*, 72.
- Guevara B. M., Meza L. A., Esquivel S. E., Arias A. D., Tapia A. A., M. M. F. (2020). Uso de vehículos aéreos no tripulados (VANTs) para el monitoreo y manejo de los recursos naturales: una síntesis. *Revista Tecnología En Marcha*, 33, 77–88. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i4.4528>
- INIAP. (2020, enero 23). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias – INIAP*. <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/>
- Junco, S. (2020). *Manejo agronómico del cultivo de arroz (Oryza sativa) mediante Sistema Intensivo o SRI*. Universidad Técnica de Babahoyo . Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/8369>
- JWasociados. (2018, abril 20). *Uso de la biotecnología para el manejo de nematodos e insectos plaga*. jw asociados. <http://jwasociados.com.ec/usode-biotecnologia-en-el-manejo-de-nematodos-e-insectos-plaga/>
- Lezaun, J. (2021, julio 19). *Gusano cogollero*. CropLife Latin America. <https://www.croplifela.org/es/plagas/listado-de-plagas/gusano-cogollero>
- Malpica V. A. (2015). Actitud de productores de maíz para el uso de *Metarhizium anisopliae* en el control de *Spodoptera frugiperda*, con propuesta de transferencia de tecnología. *Tesis Doctoral*, 195. http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/256/Sanchez_Borja_M_DC_Fitosanidad_2010.pdf?sequence=1
- Martínez. (2021, febrero). *FICHA TÉCNICA Gusano cogollero Spodoptera frugiperda (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)*. <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:LO7WYrgBpAkJ:>
- Mendoza, J., & Toledo, J. (2019). *El uso de agentes biológicos para el control de Frankliniella occidentalis (Pergande) en el cultivo de pepino (Cucumis sativus L.)*. 24.
- Meneses, R. (2008). *Manejo Integrado de los principales insectos y acaros plagas del arroz—[PDF Document]*. Instituto de Investigaciones del Arroz. <https://fddocuments.ec/document/manejo-integrado-de-los-principalesinsectos-y-acaros-plagas-del-arroz.html>

- Moreira, L. (2020). *Determinación del ciclo de vida del gusano cogollero (Spodoptera frugiperda), y el barrenador del tallo (Diatraea saccharalis), de maíz en condiciones controladas.* <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/6061>
- Muñoz Conforme, X. C., Comboza Quijano, W. F., Lara Obando, E. J., Mendoza García, M. V., Mejia Zambrano, N. N., Lopez Mendoza, J. C., & Moran Sanchez, N. L. (2017). Insecticidas biológicos para el control de Spodoptera frugiperda Smith, su incidencia en el rendimiento. *Centro Agrícola*, 44(3), 20-27.
- Ouedraogo, R. M., Cusson, M., Goettel, M. S., & Brodeur, J. (2003). Inhibition of fungal growth in thermoregulating locusts, Locusta migratoria, infected by the fungus Metarhizium anisopliae var acridum. *Journal of Invertebrate Pathology*, 82(2), 103-109. [https://doi.org/10.1016/S0022-2011\(02\)00185-4](https://doi.org/10.1016/S0022-2011(02)00185-4)
- Perez, C., & Cuevas, A. (2018). *Muestreo de insectos y daños en el cultivo del arroz en Colombia.* PDF. <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/muestreo-insectos-danoscultivo-t32480.htm>
- Pérez, E., Neira, M., & Calderón, C. (2019). Alternativas ecológicas en el control de Spodoptera frugiperda (Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz amarillo duro. *Scientia Agropecuaria*, 10(4), 541-550. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2019.04.11>
- Pérez, H., & Rodríguez, I. (2019). *Manejo Integrado De Los Principales Insectos Plaga Que Afectan El Cultivo De Arroz En Ecuador*. 09, 53-61.
- Perez, N., & Vázquez, L. (2001). *Manejo ecológico de plagas. En: Transformando el campo cubano. Avances de la Agricultura Sostenible.* (pp. 191-223).
- Pilaloa D. W., Alvarado A. A., P. C. E. (2017). Reducción de la fertilización edáfica con aplicación de fertilizantes foliares en cultivo de arroz. *Desarrollo Local Sostenible*, 10. <https://www.eumed.net/rev/delos/29/fertilizacion-arroz.zip>
- Pino V., E. (2019). Los drones una herramienta para una agricultura eficiente: Un futuro de alta tecnología. *Idesia (Arica), ahead*, 0-0. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292019005000402>
- Planas de Martí, S. (2018). Agricultura de precisión y protección de cultivos. *Revista de Ingeniería*, 47, 10-19. <https://doi.org/10.16924/revinge.47.3>

- Ramírez C: A. (2016). "Evaluación de bioinsecticidas para el control del gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda*, en condiciones de laboratorio". In *Tesis*. <http://www.scielo.org.mx/pdf/hbio/v13n2/v13n2a1.pdf>
- Rampoldi, A. (2017). *Control microbiano de la chinche de la panoja del arroz: Oebalus poecilus (Dallas, 1851), mediante el empleo de hongos entomopatógenos*. 101.
- Ríos, R., Vargas-Flores, J., Sánchez-Choy, J., Oliva-Paredes, R., Alarcón-Castillo, T., Villegas, P., Silva, R. R. D., Vargas-Flores, J., Sánchez-Choy, J., Oliva-Paredes, R., Alarcón-Castillo, T., & Panduro, P. P. V. (2020). *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* como controladores compatibles y eficientes de insectos plaga en cultivos acuapónicos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 419-426. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.14>
- Rodríguez A, U., Rodríguez V. I., Ojeda C. M., Galindo V. E., L. G. R. (2014). Eficacia de la mezcla de dos cepas de *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) para el control de *Rhipicephalus microplus* en infestaciones naturales en bovinos. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17, 223–229.
- Rodríguez D. I., Pérez I. H., S. C. A. (2018). Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 95–108. <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/169>
- Russo, M. L. (2017). *Hongos entomopatogénos: Colonización endofítica y control de insectos plaga en cultivos agrícolas* [Tesis, Universidad Nacional de La Plata]. <https://doi.org/10.35537/10915/60311>
- Segura, C. A. (2021). Estudio de factibilidad del uso de drones para la fumigación en el cultivo de arroz en Daule [Universidad Técnica de Cotopaxi]. In *Tesis*. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53220>
- Serfi. (2015, abril 14). *Micosplag®- insecticida biológico estandarizado a base de esporas*. Serfi. <http://serfi.biz/product/micosplag/>
- Tejeda, M., Solis, F., Díaz-Nájera, J., Peláez Arroyo, A., Ayvar-Serna, S., & MenaBahena, A. (2016). Evaluación de insecticidas en el control de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* J. E. Smith (Lepidóptera: Noctuidae) en maíz en Cocula, Guerrero. *ENTOMOLOGÍA MEXICANA*, 3, 391-394.

- Téllez-Jurado, A., Cruz Ramírez, M. G., Mercado Flores, Y., Asaff Torres, A., & Arana-Cuenca, A. (2009). Mecanismos de acción y respuesta en la relación de hongos entomopatógenos e insectos. *Revista mexicana de micología*, 30, 73-80.
- Torres T. L., Espinel C. C., S. D. A. (2020). Hospederos alternativos y estandarización de métodos para evaluar la actividad biocontroladora de micoinsecticidas. *Revista Colombiana de Entomología*, 46(2), e7678. <https://doi.org/10.25100/socolen.v46i2.7678>
- Ube, S. (2020). *Importancia del Magnesio como macroelemento para el desarrollo y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Universidad Técnica de Babahoyo . Los Ríos: UTB. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/7273>

ANEXOS

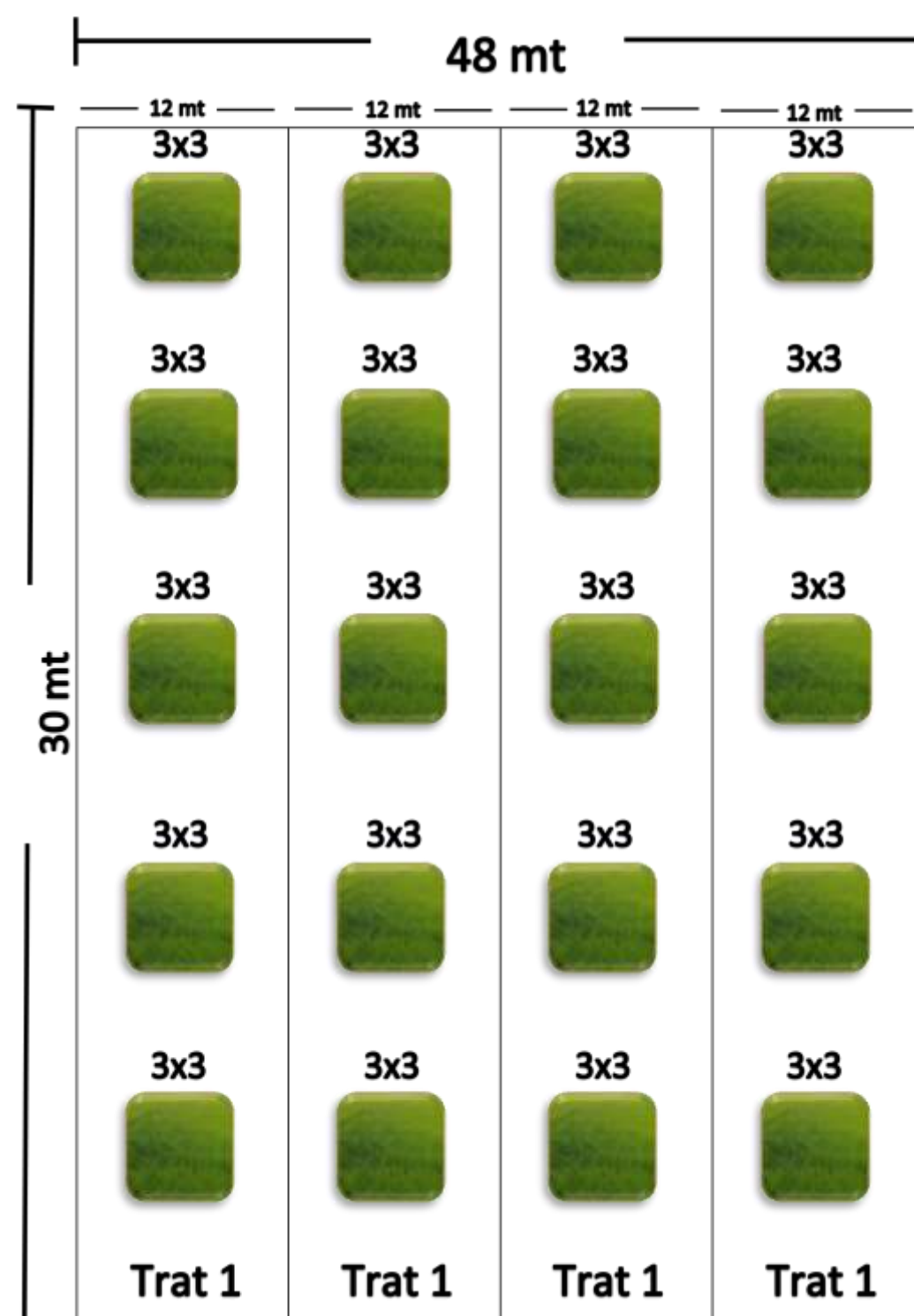


Figura 1. Croquis del experimento
Elaborado por: Sares, 2022

EscaLa	índice de severidad
0	Sin daño
1	Daños leves
2	Daños moderados
3	Daños intensos

Tabla 11. Escala de daños del gusano

Fuente: (Lezaun, 2021)

CLASIFICACIÓN	TAMAÑO (MICRONES)	COLOR
MUY FINA (VF)	MENOR A 100	Red
FINA (F)	100 - 175	Orange
MEDIANA (M)	175 - 250	Yellow
GRANDE (C)	250 - 375	Blue
MUY GRANDE (VC)	375 - 450	Green
EXTREMADAMENTE GRANDE (XC)	MAYOR A 450	White

Figura 2. Tamaño de la gota por aplicación

Fuente: (Alltec BIO, 2019).



Figura 3. Ubicación del lugar del experimento (2°23'04.8"S 79°39'17.1"W)

Fuente: Google Maps

Tabla 12. Datos de campo larvas/planta (20 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	39	34	32	39	41	37
T2: Micosplag (80%)	42	38	38	41	44	41
T3: Micosplag (60%)	36	45	41	37	39	40
T4: Testigo (0%)	45	47	49	50	52	49

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 13. Análisis estadístico de larvas/planta (20 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Larvas/planta (20 días)	20	0,77	0,63	7,83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	414,55	7	59,22	5,62	0,0047
Tratamientos	375,35	3	125,12	11,88	0,0007
Repeticiones	39,20	4	9,80	0,93	0,4786
Error	126,40	12	10,53		
Total	540,95	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,09409

Error: 10,5333 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Micosplag (100%)	37,00	5	1,45 A
Micosplag (60%)	39,60	5	1,45 A
Micosplag (80%)	40,60	5	1,45 A
Testigo (0%)	48,60	5	1,45 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 14. Datos de campo larvas/planta (50 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	17	12	10	12	9	12
T2: Micosplag (80%)	22	23	21	22	26	23
T3: Micosplag (60%)	21	26	24	19	28	24
T4: Testigo (0%)	53	62	58	57	64	59

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 15. Análisis estadístico de larvas/planta (50 días)

Larvas/planta (50 días)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Larvas/planta (50 días)	20	0,98	0,97	11,09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6275,60	7	896,51	84,98	<0,0001
Tratamientos	6221,40	3	2073,80	196,57	<0,0001
Repeticiones	54,20	4	13,55	1,28	0,3299
Error	126,60	12	10,55		
Total	6402,20	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,09891

Error: 10,5500 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Micosplag (100%)	12,00	5	1,45	A
Micosplag (80%)	22,80	5	1,45	B
Micosplag (60%)	23,60	5	1,45	B
Testigo (0%)	58,80	5	1,45	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 16. Datos de campo de huevos/planta (40 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	208	302	271	129	293	241
T2: Micosplag (80%)	394	324	209	212	211	270
T3: Micosplag (60%)	264	289	301	235	241	266
T4: Testigo (0%)	401	398	288	463	349	380

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 17. Análisis estadístico de huevos/planta (40 días)**Huevos/planta (40 días)**

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Huevos/planta (40 días)	20	0,57	0,32	23,36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	72903,60	7	10414,80	2,28	0,0999
Tratamientos	57385,80	3	19128,60	4,19	0,0302
Repeticiones	15517,80	4	3879,45	0,85	0,5200
Error	54720,20	12	4560,02		
Total	127623,80	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=126,79699

Error: 4560,0167 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Micosplag (100%)	240,60	5	30,20 A
Micosplag (60%)	266,00	5	30,20 A B
Micosplag (80%)	270,00	5	30,20 A B
Testigo (0%)	379,80	5	30,20 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 18. Datos de campo de huevos/planta (60 días)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	22	116	85	65	107	79
T2: Micosplag (80%)	154	158	23	26	25	77
T3: Micosplag (60%)	78	103	115	49	55	80
T4: Testigo (0%)	390	387	277	452	338	369

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 19. Análisis estadístico de huevos/planta (60 días)**Huevos/planta (60 días)**

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Huevos/planta (60 días)	20	0,90	0,84	34,05	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	326639,15	7	46662,74	15,70	<0,0001
Tratamientos	315540,15	3	105180,05	35,39	<0,0001
Repeticiones	11099,00	4	2774,75	0,93	0,4771
Error	35668,60	12	2972,38		
Total	362307,75	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=102,37128

Error: 2972,3833 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Micosplag (80%)	77,20	5	24,38	A
Micosplag (100%)	79,00	5	24,38	A
Micosplag (60%)	80,00	5	24,38	A
Testigo (0%)	368,80	5	24,38	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 20. Datos de campo de incidencia de daños

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	12	16	9	18	9	13
T2: Micosplag (80%)	13	17	15	13	9	13
T3: Micosplag (60%)	14	18	11	14	12	14
T4: Testigo (0%)	47	32	48	52	38	43

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 21. Análisis estadístico de macollos afectados/m²

Macollos afectados

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Macollos afectados	20	0,92	0,88	23,61

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3499,85	7	499,98	20,64	<0,0001
Tratamientos	3392,55	3	1130,85	46,68	<0,0001
Repeticiones	107,30	4	26,83	1,11	0,3974
Error	290,70	12	24,23		
Total	3790,55	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=9,24182

Error: 24,2250 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Micosplag (100%)	12,80	5	2,20 A
Micosplag (80%)	13,40	5	2,20 A
Micosplag (60%)	13,80	5	2,20 A
Testigo (0%)	43,40	5	2,20 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 22. Datos de campo de altura de planta (cm)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	143	147	153	163	145	150,20
T2: Micosplag (80%)	127	146	159	152	152	147,20
T3: Micosplag (60%)	136	139	148	153	153	145,80
T4: Testigo (0%)	143	146	136	138	146	141,80

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 23. Análisis estadístico de altura de planta (cm)

Altura de planta (cm)

Variable	N	R ²	R ²	Aj	CV
Altura de planta (cm)	20	0,50	0,21	5,16	

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	689,55	7	98,51	1,73	0,1934
Tratamientos	182,55	3	60,85	1,07	0,3994
Repeticiones	507,00	4	126,75	2,22	0,1276
Error	684,20	12	57,02		
Total	1373,75	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,17838

Error: 57,0167 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Testigo (0%)	141,80	5	3,38 A
Micosplag (60%)	145,80	5	3,38 A
Micosplag (80%)	147,20	5	3,38 A
Micosplag (100%)	150,20	5	3,38 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 24. Datos de campo de peso de 1000 granos (g)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	39,24	41,04	36,29	33,84	32,19	36,52
T2: Micosplag (80%)	32,48	30,45	28,42	27,59	29,45	29,68
T3: Micosplag (60%)	28,53	29,58	31,23	25,34	28,12	28,56
T4: Testigo (0%)	31,29	29,43	25,35	23,59	28,42	27,62

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 25. Análisis estadístico de peso de 1000 granos (g)

Peso de 1000 granos (g)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Peso de 1000 granos (g)	20	0,87	0,80	6,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	323,10	7	46,16	11,67	0,0002
Tratamientos	244,81	3	81,60	20,63	<0,0001
Repeticiones	78,29	4	19,57	4,95	0,0137
Error	47,48	12	3,96		
Total	370,58	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,73493

Error: 3,9565 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
Micosplag (100%)	36,52	5	0,89	A
Micosplag (80%)	29,68	5	0,89	B
Micosplag (60%)	28,56	5	0,89	B
Testigo (0%)	27,62	5	0,89	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 26. Datos de campo de rendimiento del cultivo (kg/ha)

Tratamientos	I	II	III	IV	V	Promedios
T1: Micosplag (100%)	12831,48	13420,08	11866,83	11065,68	10526,13	11942,04
T2: Micosplag (80%)	11206,96	10543,15	9879,34	9607,93	10216,15	10290,71
T3: Micosplag (60%)	9915,31	10258,66	10798,21	8872,18	10781,24	10125,12
T4: Testigo (0%)	10231,83	9623,61	8289,45	7713,93	9293,34	9030,43

Elaborado por: Sares, 2022

Tabla 27. Análisis estadístico de rendimiento del cultivo (kg/ha)

Rendimiento (kg/ha)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	20	0,83	0,73	6,88

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29534958,31	7	4219279,76	8,33	0,0008
Tratamientos	21649518,13	3	7216506,04	14,26	0,0003
Repeticiones	7885440,18	4	1971360,04	3,89	0,0298
Error	6074768,28	12	506230,69		
Total	35609726,59	19			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1335,98002

Error: 506230,6899 gl: 12

Tratamientos	Medias	n	E.E.
Micosplag (100%)	11942,04	5	318,19 A
Micosplag (80%)	10290,71	5	318,19 B
Micosplag (60%)	10125,12	5	318,19 B
Testigo (0%)	9030,43	5	318,19 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Sares, 2022



Figura 4. Tamaño de la gota del tratamiento 1
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 5. Tamaño de la gota del tratamiento 2
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 6. Tamaño de la gota del tratamiento 3
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 7. Preparación de tratamientos en campo
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 8. Larva momificada con el complejo de hongos de Micosplag
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 9. Larva de cogollero (*S. frugiperda*) atacando una planta de arroz
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 10. Adulto de cogollero (*S. frugiperda*) con Micosplag (Esporas en latencia)
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 11. Aplicación de Micosplag en las unidades experimentales
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 12. Segunda aplicación de Micosplag (Esporas en latencia)
Elaborado por: Sares, 2022



Figura 13. Evaluación del lote experimental en las aplicaciones de Micosplag
Elaborado por: Sares, 2022