



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA
DEL ECUADOR**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA DE SANIDAD
VEGETAL**

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

**MANEJO AGROECOLOGICO DE *Diatraea saccharalis* EN EL
CULTIVO DE *Oryza sativa*, MEDIANTE EL USO DE
CONTROLADORES BIOLÓGICOS, CANTÓN PALESTINA-
GUAYAS**

ING. MIGUEL ERNESTO MARTILLO GUERRERO

**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: **MANEJO AGROECOLOGICO DE *Diatraea saccharalis* EN EL CULTIVO DE *Oryza Sativa*, MEDIANTE EL USO DE CONTROLADORES BIOLÓGICOS, CANTÓN PALESTINA-GUAYAS**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. MIGUEL ERNESTO MARTILLO GUERRERO**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

Ing. Alexandra Navarrete Cornejo, M.Sc.

Guayaquil, 26 de mayo del 2022

UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL
ECUADOR

TEMA

**MANEJO AGROECOLOGICO DE *Diatraea saccharalis* EN EL CULTIVO DE *Oryza sativa*, MEDIANTE EL USO DE CONTROLADORES BIOLÓGICOS, CANTÓN
PALESTINA-GUAYAS**

AUTOR

ING. MIGUEL ERNESTO MARTILLO GUERRERO

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. Tany Burgos Herrería, M.Sc.
PRESIDENTE

Ing. Arnaldo Barreto Macías, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Víctor Iler Santos, M.Sc.
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Alexandra Navarrete Cornejo M.Sc.
EXAMINADOR SUPLENTE

AGRADECIMIENTO

Agradezco principalmente a Dios que me da la salud, fuerza y vida; especialmente agradezco a mis padres, a todas las personas que han estado ahí y me han ayudado en esta etapa profesional.

Agradezco a esta prestigiosa Institución “Universidad Agraria del Ecuador” que cada vez da más oportunidades a jóvenes, para salir adelante para ser grandes profesionales agrónomos y poner a aportar a nuestro país, en una de las ramas más importantes del mundo como es la Agronomía.

Agradezco a todos los docentes que de una u otra manera han aportado con mis conocimientos en la actualidad que gracias a ellos he adquirido más aprendizaje para poder mostrar en el ámbito profesional.

DEDICATORIA

Dedico este gran esfuerzo que he realizado y cruzado en esta instancia de un año de maestría a mis padres Ernesto Martillo Santana y Violeta Esmeralda Guerrero Mendoza por ser el pilar fundamental en mi vida de formar a esta persona que soy hoy en día, a mis hermanas Beiky, Delia, Violeta, María que son parte de mis triunfos.

También dedico a mi esposa Jessie Tania Anzoátegui Guaranda y a mi hija Milka Narcisa Martillo Anzoátegui; a mi hijo Dylan Ezequiel Martillo Morales que me han llenado de fortaleza de seguir adelante y han estado todo el tiempo a mi lado.

Dedico a esas personas que me han apoyado, para llegar a donde hoy me encuentro, a todos mis familiares y amigos que he formado en la universidad como mi segunda casa, gracias por todo.

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. Miguel Ernesto Martillo Guerrero

C. I. 0925173312

RESUMEN

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la Provincia del Guayas, Cantón Palestina, Recinto Guabito, tuvo como objetivo de estudio en evaluar el manejo biológico del barrenador del tallo (*Diatraea saccharalis*) en el cultivo de arroz mediante el uso de controladores fúngicos. Donde los tratamientos en estudio fueron: T1 *Beauveria bassiana*, T2 *Paecilomyces lilacinus*, T3 *Metarhizium anisopliae*, T4 Spinetoram y un testigo absoluto; fueron utilizados a los días de aplicación de (15-30-45). Las variables a medir fueron: macollos; espigas sanas; eficiencia y rendimiento. Se utilizó un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y un total de 20 unidades experimentales. Donde los resultados mostraron que para la variable macollos representado por porcentaje de daño en macollo (%) el T4 fue el de menor incidencia con 5,56% seguido del T3 con 9,02% a diferencia de los demás tratamientos que pasaron el 11 %, por otro lado, para el porcentaje de barreno el T4 tuvo menor presencia con 1,22% seguido del T3 con 1,70% a diferencia de los demás tratamientos que pasaron el 3,00%. Mientras que para el porcentaje de pupas el T4 fue el de menor presencia con 1,86% seguido del T3 con 2,82% y T2 con 3,12% a diferencia del T5 que tuvo 5,22%. Para la variable espigas sanas representado por panícula sana mostró que el T4 tuvo una presencia mayor con un promedio de 167,60, seguido por los controles biológicos y el que menor presento fue el T5 con 128,00; en cambio para la panícula parcialmente vacía el T4 tuvo el promedio menor con 20,20; seguido por los tratamientos T1, T2, T3; ya que el T5 tuvo el mayor promedio con 49,00; mientras tanto el panícula vacía el T4 tuvo el promedio menor con 12,20, seguido por los T1, T2, T3, teniendo diferencia con el T5 que tuvo 23,00. Para la variable eficacia el T4 mostró le mejor control de la larva con un promedio de 71,38%, seguido de los hongos entomopatógenos que sobrepasaron el 50% de control a diferencia del T5 que tuvo un control de 0,00. Mientras que para el rendimiento el T4 tuvo el mayor con (5.201,06kg/ha), seguido por los hongos entomopatógenos y el T5 obtuvo el rendimiento más bajo (3.991,44 kg/ha). Cabe indicar que en cada una de las variables a medir el que mejor resultados demostraron fue la aplicación del producto químico Spinetoram (T4), seguidos de los productos de hongos entomopatógenos, ambos controles son útiles para controlar la larva de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de arroz.

Palabras claves: *Diatraea saccharalis*, espigas, hongos entomopatógenos, macollos y Spinetoram

SUMMARY

The research work was carried out in the province of Guayas, Palestine canton, Guabito enclosure, had an object of study in evaluating the biological management of the stem borer (*Diatraea saccharalis*) in rice cultivation through the use of fungal controllers. Where the treatments under study were: T1 *Beauveria bassiana*, T2 *Paecilomyces lilacinus*, T3 *Metarhizium anisopliae*, T4 Spinetoram and an absolute control; they were used on the days of application (15-30-45). The variables to be measured were: tillers; healthy spikes; efficiency and performance. A Completely Randomized Block Design (DBCA) was used, with five treatments, four repetitions and a total of 19 experimental units. Where the results showed that for the variable tillers represented by percentage of tiller damage, T4 was the one with the lowest incidence with 5.56% followed by T3 with 9.02%, unlike the other treatments that passed 11%, on the other hand, for the hole percentage, T4 had less presence with 1.22% followed by T3 with 1.70%, unlike the other treatments that passed 3.00%. While for the percentage of pupae, T4 had the lowest presence with 1.86%, followed by T3 with 2.82% and T2 with 3.12%, unlike T5, which had 5.22%. For the variable healthy spikes represented by healthy panicle, it showed that T4 had a greater presence with an average of 167.60, followed by biological controls and the one with the lowest presence was T5 with 128.00; On the other hand, for the partially empty panicle, T4 had the lowest average with 20.20; followed by treatments T1, T2, T3; since T5 had the highest average with 49.00; meanwhile, the empty panicle T4 had the lowest average with 12.20, followed by T1, T2, T3, having a difference with T5 that had 23.00. For the efficacy variable, T4 showed the best larval control with an average of 71.38%, followed by entomopathogenic fungi that exceeded 50% control, unlike T5, which had a control of 0.00. While for yield, T4 had the highest yield (5,201.06kg/ha), followed by entomopathogenic fungi and T5 had the lowest yield (3,991.44kg/ha). It should be noted that in each of the variables to be measured, the one that showed the best results was the application of the chemical product Spinetoram (T4), followed by the products of entomopathogenic fungi, both controls are useful to control the larva of *Diatraea saccharalis* in the cultivation of rice.

Keywords: *Diatraea saccharalis*, spikes, entomopathogenic fungi, tillers and Spinetoram

ÍNDICE DE CONTENIDOS

PORTADA	i
CERTIFICACIÓN	ii
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA	v
RESPONSABILIDAD	vi
RESUMEN	vii
SUMMARY	viii
INDICE DE CONTENIDOS	ix
INDICE DE ANEXOS	xii
INDICE DE APÉNDICES	xiii
INTRODUCCIÓN	14
Caracterización del Tema	15
Planteamiento de la Situación Problemática	16
Justificación e Importancia del Estudio	16
Delimitación del Problema.....	18
Formulación del Problema	18
Objetivos	18
Objetivo General	18
Objetivos Específicos	19
Hipótesis o Idea a Defender.....	19
Aporte Teórico o Conceptual.....	19
Aplicación Práctica	19
CAPÍTULO 1	20
MARCO TEÓRICO	20
1.1 Estado del Arte	20
1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática	24
1.2.1 Origen del cultivo de arroz.....	24
1.2.2 Morfología y taxonomía	24

1.2.2.1. Raíz	24
1.2.2.2. Tallo.....	24
1.2.2.3. Hojas	25
1.2.2.4. Flores.....	25
1.2.2.5. Inflorescencia.....	25
1.2.2.6. Grano.....	25
1.2.3 Manejo agronómico	25
1.2.3.1. Preparación del suelo	25
1.2.3.2. Siembra	26
1.2.3.3. Fertilización.....	26
1.2.4 Ciclo biológico del cultivo.....	26
1.2.4.1. Macollamiento.....	26
1.2.4.2. La fase reproductiva	27
1.2.5 Principales plagas del cultivo de arroz.....	27
1.2.6 <i>Diatraea saccharalis</i>	27
1.2.6.1. Biología de <i>Diatraea saccharalis</i>	28
1.2.6.2. Ecología de <i>Diatraea Saccharalis</i>	28
1.2.6.3. Daño ocasionado por <i>Diatraea saccharalis</i>	29
1.2.7 Manejo integrado de plagas	29
1.2.8 Componentes de rendimiento en arroz	30
1.2.9 Control Biológico.....	30
1.2.10 Generalidades de los hongos entomopatógenos.....	30
1.2.10.1. Clasificación de los hongos entomopatógenos.....	31
1.2.10.2. Mecanismo de infección de los hongos entomopatógenos	31
1.2.10.3. Hongos entomopatógenos.....	32
1.2.10.4. Características que favorecen a los hongos entomopatógenos .	33
1.2.10.5. Clasificación taxonómica de los hongos	34
1.2.10.6. Características de la subdivisión Deuteromycotina	34
1.2.10.7. Características morfológicas de la clase Hyphomycetes.....	34
1.2.10.8. <i>Cladosporium sp</i>	35
1.2.10.9. <i>Paecilomyces spp</i>	35

1.2.10.10. <i>Beauveria bassiana</i>	36
1.2.10.11. <i>Metarhizium anisopliae</i>	38
1.2.11 Producción de hongos entomopatógenos	38
1.2.11.1. <i>Reactivación de los hongos entomopatógenos</i>	39
1.2.12 Control químico.....	40
1.3 Fundamentación Legal	40
CAPÍTULO 2	41
ASPECTOS METODOLÓGICOS	41
2.1 Métodos.....	41
2.1.1 Modalidad y Tipo de Investigación.....	41
2.2 Variables	42
2.2.1 Variable Independiente.....	42
2.2.2 Variable Dependiente	42
2.2.3 Tratamientos.....	46
2.3 Población y Muestra	46
2.3.1 Muestra.....	46
2.4 Técnicas de Recolección de Datos	46
2.5 Estadística Descriptiva e Inferencial.....	47
2.6 Diseño Experimental	47
2.7 Cronograma de Actividades	48
RESULTADOS.....	50
DISCUSIÓN	67
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
BIBLIOGRAFÍA CITADA.....	72
ANEXOS	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 1: Cronograma de actividades	48
Anexo N° 2: Gráfica de barra de la media del porcentaje de daño	51
Anexo N° 3: Gráfica de barra de la media del porcentaje de barreno	53
Anexo N° 4: Gráfica de barra de la media del porcentaje de pupas.....	55
Anexo N° 5: Gráfica de barra de la media de panícula sana	57
Anexo N° 6: Gráfica de barra de la media de panícula parcialmente vacía. ...	59
Anexo N° 7: Gráfica de barra de la media de panícula vacía.....	61
Anexo N° 8: Gráfica de barra de la media de eficacia.....	63
Anexo N° 9: Crecimiento de <i>B. bassiana</i> , <i>P. lilacinus</i> , <i>M. anisopliae</i>	63
Anexo N° 10: Porcentaje de mortalidad de la plaga (<i>D. saccharalis</i>)	64
Anexo N° 11: Gráfica de barra de la media del rendimiento (kg/ha)	66
Anexo N° 12: Estado adulto del insecto del barrenador del tallo	80
Anexo N° 13: Larvas de <i>Diatraea saccharalis</i> en el tallo del arroz.....	80
Anexo N° 14: Pupa de <i>Diatraea saccharalis</i> en el tallo del arroz	80
Anexo N° 15: Toma de datos iniciales	85
Anexo N° 16: Primera aplicación	85
Anexo N° 17: Segunda aplicación y tomas de datos	86
Anexo N° 18: Tercera Aplicación y toma de Datos	86
Anexo N° 19: Division de ensayos experimentales	87
Anexo N° 20: Primera evaluacion de daños provocados a <i>Diatraea</i>	87
Anexo N° 21: Segunda evaluacion de daños provocados a <i>Diatraea</i>	88
Anexo N° 22: Inoculacion de hongos entomopatogenos	88
Anexo N° 23: Tercera evaluacion de daños provocados a <i>Diatraea</i>	89
Anexo N° 24: Toma de datos finales	89

ÍNDICE DE APÉNDICES

Apéndice N° 1: Tratamientos.....	46
Apéndice N° 2: Análisis de varianza.....	47
Apéndice N° 3: Macollos, porcentaje de daño (%).....	50
Apéndice N° 4: Porcentaje de barreno (%).....	52
Apéndice N° 5: Porcentaje de pupas (%).....	54
Apéndice N° 6: Panícula sana (%).....	56
Apéndice N° 7: Panícula parcialmente vacía (%).....	58
Apéndice N° 8: Panícula vacía (%).....	60
Apéndice N° 9: Eficacia (%).....	62
Apéndice N° 10: Rendimiento (kg/ha).....	65
Apéndice N° 11: Análisis estadístico del porcentaje de daño (%).....	81
Apéndice N° 12: Análisis estadístico del porcentaje de barreno (%).....	81
Apéndice N° 13: Análisis estadístico del porcentaje de pupas (%).....	82
Apéndice N° 14: Análisis estadístico de panícula sana.....	82
Apéndice N° 15: Análisis estadístico de panícula parcialmente vacía.....	83
Apéndice N° 16: Análisis estadístico de panícula vacía.....	83
Apéndice N° 17: Análisis estadístico de eficacia.....	84
Apéndice N° 18: Análisis estadístico de rendimiento.....	84

INTRODUCCIÓN

El arroz se cultiva en la región Litoral, fundamentalmente en las Provincias del Guayas y Los Ríos. Las zonas arroceras del País presentan un amplio rango en la distribución de los factores climáticos que varía desde el trópico húmedo hasta el trópico seco, con temperaturas de 20° a 30°C, precipitaciones máximas de 2500 mm y mínimas de 500 mm por año con humedad relativa generalmente alta. Estas zonas son fértiles y su mayor limitante es la inadecuada disponibilidad de agua, factor que en extensas zonas de secano es mínimo, sujeto a las lluvias (INIAP, 2014).

El lugar de este cereal se ha debatido por muchos años. Países como China, Japón y Corea se adjudicaban su origen; sin embargo, estudios morfológicos señalan su trascendencia desde China. Incluso, antiguos manuscritos chinos hacen mención de él 3 mil años a.C; donde consideraban el inicio de su siembra como una ceremonia religiosa solo reservada al emperador. Hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo. En 1000 años a.C. era conocido en la India y hacia 400 años a.C. en Egipto (Acevedo, Castrillo, y Belmonte, 2006).

Los factores climáticos tales como la temperatura, la radiación solar y el viento tienen influencia sobre el rendimiento del arroz ya que afectan el crecimiento de la planta y los procesos fisiológicos relacionados con la formación del grano. Estos factores también afectan indirectamente el rendimiento aumentando el daño causado por las plagas y las enfermedades (FAO, 2019).

El uso de plaguicidas sintéticos es la causa directa de la resistencia de organismos, y pérdida de su efectividad. Ante esto, es común aumentar las dosis y preparar mezclas de varios productos, con frecuencia más tóxicos, por lo que el problema de la resistencia está lejos de solucionarse, se agrava. El control químico produce otros efectos como: brotes de plagas secundarias, resurgencia de plagas y disminución de las poblaciones de enemigos naturales. A partir de esa situación, se hace necesario desarrollar métodos de manejo de plagas compatibles con el ambiente, uno de los cuales es el control biológico (Pacheco, Reséndiz, y Arriola, 2019)

El control biológico ofrece beneficios a la economía de los agricultores, protección del ambiente y a la salud de los consumidores. Además, ha contribuido al desarrollo de la agricultura de México y de muchos países (Branstetter, 2015).

Los técnicos y productores se han percatado de que su uso les permite combatir plagas de las especies entomófagas o entomopatógeno, a un costo menor que el empleo de plaguicidas químicos. Por ello, en la actualidad se asume que dicha alternativa constituye (virtudes económicas, ambientales y ecológicas) la estrategia para el manejo de las poblaciones de organismos patógenos en los ámbitos agrícola, pecuario y forestal (Pacheco, Reséndiz, y Arriola, 2019).

El arroz es uno de los principales productos de la canasta básica en los hogares, además una de las fuentes de empleo para muchos ecuatorianos. *Diatraea saccharalis* es una plaga que afecta al cultivo de arroz, reduciendo notablemente su rendimiento, debido a que su daño ocasiona la pérdida de los macollos (Olvera, 2020).

Spinetoram es un insecticida de la segunda generación de la familia de las espinosinas, creado a partir de una modificación química a la forma natural de los espinosinas J y L, proporciona una alternativa para el control de la principal plaga del maíz en América (Figuroa, Pineda, y Chavarrieta, 2018).

Los hongos mitospóricos están catalogados como un grupo mundialmente reconocido de agentes microbianos a usarse tanto en los programas de control biológico de plagas como en los de manejo integrado de plagas (MIP) (Oreste, Jiménez, y Carr, 2006).

En las últimas décadas el uso excesivo de plaguicidas ha impactado de manera negativa al medio ambiente contribuyendo de igual manera al desarrollo de plagas y enfermedades, así como la eliminación de enemigos naturales (Intagri, 2015).

Caracterización del Tema

El cultivo del arroz en el cantón Palestina tiene como principal plaga el barrenador, este afecta los rendimientos de los productores hasta en un 30 % cuando

el ataque es severo, por ello se plantea un manejo agroecológico con cepas de hongos entomopatógeno para disminuir el impacto a largo plazo de la plaga, equilibrando la flora y fauna benéfica del cultivo y mejorar los rendimientos del productor.

Planteamiento de la Situación Problemática

Los monocultivos en la zona de Palestina (arrocera del litoral), han ocasionado que el barrenador sea una plaga endémica con impactos mayores en el rendimiento, el uso indiscriminado de pesticidas, el desconocimiento del productor en el manejo de dosis ha causado aumento de resistencia del insecto y un desequilibrio poblacional con tendencia cada vez a aumentar el número de individuos.

El uso de alternativas agroecológicas es escaso en el productor de la zona, producido por falta de conocimiento de la tecnología biológica el productor realiza aplicaciones tardías, esto hace que no logre controlar en el momento oportuno según el mecanismo de acción del producto.

No existen variedades resistentes que disminuya el ataque de barrenador del tallo, ya que es un insecto que cumple su metamorfosis dentro de la planta, el estado larvario es donde causa el daño económico, en esta etapa debemos tener una alternativa que nos permita controlarlo en este caso las cepas de hongos combinados.

Justificación e Importancia del Estudio

La importancia del sector arrocero radica en que el arroz es uno de los principales productos de la canasta básica de los hogares ecuatorianos. Gran parte de la producción está en manos de pequeños productores. Según los últimos datos, casi el 87% de la producción de arroz es generada por las Provincias de Guayas y Los Ríos. Su participación en el PIB represento apenas el 1,55% entre el 2014 y 2017. Gran parte de la producción es para consumo interno (El Productor 2019).

El uso excesivo de plaguicidas provoca efectos negativos en el suelo, el agua y el ambiente. Además, ha contribuido a aumentar los problemas de plagas debido al

desarrollo de resistencia y a la destrucción de los enemigos naturales. Muchos plaguicidas también afectan la salud de las personas.

Los hongos entomopatógenos constituyen el grupo de mayor importancia en el control biológico de insectos plagas. Spinetoram es una molécula de origen Naturalyte causa un bajo impacto en el efecto toxico al medio ambiente.

La presente investigación se enfocará a el control del Barrenador principal plaga en el cultivo del arroz, para determinar alternativas que nos permitirán bajar los costos de producción y mejorar el rendimiento por ende la productividad de los agricultores del cantón Palestina, en los últimos años se ha identificado el mal uso indiscriminado de pesticidas y sobredosificación de los mismo que han causado un aumento poblacional de esta plaga.

El presente trabajo permitirá introducir una cultura de usos de productos biológicos para el manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz. esta investigación estará al alcance de investigadores, estudiantes y productores.

Magnitud del Problema: La importancia económica de este insecto fitófago, se debe a su amplia distribución en América, por tener un gran número de hospederos y por su hábito alimenticio como barrenador que dificulta el control químico y lo protege de algunos enemigos naturales (Zachrisson 2010).

El arroz es atacado por diferentes insectos plagas que en mayor o menor grado inciden sobre el normal desarrollo y rendimiento del cultivo. Una de las plagas más comunes que afecta al cultivo de arroz es *Diatraea saccharalis*, el daño en plantas de arroz lo realiza la larva al perforar el tallo y alimentarse del tejido esponjoso (Pérez, 2018).

Trascendencia del Problema: El cultivo del Arroz es el de mayor consumo en la dieta alimenticia en el mundo, las perdidas por plagas y enfermedades son cada vez mayores. La población a nivel mundial crece exponencialmente, cada vez necesitaremos mayor alimentación, el ser á productivos es una necesidad en la actualidad. La afectación de plagas en el cultivo de arroz disminuye la productividad a

nivel local. Debemos buscar alternativas que bajen los costos y tengan menos impacto en medio ambiente.

Factibilidad del Estudio: Se realizó la investigación, en un lote de Palestina perteneciente a la compañía Inluagro, se contó con el apoyo de un Tutor Guía. Los recursos a utilizar para el cultivo y los ensayos realizados se gestionaron por medio de la compañía.

Vulnerabilidad del Problema: Actualmente en la zona Palestina se utiliza muy poca tecnología biológica por lo que hay poca información de resultados de manejos similares. No existen variedades resistentes al ataque de barrenador en el cultivo. Se plantea generar la información necesaria para que quede como guía de un manejo integrado en el sector.

Delimitación del Problema

La investigación se llevó a cabo en la Provincia del Guayas, Cantón Palestina, Recinto Guabito, el periodo comprendido de la investigación fue desde el mes septiembre 2021 hasta el mes de abril del 2022.

Formulación del Problema

¿Cómo determinar la eficacia para el control de barrenador del tallo con el uso de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae*) en combinación con Spinetoram en los cultivos de Palestina Provincia del Guayas?

Objetivos

Objetivo general

Evaluar el manejo biológico del barrenador del tallo en arroz mediante el uso de controladores fúngicos en el Cantón Palestina Provincia del Guayas.

Objetivos Específicos

- Describir la incidencia de los Hongos *entomopatógenos Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en el control del barrenador en el cultivo de Arroz, Cantón Palestina.
- Identificar la dosis con mayor control del barrenador de las cepas de hongos *entomopatógenos Beauveria bassiana* más *Paecilomyces Lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en cultivo de arroz.
- Determinar el efecto de los tratamientos de los controladores biológicos *Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en la productividad del cultivo de arroz.

Hipótesis o Idea a Defender

El uso de controladores biológicos contribuye al manejo agroecológico de *Diatraea Saccharalis* en el cultivo de arroz cantón Palestina.

Aporte Teórico o Conceptual

Con el presente trabajo investigativo se logró impactar a la comunidad y a las futuras investigaciones, esta disponible en plataformas virtual para el uso a futuros investigaciones de estudiantes, transferencias de tecnología, docentes, con esta investigación se pretende influir en los productores que hagan una transición en el manejo de plagas y enfermedades en sus cultivos a un manejo agroecológico.

Aplicación Práctica

Una vez publicados los resultados, se socializó la investigación con los productores de la comunidad para que se adopte la tecnología en el sector, se realice un control biológico en el control de *Diatraea saccharalis* y los productores puedan mejorar su productividad.

CAPÍTULO 1

MARCO TEÓRICO

1.1. Estado del Arte

Yasem, Salvatore, López, y Willink (2008), mencionaron que estudiaron en su investigación la presencia e identificación de los hongos entomopatógenos que actúan como agentes de mortalidad natural en larvas invernantes de *D. saccharalis* en caña de azúcar en Tucumán, Argentina. Los resultados obtenidos de las larvas analizadas muertas por hongos entomopatógenos, el 57,13% correspondió a *Beauveria bassiana*, el 23,82 % *Metarhizium anisopliae*, el 9,53% a *Nomuraea rileyi* y el 9,53% a *Isaria sp.* Su presencia resultó de importancia, ya que la densidad poblacional del gusano perforador se redujo por los agentes antagonistas.

Vejar (2016), nos dice que evaluó 19 cepas, las cuales comprendió: *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae*, *Isaria javanica* en laboratorio y campo contra el barrenador de la caña de azúcar *D. considerata* en larvas de primero, segundo y tercer instar. Sus resultados en laboratorio mostraron que las 19 cepas fueron patogénicas con mortalidades de larvas de 58.2 a 98.8%; pero las mejores cepas nativas fueron la CIDSB09 de *B. bassiana* y la CIDSM01 de *M. anisopliae*, y la mejor cepa exótica fue UAMHPI-031 de *M. anisopliae*. En los bioensayos de virulencia se determinó una CL50 de 1.43×10^7 y 3.6×10^7 conidias/ml en las cepas CIDSB09 y CIDSM01, mientras que la cepa UAMHPI-031 presentó una CL50 de 9.28×10^6 conidias/ml. Los tiempos letales, de micosis y de esporulación de las cepas CIDSB09, CIDSM01 y UAMHPI-031 fueron similares entre éstas. Mientras que en campo los tratamientos de las cepas CIDSB09, CIDSM01, UAMHPI-031 y sin aplicación (testigo), mostraron que a los 15 días postratamiento se observaron larvas micosadas (>2%), y no se encontró significancia en el porcentaje de daño de plantas y canutos. El menor daño se observó con CIDSM01, sin embargo, es necesario mejorar la aplicación de los hongos entomopatógenos en caña para lograr el control biológico de barrenadores en campo.

Jaén (2020), nos comenta que realizó una evaluación de los efectos de tres bioinsecticidas entomopatógenos en larvas de *S. frugiperda* en condiciones controladas, los tres entomopatógenos fueron: *Beauveria bassiana*, *Bacillus thuringiensis* y *Metarhizium anisopliae* en dosis de 25, 20 y 15 ccl⁻¹ cada uno. Los resultados mostraron que *B. bassiana* resultó ser el más efectivo con una mortalidad del 70% es decir 7 larvas muertas en estudio, mientras que *M. anisopliae* y *B. thuringiensis* con 60 y 50%. La dosis más eficaz fue para la dosis Alta (25 ccl⁻¹) con 7 insectos muertos, el 70% de mortalidad. En las interacciones los entomopatógenos *B. bassiana* y *M. anisopliae* en dosis altas (25 ccl⁻¹) registraron mortalidades de 90 y 70%. En cuanto a las eficacias el mayor resultó fue *B. bassiana* en dosis Alta con 89.63%, seguido por *M. anisopliae* con 65.63%.

Pec (2017), nos describe que realizó la evaluación de las cepas de los hongos de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lilacinus* y la cepa BISA 01-2000 de *Metarhizium anisopliae* que fue utilizada para controlar el estadio adulto para controlar la chinche salivosa en el estadio ninfal. Los resultados obtenidos mostraron que el hongo *Paecilomyces lilacinus* presentó un mayor porcentaje de mortalidad (55.91 %) y parasitismo (35.2 %) sobre las ninfas de chinche salivosa diferenciándose significativamente de las cepas de *Metarhizium anisopliae* y de *Beauveria bassiana*.

Vieira, y otros (2022), en su trabajo de investigación nos dicen que evaluaron el efecto de biocontrol de *M. anisopliae* aísla MT y E9 en Huevos de *D. saccharalis* a diferentes edades investigando las alteraciones morfológicas externas e internas en huevos tratados. Las concentraciones fueron de 10 de *M. anisopliae* aislado de MT y E9 se aplicaron 7 conidios /mL a los 0, 24, 48, 72, 96 y 120 h. Los resultados mostraron que el aislado MT causó 100% de inviabilidad de huevos de 0 - 72 h, 144 h después de los bioensayos, mientras que el efecto del aislado E9 varió entre 49,40% y 93,75%. Se observó melanización en la periferia de los huevos 24 h después de los bioensayos. Las hifas fúngicas se desarrollaron 48 h después de los bioensayos, cruzaron el corion del huevo y se dispersaron a través de la región de la yema, inhibiendo el desarrollo embrionario. Después de 72 h, se observaron hifas y conidióforos en los huevos, que

persistieron durante 144 h. En suma, el aislado de *M. anisopliae* MT se puede utilizar como controlador biológico para huevos de *D. saccharalis*.

Hanco (2019), argumentó que evaluó la eficacia de las cepas *Metarhizium anisopliae* (CCB-124), *Beauveria bassiana* (CCB-122 y CCB-123) e *Isaria fumosorosea* (CCB-125), para reactivar las cepas en el insecto trampa *Galleria mellonella*, y determinar un control de calidad, la efectividad de estos hongos sobre las larvas del segundo estadio del cogollero del maíz. Los resultados fueron que a los 5 días de evaluación no se encontró una diferencia significativa con la mortalidad de las cepas, pero a los 10 días de evaluación se logró una mayor mortalidad del (95%) con *B. bassiana* CCB-122, 75%; con *B. bassiana* CCB-123, 68%; con *M. anisopliae* CCB-124 y 65 % con *I. fumosorosea* CCB-125.

Utus (2017), detalló que realizó un control para el gorgojo de los andes (*Premnotrypes spp.*) utilizando *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*. Las variables a medir fueron: número de *Premnotrypes spp.* * m² a la siembra, número de *Premnotrypes spp.* * planta antes de primer aporque, número de *Premnotrypes spp.* * planta antes segundo aporque, número de adultos infestados de *Premnotrypes spp.* * planta antes de segundo aporque, número de larvas sanas e infestadas por metro lineal a la cosecha y el rendimiento. Los resultados encontrados fueron que *B. bassiana* y *M. anisopliae* obtuvo el mayor rendimiento en el T3 0.443, T1 0.400 T4 0.400 kg/planta, mientras que en los demás tratamientos T2 y T5 se ha logrado obtener 0.393 y 0.375 kg/planta de rendimiento. El tratamiento T4 se considera como el más adecuado, al disminuir el daño causado por la plaga a un nivel del 3,25 %, con respecto al testigo 25,50 % de daño ocasionado por las larvas del gorgojo de los andes. Es posible utilizar *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* para controlar la plaga.

Herrera (2021), mencionó que tuvo como objetivo evaluar las concentraciones (Esporas/ml) de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Verticillium lecanii* para el control de poblaciones de adultos (*Cosmopolites sordidus*). Sus resultados demostraron que la combinación de *B. bassiana* + *M. anisopliae*, presento el mejor control con respecto a la plaga. También en los promedios de mortalidad y sinergismo fueron mejores en el tratamiento antes indicado que obtuvieron el 100% de mortalidad,

pero vale destacar que el tratamiento a base de *B. bassiana* presentó un 80% de mortalidad sobresaliendo dentro los demás tratamientos, sin embargo, el resto de tratamiento alcanzaron valores inferiores es decir que su control tuvo por debajo del 50% de mortalidad.

Calpa (2015), dice que se enfocó en utilizar dos insecticidas rotenona y spinetoram para el control de la alta incidencia del perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*); obteniendo como resultado un porcentaje promedio de frutos caídos bajo, con los tratamientos: spinetoram 4,80 % y rotenona 6,24% comparados con el testigo comercial T4 11,52 % y el testigo absoluto T5 30,72 % porcentaje elevado de frutos que no llegaron a culminar su estado de madurez. En el rendimiento en kg/ha los valores más altos en el primer año de producción los presentó el T1 con 6198,45 kg/ha seguido por el T2 con 6125,14 kg/ha en relación al T5 que presenta 4322,25 kg/ha; y como resultado final de la investigación demostramos que el T1 y T2 presentan un costo – beneficio de 3,05 a 3,10 USD de esta manera obtenemos por cada dólar invertido obtendremos 2,05 y 2,10 USD durante los 36 meses del ciclo de producción.

Cardona y Giraldo (2015), evaluaron el efecto de los hongos entomopatógenos y del producto químico sobre larvas de *D. saccharalis*, se observó que el hongo *B. bassiana* en las dosis de 2 y 4 g/L, y el producto químico Spinetoram, no presentaron diferencia estadística en cuanto a los días en que las larvas de *Diatraea* se empezaron a morir. Con la aplicación del producto químico, las larvas se empezaron a morir a los 6 días después de la aplicación, y con la aplicación de *B. bassiana* en dosis de 2 y 4 g/L, las larvas se empezaron a morir a los 12 y 11 días. Los tratamientos *P. lilacinum* y *M. anisopliae* se comportaron estadísticamente igual, a los 27,8 días se empezaron a morir las larvas. En el testigo no se presentó muerte de las larvas, y se observó que estas continuaron su ciclo de vida hasta llegar al estado de pupa. En cuanto a la evaluación de la mortalidad de las larvas de *Diatraea* ocasionada por la aplicación de los diferentes tratamientos, se presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$). Se observó que *B. bassiana* (2 y 4 g/L), la mezcla de los hongos *B. bassiana* + *M. anisopliae* y *P. lilacinus*, y el tratamiento químico Spinetoram ocasionaron mortalidad superior al 90%. Se destaca el tratamiento *B. bassiana* 2 g/L, el cual

ocasionó mortalidad del 100% de las larvas, a los 11 días después de su aplicación, igualando a los resultados obtenidos con el producto químico Spinetoram. Analizando la mortalidad ejercida por los diferentes tratamientos a través del tiempo, se puede observar que el tratamiento *B. bassiana* 2 g/L empezó a ocasionar mortalidad de larvas de *Diatraea* en 2% al cuarto día después de la aplicación, incrementándose progresivamente hasta alcanzar el 100% de la mortalidad a los 24 días después de la aplicación, igualando al tratamiento químico Spinetoram. Los tratamientos que ocasionaron menor control sobre la plaga fueron *Metarhizium* y *Paecilomyces*.

1.2. Bases Científicas y Teóricas de la Temática

1.2.1 Origen del cultivo de arroz

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. El primer país fue la India ya que se encontró arroz silvestres, pero el desarrollo del cultivo se haya en la China. Hubo varias rutas donde se introdujeron los arroz de Asia a otras partes del mundo (Infoagro, 2016).

El arroz como planta antigua ha sido difícil decir con exactitud la época en que el hombre inicio su propagación, aunque la literatura China dice que se hayo hace 3000 años A.C. Tuvo su origen al sur de la India y llegó a América por China, Mesopotamia, Grecia, Egipto, Marruecos y España (Santos, 2018).

1.2.2 Morfología y taxonomía

El arroz (*Oryza sativa*) es una monocotiledónea perteneciente a la familia Poaceae (Infoagro, 2016). La planta de arroz se divide de la siguiente manera:

1.2.2.1. Raíz

Son delgadas, fibrosas y fasciculadas. Posee dos tipos de raíces: seminales y las raíces adventicias secundarias tienen una libre ramificación y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven (Infoagro, 2016).

1.2.2.2. Tallo

Se forma de nudos y entrenudos alternados, siendo cilíndrico, nudoso, glabro y de 60-120 cm de longitud (Infoagro, 2016).

1.2.2.3. Hojas

Son alternas, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, largo y plano. En el punto de reunión de la vaina y el limbo se encuentra una lígula membranosa, bífida y erguida que presenta en el borde inferior una serie de cirros largos y sedosos (Infoagro, 2016).

1.2.2.4. Flores

De color verde blanquecino dispuestas en espiguillas cuyo conjunto constituye una panoja grande, terminal, estrecha y colgante después de la floración (Infoagro, 2016).

1.2.2.5. Inflorescencia

Es una panícula determinada que se localiza sobre el vástago terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consiste en dos lemmas estériles, la raquilla y el flósculo (Infoagro, 2016).

1.2.2.6. Grano

Es el ovario maduro. El grano descascarado de arroz (cariópside) con el pericarpio pardusco se conoce como arroz café; el grano de arroz sin cáscara con un pericarpio rojo, es el arroz rojo (Infoagro, 2016).

1.2.3 Manejo agronómico

Entre los principales manejos que se le bridan al cultivo de arroz se describieron los siguientes:

1.2.3.1. Preparación de suelo

- Barbecho químico (control de malezas de presembrado).

- Aradura (si fuera necesaria).
- Rastraje (discos).
- Incorporación del fertilizante con el último rastraje.
- Uso de rodillo arrocero, pesado y corrugado (en su defecto usar tablón en seco) (Vergara, y otros, 2019).

1.2.3.2. Siembra

El trasplante puede hacerse de forma manual o mecanizada y se debe sincronizar adecuadamente con la preparación del terreno, ya que se debe realizar cuando la planta alcanza la segunda hoja, lo cual puede ocurrir entre 8 y 12 días después de la germinación, dependiendo de la variedad y de las condiciones del clima (Paredes y Becerra, 2015).

1.2.3.3. Fertilización

Antes de aplicar cualquier método de fertilización, debe tomar en consideración la condición del suelo de su campo a través de pruebas semestrales o anuales del suelo. No hay dos campos iguales, ni nadie puede aconsejarle sobre los métodos de fertilización sin tener en cuenta los datos de las pruebas de suelo, el análisis de tejidos y el historial de cultivos de su campo (Wikifarmer, 2017).

1.2.4 Ciclo biológico del cultivo

En climas templados y subtropicales el arroz cultivado (*Oryza sativa*) se considera una planta anual semiacuática. Sin embargo, en climas tropicales el arroz puede sobrevivir como perenne al rebrotar luego de realizada la cosecha (esta capacidad de rebrote puede emplearse para realizar una segunda cosecha o bien para emplearlo como forraje para pastoreo ganadero) (Olmos, 2006).

1.2.4.1. Macollamiento

Para el inicio de macollamiento la planta necesitó de 140,9 grados día; en inicio de primordio 1268,9; para floración 1746,0; y completó su ciclo con un total de 2333,2 grados día. El estudio permite concluir que, para una variedad de ciclo largo (130-135 días), cuando la acumulación de grados día sea igual o similar a los datos anteriores, la planta está iniciando una de las etapas fenológicas mencionadas; no obstante, se debe calibrar cada una de las variedades de mayor uso por el productor, debido a que entre ellas existen diferencias en duración del ciclo de cultivo (Velázquez, Rosales, Rodríguez, y Salas, 2015).

1.2.4.2. La fase reproductiva

Elongación y engrosamiento de la vaina. - Del inicio de la panoja hasta su completo desarrollo dentro de la vaina de la hoja bandera.

Espigazón. - De la aparición de la punta de la panoja fuera de la vaina de la hoja bandera, hasta más del 90% de emergencia de la panoja.

Floración. - De la primera floración hasta la total floración de la panoja (Zaragoza, 2010).

1.2.5 Principales plagas del cultivo de arroz

Las plagas y enfermedades en el cultivo de arroz va depender de la zona de siembra, la temperatura, humedad relativa. Entre ellas tenemos: *Diatraea saccharalis*, *hydrellia sp*, *Obeolatus*, *Pomácea canaliculata*, *Singamia Sp*, *Togasodes oryzicolus*, *Spodoptera frugiperda*, *Tibraca limbativentris*, *Oebalus ornatus* (INIAP, 2014).

El arroz es atacado por insectos plagas en mayor o menor grado inciden sobre el normal desarrollo y rendimiento del cultivo. Una de las plagas más comunes que afecta al cultivo de arroz es *Diatraea saccharalis*, el daño en plantas de arroz lo realiza la larva al perforar el tallo y alimentarse del tejido esponjoso (Olvera, 2020)

1.2.6 *Diatraea saccharalis*

La broca del tallo tiene un ciclo de 75 días de los cuales 45 días corresponde a la etapa de gusano o de larva, donde es el momento en que actúa la avispa depositando sus huevos, los cuales empiezan a parasitar al gusano (Bonzi, 2013).

1.2.6.1. *Biología de Diatraea saccharalis*

La hembra es una mariposa de color gris pajizo con estrías bien marcadas en las alas; se caracteriza por tener los palpos extendidos a manera de pico corto. El tamaño de los adultos varía de 20 a 25 mm. Presenta hábitos nocturnos, con una longevidad de 4 a 6 días, como promedio (Pérez, 2018).

La hembra oviposita en la noche, en el haz y envés de las hojas superiores de las plantas de arroz. Los huevos son ovalados de 1 mm de longitud, son de color crema recién ovipositados y rojizos próximo a la eclosión. Los huevos son colocados en masas imbricadas, un promedio de 60 huevos. El período de incubación es de 5 a 8 días, dependiendo del clima (CINCAE, 2013). Se detalla en anexos la figura 2.

Cuando la larva está desarrollada mide de 25 a 35 mm, la cabeza es de color amarillo a pardo oscuro y el resto del cuerpo es de color habano. En la parte dorsal de cada uno de los segmentos del cuerpo tiene cuatro manchas ovaladas de color gris oscuro, dispuestas en forma de trapecio y de cada una de ellas sale un pelo o seta. La larva vive dentro del tallo y se alimenta de él, dejando en la base de la planta, residuos y excrementos semejantes al aserrín (Pérez, 2018). Se detalla en anexos la figura 3.

La pupa es de forma alargada y de color café claro, mide de 10 a 20 mm de longitud; este estado y el larval, transcurren dentro del tallo de la planta hospedante, formando una pequeña cámara cerca de la corteza para facilitar la salida del adulto. En este periodo permanece de 10 a 14 días, al final del cual emerge la mariposa (Pérez, 2018). Se detalla en anexos la figura 4.

El ciclo de vida de *D. saccharalis* es aproximadamente de 35 a 53 días, en dependencia de los parámetros climáticos, teniendo las larvas una duración de 18 a 25 días, etapa donde ocasiona los daños a las plantas de arroz (Pérez, 2018).

1.2.6.2. Ecología de *Diatraea Saccharalis*

Como se señaló anteriormente, además del arroz el insecto puede completar su ciclo en otros cultivos como: caña de azúcar, maíz, sorgo, millo, pastos y diversas poaceas que le sirven de hospederos alternos.

Los adultos comienzan a invadir los arrozales aproximadamente a los 30 días de germinada las plantas, aunque motivado por sus hábitos nocturnos, resulta difícil observarlos durante el día, aunque son atraídos por las trampas de luz durante la noche, lo que evidencia su presencia en el área (Olvera, 2020).

La longevidad del adulto hembra y macho, en la jaula, fue de 4,75 y 4,50 días respectivamente. Se describe además algunos aspectos morfológicos y del comportamiento (Castro, 2016).

1.2.6.3. Daño ocasionado por *Diatraea saccharalis*

El daño es más evidente en arroz de secano, aunque también afecta los arrozales irrigados. En América Latina, este insecto es considerado de poca importancia económica, pero puede ocasionar daño si la densidad de su población es alta (Wang, Huang, Dripps, y Yu, 2014).

1.2.7 Manejo integrado de plagas

En el MIP utilizando los hongos entomopatógenos en mezcla con la dosis completa o la mitad de la dosis de los inhibidores de síntesis de quitina o insecticidas químicos, mueren los insectos que son “susceptibles” al agroquímico y la población de insectos “resistentes” cuyo sistema inmunológico se afecta por la acción tóxica del agroquímico, aumentan la susceptibilidad a la enfermedad causada por los hongos entomopatógenos aumentando la proporción de control hasta niveles muy cercanos al 95 % (Olvera, 2020)

El MIP se basa en principios ecológicos, considera todo el agroecosistema en su conjunto. Como tal, comprende la aplicación armónica de diferentes métodos de control, como la lucha biológica y las prácticas culturales que requiere el cultivo, teniendo en cuenta los niveles poblacionales de las plagas y enfermedades a controlar, la presencia de los biorreguladores naturales, las etapas fenológicas del cultivo y las condiciones ambientales presentes (Meneses, y otros, 2001).

1.2.8 Componentes de rendimiento en arroz

Los componentes de rendimiento en arroz son cinco: plantas/m², macollos o ejes/m², granos/panícula y peso de los granos. Para lograr la expresión máxima de cada uno de estos componentes es necesario realizar una serie de prácticas de manejo agronómico en el cultivo (Vergara, y otros, 2019).

1.2.9 Control Biológico

El control biológico es la represión de las plagas mediante sus enemigos naturales, es decir mediante la acción de depredadores, parásitos y patógenos.

Los parásitos de las plagas: Insectos que viven a expensas de otro denominado hospedero, al que devoran progresivamente hasta causarle la muerte. Durante ese tiempo completan su propio desarrollo larval (Delgado y Ordoñez, 2011).

Depredadores: Son insectos u otros animales que causan la muerte de las plagas, en forma más o menos rápida succionándoles la sangre o devorándolos (AgroEs. es, 2018).

Entomopatógenos: El término entomopatógeno se refiere al microorganismo que es capaz de causar una enfermedad al insecto plaga, conduciéndolo a su muerte después de un corto período de incubación (Intagri, 2021).

1.2.10 Generalidades de los hongos entomopatógenos

Existen varios tipos de organismos entomopatógenos, tales como hongos, bacterias, nematodos y virus, de los cuales se mencionan las principales aplicaciones,

así como las empresas que comercializan en el país productos elaborados con estos. Se resume el progreso y las investigaciones realizadas en los últimos años como componentes de las estrategias de manejo integrado de plagas en cultivos, bosques, hábitats urbanos y de importancia médica y veterinaria (Pacheco, Reséndiz, y Arriola, 2019).

Uno de los factores que limita la producción de los cultivos son las plagas agrícolas. El uso indiscriminado de insecticidas orgánicos sintéticos ha traído como consecuencia como resistencia, nuevas plagas, contaminación ambiental y del hombre. Por estos factores han surgido sistemas nuevos de producción agrícola, como la producción orgánica; han creado la necesidad de productos inofensivos para otros organismos no perjudiciales (entomófagos) y han obligado a legislar más estrictamente sobre la presencia de residuos en los productos agropecuarios (Delgado, 2017).

Los hongos tienen un gran potencial para ser empleados como biocontroladores. Entre los principales hongos que presentan estas características están: *Beauveria*, *Metarhizium* y *Paecilomyces* (Lora y Betancourt, 2008).

Los hongos entomopatógenos no controlan como un insecticida químico, Bio Regulan las poblaciones de insectos plaga. y nematodos. Su acción es infectar, enfermar y después de 5 a 15 días les causan la muerte a las larvas, las pupas y los adultos/ de los insectos plagas (Cardona y Giraldo, 2015).

1.2.10.1. Clasificación de los hongos entomopatógenos

Los hongos son separados en dos divisiones: Myxomycota, forman plasmodios, y Eumycota, no forman plasmodios, pero son micelianos. En la división Eumycota tenemos cinco subdivisiones: Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina y Deuteromycotina. Las clases más importantes para el control de plagas agrícolas son: Zygomycetes e Hyphomycetes (Torné, Abad, y Jacquet, 2015).

Muchos hongos entomopatógenos se encuentran en la subdivisión Zygomycotina, clase Zygomycetes, orden Entomophthorales; en Ascomycotina, clase

Pyrenomycetes, orden Sphaeriales; clase Laboulbeniomyces, orden Laboulbeniales y en Deuteromycotina, clase Hyphomycetes, orden Moniliales (Cañedo y Ames, 2004)

1.2.10.2. Mecanismo de infección de los hongos entomopatógenos

Los hongos entomopatógenos son de gran potencia como agentes de control, existen más de 750 especies que al dispersarse en el ambiente causan infecciones fúngicas en las poblaciones de insectos. Estos hongos tienen un proceso infectivo cuando las esporas son retenidas en la superficie del integumento, donde se inicia la formación del tubo germinativo, comenzando el hongo a excretar enzimas (proteasas, quitinasas, quitobiasas, lipasas y lipooxigenasas) (Pucheta, Flores, Rodríguez, y Torre, 2006).

Estas enzimas degradan la cutícula del insecto y coadyuvan con el proceso de penetración por presión mecánica iniciado por el apresorio, una vez dentro del insecto, el hongo se desarrolla como cuerpos hifales diseminando a través del hemocele e invaden diversos tejidos musculares (cuerpos grasos, tubos de Malpighi, mitocondrias y hemocitos) ocasionando la muerte del insecto después de 3 a 14 días de iniciada la infección. Una vez muerto el insecto y ya agotados muchos de los nutrientes, el hongo inicia un crecimiento micelar e invade los órganos del hospedero (Pucheta, Flores, Rodríguez, y Torre, 2006).

Finalmente, las hifas penetran la cutícula desde el interior del insecto y emergen a la superficie, donde en condiciones ambientales apropiadas inician la formación de nuevas esporas (Pucheta, Flores, Rodríguez, y Torre, 2006).

1.2.10.3. Hongos entomopatógenos

Son organismos heterótrofos (no hacen fotosíntesis), poseen células quitinizadas no móviles. El inicio de la infección comienza por germinación de las esporas sobre el tegumento del individuo plaga. La dispersión de las esporas se da por el viento, lluvia e individuos enfermos y sanos. Son especies específicas o de amplio espectro de hospedantes (insectos y ácaros). El hongo sale del insecto enfermo

a través de las aperturas (boca, ano, orificios de unión de los tegumentos y artejos) y en la exterior forma sus estructuras fructíferas y las esporas (Monzón, 2001).

Evaluación de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* en el control de *Meloidogyne* spp. En lulo *Solanum quitoense* y tomate de árbol *Solanum* (Lora y Betancourt, 2008).

Los hongos deuteromicetes *M. anisopliae*, *P. lilacinus* y *B. bassiana*, actúan naturalmente en el campo por contacto o por ingestión en insectos plaga y nematodos que hacen daño económico en diferentes cultivos agrícolas. Existen más de 200 especies de insectos plaga que son afectadas por estos hongos (Delgado, 2017).

En el Caribe Cuba existen más de 220 laboratorios caseros de EMs. y son utilizados en varios cultivos y en especial en los campos inundados de cultivos de arroz (*Trichoderma*, *Metarhizium*, *Beauveria*) y otras especies de hongos y bacterias como biocontroladores de ciertos hongos e insectos, obteniendo una producción limpia en arroz para la soberanía alimenticia (Oreste, Jiménez, y Carr, 2006).

Se suelen comercializar en preparados a base de esporas que deben estar en agua unas 24 horas antes de su aplicación; comercialmente destacan los siguientes hongos entomopatógenos como controladores biológicos de insectos:

- ***Beauveria bassiana***: sobre Coleópteros.
- ***Verticillium lecanii***: sobre áfidos, moscas blancas y tisanópteros.
- ***Metarhizium anisopliae***: sobre Homópteros y Coleópteros en general.

Los hongos entomopatógenos poseen extrema importancia en el control de ectoparásitos, todos los ectoparásitos son susceptibles a las enfermedades fungosas y existen 700 especies de hongos entomopatógenos, y alrededor de 100 géneros; dentro de los más importantes son: *Metarhizium spp*, *Beauveria spp*, *Aschersonia spp*, *Entomophthora spp*, *Zoophthora spp*, *Erynia spp*, *Eryniopsis spp*, *Akanthomyces spp*, *Fusarium spp*, *Hirsutella spp*, *Hymenostilbe spp*, *Paecilomyces spp* y *Verticillium spp*,

pertenecientes a la clase Zygomycetes e Hyphomycetes (Padilla, Bernal, Vélez, y Montoya, 2000).

1.2.10.4. Características que favorecen a los hongos entomopatógenos

- Alto poder patogénico.
- Capacidad de multiplicación y dispersión en el ambiente a través de los individuos de la misma población.
- Se desarrollan a temperaturas entre 20 y 28 AC, pero no a 37 AC, por lo que se puede deducir que no son dañinos al hombre y animales de sangre caliente.
- Inocuidad para insectos benéficos.
- Crecen en medios de cultivo, utilizados en trabajos microbiológicos.
- Se pueden aplicar con equipos agrícolas convencionales (Monzón, 2001).

1.2.10.5. Clasificación taxonómica de los hongos

La clasificación taxonómica hecha por Ainsworth los hongos entomopatógenos se separan en dos divisiones: Myxomycota (forman plasmodios) y Eumycota (no forman plasmodios y son miceliales (Oreste, Jiménez, y Carr, 2006). Los hongos entomopatógenos tienen la división Eumycota y en las subdivisiones: Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina, Basidiomycotina y Deuteromycotina, los hongos entomopatógenos infectan individuos en todos los órdenes de insectos; la mayoría son Hemíptera, Díptera, Coleóptera, Lepidóptera, Himenóptera y Orthoptera (Rodríguez, 2018).

1.2.10.6. Características de la subdivisión Deuteromycotina

Monzón (2001), afirman que los Deuteromycotina u hongos imperfectos son imperfectos porque la mayoría de los hongos carecen de fase sexual, o bien ésta no se conoce. Al tener reproducción asexual, son formadores de conidias. Estos hongos

comprenden dos clases, Hyphomycetes y Coleomycetes. Muchos son patógenos altamente virulentos y han sido aplicados en el control de insectos plaga.

1.2.10.7. Características morfológicas de la clase Hyphomycetes

La descripción hecha por Cañedo y Ames (2004), sugiere que en esta clase las conidias no se forman ni en acérvulos ni en picnidios, sino que se originan en conidióforos libres o directamente en las hifas somáticas.

1.2.10.8. Cladosporium sp

Clasificación taxonómica: Reino: Fungí División: Deuteromycota Orden: Moniliales Familia: Dematiaceae Género: Cladosporium Especie: sp. (Bayer CropScience, 2006).

Características. En relación al hongo que engloba 40 especies, algunas de ellas fitopatógenas y la mayoría saprófitas sobre vegetación o sobre el suelo; algunas de sus especies son capaces de atacar celulosa, pectina y lignina. Este hongo se puede decir que es un género de distribución cosmopolita, siendo uno de los más aislado y abundante en los recuentos aerobiológicos de todo el mundo (Rodríguez, 2008).

1.2.10.9. Paecilomyces spp

Clasificación taxonómica: Reino: Fungi División: Myxomycota Sub división: Deuteromycotina Clase: Hyphomycetes Orden: Moniliales Familia: Moniliaceae Género: Paecilomyces Especie: farinosus, tenuipes, fumosroseus, lilacinus (Monzón, 2001).

Características: es un hongo presente en la mayoría de suelos, presentándose en una mayor concentración en suelos subtropicales y tropicales (Branstetter, 2015). Ha sido observado sobre Lepidópteros, Coleópteros y Orthópteros. presenta micelio tabicado, conidióforos verticilados, células conidiógenas o fálides subglobosas, con un cuello estrecho donde nacen las conidias ovoides a subglobosas, desarrollándose en

sucesión basipétala. El género *Paecilomyces* presenta hifas hialinas a amarillosas, septadas, de paredes delgadas (Cañedo y Ames, 2004).

Plagas que controla. Este hongo es el enemigo natural de muchas plagas que pertenecen a los órdenes Hemíptera y Homóptera, dentro de los que se encuentran las moscas blancas *Trialeurodes* y *Bemisia*. También tiene efecto contra dípteros y lepidópteros.

Es un hongo filamentoso que se puede encontrar naturalmente en el suelo, es altamente adaptable por lo que puede llegar a ser entomopatógeno, micoparásito, saprófito o nematófago. *P. lilacinus* es un hongo especialmente utilizado en la represión de los nematodos principalmente del género *Meloidogyne* (Cañón y Sanabria, 2017).

Modo de acción. El hongo en contacto con el insecto entra en competencia con la microflora cuticular, produciendo un tubo germinativo que atraviesa el tegumento del insecto y se ramifica dentro de su cuerpo, secretando toxinas que provocan la muerte del hospedante. El insecto muerto queda momificado y bajo condiciones de humedad, se cubre posteriormente de una esporulación blanquecina o lila. Las esporas contenidas entran en contacto con el cuerpo de los nematodos, se fija en la pared externa del cuerpo del nemátodo, luego germinan y producen unas estructuras especializadas, a través de las cuales penetran en el cuerpo del nemátodo (VERSA, 2018).

1.2.10.10. *Beauveria bassiana*

Es un hongo ascomiceto mitospórico que crece de forma natural en los suelos de todo el mundo. Su poder entomopatógeno le hace capaz de parasitar a insectos de diferentes especies, causando la enfermedad blanca de la muscardina, nombre por el cual se la conoce (Oreste, Jiménez, y Carr, 2006).

Clasificación taxonómica: Súper Reino: Eucariota Reino: Myceteae División: Amastigomycota Subdivisión: Deuteromycotina Clase: Hyphomycetes Género: *Beauveria* Especie: *bassiana* (Vázquez, 2018).

Taxonomía de la *Beauveria bassiana*: Pertenece al reino de los Fungi (designa a un taxón o grupo de organismos eucariotas entre los que se encuentran los mohos, las levaduras y los organismos productores de setas) de la división de las Ascomycota, cuyos hongos con micelio tabicado, producen ascosporas endógenas; además es de la clase Sordariomycetes; esta clase generalmente produce sus ascas en cuerpos fructíferos periteciales, es conocida como Pyrenomycetes ya que suelen aparecer en bosques que han sido arrasados por el fuego; pertenece a la orden de las Hypocreales que usualmente se reconocen por sus brillantes colores, periteciales ascomatas, o estructuras productoras de esporas; de la familia Clavicipitaceae, Género de *Beauveria* y de la especie *bassiana*, cuyas diversas especies son típicamente patógenos de insectos (Castro, 2016).

Modo de acción: *Beauveria bassiana* es parásito facultativo, cuyas conidias que constituyen la unidad infectiva del hongo. El proceso infectivo que lleva al insecto atacado a morir por el hongo se cumple en tres fases:

La primera fase de germinación de esporas y penetración de hifas al cuerpo del hospedero dura de 3 a 4 días. La penetración del hongo al hospedero ocurre a través de la cutícula o por vía oral. Cuando la penetración se da por la cutícula intervienen lipasas, quitinasas y proteasas. El tubo germinativo de la conidia lo invade directamente, penetrando la epicutícula, dando lugar a cuerpos hifales, los cuales se desarrollan en el hemocele y circulan en la hemolinfa. La patogenicidad del hongo sobre los insectos depende de una compleja relación entre la habilidad del hongo para penetrar la cutícula y la fortaleza del sistema inmunológico del insecto para prevenir el desarrollo del hongo. Esta relación se debe a factores muy concretos incluidos las diferencias cuticulares, la penetración cuticular y las reacciones inmunes (Vázquez, 2018).

Es un hongo imperfecto de la clase Deuteromycetes, capaz de infectar a más de 200 especies de insectos. Es de apariencia polvosa, de color blanco algodonoso o amarillento cremoso. El ciclo de vida de este hongo consta de dos fases: la patogénica y la saprofitica (Oreste, Jiménez, y Carr, 2006).

Se estudió un aislamiento nativo del hongo *Beauveria sp.* obtenido de una larva de *Diatraea sp.*, el cual fue identificado molecularmente como *B. bassiana* mediante el análisis basado en las secuencias de la región espaciadora interna transcrita del ADN ribosomal (ITS) (García, y otros, 2018).

Aplicaciones del hongo en campo: debe aplicarse bajo condiciones propicias para su desarrollo, es decir, deben prevalecer condiciones idóneas de medio ambiente como temperatura y humedad además de la presencia de hospederos (plaga objetivo). La aplicación más común es la vía foliar, en las cuales se emplean formulaciones líquidas o sólidas a pH 6 o 7; también el uso de trampas con organismos inoculados con el hongo, adicionando feromonas como atrayente; y, a través del riego en “drench”. Para que actúe requiere ponerse en contacto con el insecto, de otra manera no tendrá acción alguna. En el siguiente cuadro se indica con ejemplo las plagas controladas por la *Beauveria bassiana* en distintos cultivos (Monzón, 2001).

1.2.10.11. *Metarhizium anisopliae*

Clasificación taxonómica: Súper Reino: Eucariota Reino: Myceteae División: Amastigomycota Subdivisión: Deuteromycotina Clase: Deuteromycetes Subclase: Hiphomycetidae Orden: Moniliales Género: *Metarhizium* Especie: *anisopliae* (Padilla, Bernal, Vélez, y Montoya, 2000).

Características: Presenta micelio septado, coidióforos característicos sobre los cuales surgen los conidios en columnas compactas, los conidios son generalmente unicelulares y cilíndricos de dimensiones variadas. Se caracteriza por tener fialides cilíndricas, sosteniendo cadenas de conidios cilíndricos que se adhieren lateralmente formando columnas conidiales. Se diferencia de *Metarhizium flavoridae* debido a que posee fialides clavadas sosteniendo cadenas de conidios ovoides o elipsoidales que se adhieren típicamente en masas paralelas, las dimensiones de los conidios se caracterizan por tener de 5 a 7.5 micras de largo y 2.3 a 3.7 micras de ancho. Existe variación en la dimensión de los conidios de 2 a 10.6 micras de largo y 3.5 a 8 micras de ancho (Padilla, Bernal, Vélez, y Montoya, 2000).

1.2.11 Producción de hongos entomopatógenos

Según Monzón (2001), citado por Carreño (2003); la producción de hongos entomopatógenos se basa en la multiplicación masiva del hongo y sus estructuras reproductivas en un sustrato.

- **Medios de Cultivo:** Todos los medios de cultivo utilizados en micología deben contener los nutrientes suficientes para asegurar el desarrollo de los hongos (carbono, nitrógeno, vitaminas, oligoelementos, etc). El pH ha de ser 5 ó ligeramente ácido para facilitar el crecimiento de los hongos e inhibir al mismo tiempo el desarrollo de otros microorganismos. Además, se deben añadir antibióticos antibacterianos para inhibir el crecimiento de las bacterias saprofitas que suelen contaminar las muestras. Los más usados son el Cloranfenicol y la Gentamicina (Delgado, 2017).
- **Medios naturales:** se caracterizan por estar preparados por compuestos de origen natural y su composición no es exacta, como pedazos o infusiones de frutas, vegetales, granos de cereales o tejidos animales. Estos medios varían mucho en su composición, no son fácilmente reproducibles, ni de amplio uso (Cañedo y Ames, 2004).
- **Medios semisintéticos:** Están conformados por compuestos de origen natural y químico, estos medios de cultivo están preparados con peptonas, extractos de plantas, agar y otros compuestos de procedencia desconocida o variable (Cañedo y Ames, 2004).
- **Medios sintéticos:** Presentan composición química definida cuantitativa y conocida. La mayoría de las fórmulas de los medios de cultivo utilizados para hongos contienen peptona, algún carbohidrato y agar (Cañedo y Ames, 2004).

1.2.11.1. Reactivación de los hongos entomopatógenos

El procedimiento para mantener la virulencia constante mediante inoculación del hongo a un insecto hospedero vivo y su posterior re-aislamiento una vez muerto el

mismo. La frecuencia de estos pases por insectos está dada por las veces que la cepa puede ser multiplicada sin perder su virulencia recomendándose generalmente hacerla cada 3 o 4 pases por medio nutriente natural o sintético. Otro método empleado para mantener cepas virulentas ha sido la incorporación de larvas de lepidópteros desecados y pulverizados a un medio nutriente comercial (Carreño, 2003).

1.2.12 Control químico

Los spinosines son insecticidas que provienen de la fermentación de dos bacterias del suelo, *Saccharopolyspora spinosa* y *S. vitticeps*. *Spinosad* o *spinetoram*, los dos ingredientes activos provienen a partir de los spinosines “Presidential Green Chemistry Challenge Award” en 1999 y 2008. *Spinosad* deriva íntegramente de la fermentación, mientras que *Spinetoram* se crea haciendo dos modificaciones sintéticas a los spinosines derivados de la fermentación (Wang, Huang, Dripps, y Yu, 2014).

1.3 Fundamentación Legal

REGLAMENTO A LA LEY ORGÁNICA DE AGROBIODIVERSIDAD, SEMILLAS FOMENTO DE LA AGRICULTURA SUSTENTABLE

Tercer Suplemento del Registro Oficial No.194, 30 de abril 2020

Normativa: Vigente

Última Reforma: Decreto 1011 (Tercer Suplemento del Registro Oficial 194, 30-IV2020)

CONSIDERANDO:

Que, la Constitución de la República en su artículo 13 establece el derecho de las personas y colectividades al acceso seguro y permanente de alimentos sanos, suficientes y nutritivos; preferentemente producidos a nivel local y en correspondencia con sus diversas identidades y tradiciones culturales;

Que, el artículo 14 de la Constitución de la República, reconoce a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, así como la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados;

Que, el artículo 15 de la Constitución de la República, prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso, entre otros, de agroquímicos internacional mente prohibidos; además de las tecnologías y agentes biológicos experimentales

nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los ecosistemas; Que, el número 8 del artículo 57 de la Constitución de la República, establece que entre los derechos que se reconoce y garantiza a las comunas, comunidades, pueblos y nacionalidades está el de conservar y promover sus prácticas de manejo de la biodiversidad y de su entorno natural, debiendo el Estado además establecer y ejecutar programas con participación de la comunidad que aseguren la conservación y utilización sustentable de la biodiversidad (Moreno, 2020).

CAPÍTULO 2

ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 Métodos

El Método de esta investigación fue inductivo - deductivo, donde se determinó la efectividad y resultados de los hongos antagonista (*Beauveria bassiana* + *Paecilomyces lilacinus* + *Metarhizium anisopliae*) sobre el control de *Diatraea Saccharalis* en el cultivo del Arroz.

El modelo metodológico fue empírico-experimental, donde se determinó la información obtenida en bases teóricas para el manejo de la plaga en el cultivo del Arroz.

La Método de la investigación comprende en dos fases, fase de Campo y de laboratorio, en el campo se determinó la eficacia de las cepas en el control de barrenador del tallo, mientras que en el laboratorio se determinó la patogenicidad de las cepas contra el insecto objetivo.

Fase de Laboratorio: Se realizó prueba de eficacia de las cepas de hongos utilizadas en el tratamiento en el laboratorio, en las cuales se realizó los siguientes pasos como parte de la metodología.

1.- Se seleccionaron larvas de *Dittraea saccharalis* procedentes del laboratorio con dietas artificiales con la finalidad estén libres de cualquier enfermedad.

2.- Para comenzar la inoculación de acuerdo la dosis se hizo una disolución en agua

3.- Una vez obtenido la concentración o solución con un plato agitador se homogenizo para que quede una mejor distribución del producto de inoculación.

4.- Se emergió las larvas durante un minuto en la solución y luego se colocó en las cajas petris de acuerdo a los tratamientos indicados inicialmente.

5.- Como alimento se colocaron rodajas choclo.

6.- Las larvas que presentaron síntomas de la enfermedad se procedieron a colocar en cámaras húmedas, para evidenciar la presencia o el desarrollo del hongo en larvas de *Diatraea*.

7.- Cada día 15 días se realizaron observaciones para determinar la presencia del hongo entomotageno y se recolectaron los datos correspondiente a los tratamientos .

Fase de Campo: Esta fase se la realizó en el cultivo de arroz de la zona Palestina utilizando Bloques al Azar para determinar los resultados de las variables en estudio, se realizó un cultivo de trasplante que se lo llevaron a la cosecha, para medir todas las variables.

2.1.1 Modalidad y tipo de investigación

La modalidad a emplearse fue experimental, se basa en el uso de un complejo de hongos antagonistas (*B. bassiana* + *P. lilacinus* + *M. anisopliae*); combinando con el producto Spinetoram con la finalidad de manejar la incidencia del barrenador del tallo en el cultivo de arroz bajo un diseño en campo experimental.

El tipo de investigación empleada fue descriptivo, donde se menciona el ciclo biológico del Insecto y su desarrollo y su efecto en el rendimiento final; comparativo, mediante el uso de diferentes hongos entomopatógeno se obtuvo una mayor eficacia en el manejo de la plaga.

2.2 Variables

2.2.1 Variable independiente

Hongos Entomopatógenos: (*Beauveria bassiana* + *Paecilomyces lilacinus* + *Metarhizium anisopliae*) + Spinetoram.

2.2.2 Variables dependiente

Las variables dependientes que se consideraron fueron las siguientes:

Macollos: Se evaluaron daños en las plantaciones procedentes de trasplante, donde se realizaron aproximadamente entre los 30 y 45 días después, esto se realizó cuando la mayor parte de las plantas alcanzaron su máximo macollamiento. Para lo cual se utilizó el método de Gómez (1972), el cual consiste en seleccionar 10 plantas del area útil de cada parcela experimental.

$$P = \frac{I}{nx + (N - n)y} \times 100$$

- **P:** % de daños en 10 plantas evaluadas.
- **I:** Número total de tallos dañados en todas las plantas infestadas
- **n:** Número total de plantas infestadas
- **x:** Número promedio de tallos infestadas por planta
- **N:** Número total de plantas sanas más Infestadas (10 plantas por parcela experimental)
- **y:** Número promedio de tallos sanos por plantas sanas.

Número de barrenos en 100 tallos (NB): Se contabilizaron el número presente de barrenadores de tallos en cada uno de los tratamientos en estudio. Se utilizó la formula detallada por (Kamran y Raros, 1968).

$$NB = \frac{Ni \times nb}{N \times n} \times 100$$

- **NB:** Número de barrenos en 100 tallos
- **NI:** Número de plantas dañadas
- **N:** Número total de plantas examinadas (10 Plantas por cuadro experimental)
- **nb:** Número de barrenos obtenidos por análisis de las plantas evaluadas
- **n:** Número total de tallos de la muestra en 10 plantas

Número de pupas en 100 tallos (NP): Se contabilizaron las pupas encontradas en 100 tallos, de cada tratamiento, para ello se utilizó la fórmula de (Kamran y Raros, 1968).

$$NP = \frac{Ni \times np}{N \times n} \times 100$$

- **NP:** Número de pupas en 100 tallos
- **Ni:** Número de plantas dañadas
- **N:** Número total de plantas examinadas (10 plantas por cuadro experimental)
- **nb:** Número de pupas obtenidas por análisis de las plantas evaluadas
- **n:** Número total de tallos en la muestra de 10 plantas

Espigas Vanas: Se efectuaron cuando la mayor parte de las plantas hayan alcanzado la etapa de amarilla miento o maduración del grano. Alrededor de 110 a 125 días después del trasplante. Se tomaron al azar 200 tallos espigados por cuadro muestreado, contándose 20 tallos por mata, determinados por la base de los tallos principales. Si las plantas tenían menos de 20 tallos espigados, se completaron con los de la planta contigua. Se anotó el número de tallos espigados con panículas sanas, con panículas parcialmente vacías y con panículas vacías.

Eficacia: Para este ensayo fue importante valorar la efectividad del manejo de *Diatraea Saccharalis* a través del complejo de hongos antagonistas a base de (*Beauveria bassiana* + *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae*), combinado con Spinetoram que se ha considerado. Por lo tanto, se determinó la eficacia posterior a cada aplicación del producto y previo a la siguiente. Para esto se utilizó la expresión propuesta por Abbott, la cual se detalla a continuación:

$$\text{Eficacia} = \frac{\% \text{ Daño de testigo absoluto} - \% \text{ Daños de tratamientos}}{\% \text{ Daño testigo absoluto}} \times 100$$

Se realizó un análisis de eficacia en el laboratorio para determinar su efectividad de cada hongo en el laboratorio.

Productividad del cultivo: Esta variable se considerado como elemento indirecto de valoración de la efectividad del complejo de hongos antagonistas. Se realizó la cosecha a los 120 días del ciclo del cultivo (madurez fisiológica), los pesos fueron ajustados al 13% de humedad. Para esto se utilizó una balanza digital y el dato se reportó en kg/ha.

	TIPO DE VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
INDEPENDIENTE	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Beauveria bassiana</i> • <i>Paecilomyces lilacinus</i> <i>Metarhizium anisopliae</i> Spinetoram 	<p>Son especies de hongos beneficiosos para las plantas que actúan como métodos biológicos contra diversos patógenos vegetales.</p> <p>El Spinetoran es una molécula de Origen Biológico controla <i>Diatraea saccharalis</i> en el cultivo de Arroz</p>	<p>Diferentes tratamientos que influirán en los resultados a obtenerse.</p> <p>Comparación del efecto de diferentes cepas antagónicas.</p> <p>Estimación económica.</p> <p>Eficacia en Laboratorio</p>	<p>Dosificación.</p> <p>Unidades experimentales</p> <p>Imágenes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cepas de Hongos • Cultivo Experimental • Cepas de Hongos • Entomopatógeno • Spinetoram • Laboratorio
	DEPENDIENTE	<p>Macollos</p> <p>Espigas Vanas</p> <p>Eficacia</p> <p>Rendimiento</p>	<p>Macollos es el número de tallos que conforman una planta.</p> <p>Las espigas en el cultivo del arroz es una variable que indica el grado afectación.</p> <p>La eficacia es una capacidad de respuesta para alcanzar un resultado determinado, o para producir un efecto esperado.</p> <p>El rendimiento es la productividad obtenida del cultivo de interés.</p>	<p>Tallos sanos, % de afectación de los tallos, con Barreno.</p> <p>Espigas llenas y espigas vanas.</p> <p>Se determinará la eficacia posterior a cada aplicación del producto y previo a la siguiente.</p> <p>Al final del ensayo se cosecharán los granos fisiológicamente maduros para la obtención de el rendimiento</p>	<p>Forma porcentual</p> <p>Forma Porcentual</p> <p>Forma porcentual</p> <p>Kg/ha</p>

2.2.3 Tratamientos

Los tratamientos en estudio fueron vinculados a la recopilación bibliográfica, en este caso se utilizaron productos de hongos entomopatógenos (*Beauveria bassiana* + *Paecilomyces lilacinus* + *Metarhizium anisopliae*), un producto químico (Spinetoram) y un testigo absoluto, cabe indicar que los tratamientos están comprendidos de cinco, cada uno de los productos estuvieron representados en dosis por ha (2lit y 100cc) en cada unidad experimental. La frecuencia de aplicación fue de 15, 30, 45 días, como lo detalla la tabla 1.

Tabla N° 1. Tratamientos

N°	Tratamientos	Dosis aplicar (ha)	Frecuencia de aplicación (días)
T1	<i>B. bassiana</i>	2 lit	15 - 30 – 45
T2	<i>P. lilacinus</i>	2 lit	15 - 30 – 45
T3	<i>M. anisopliae</i>	2 lit	15 - 30 – 45
T4	Spinetoram	100 cc	15 - 30 – 45
T5	Testigo absoluto	0	0

Elaborado por: Martillo, 2022

2.3. Población y muestra

2.3.1. Muestra

En cada cuadro se tomaron 10 plantas distribuidas en la parte central para medir las afectaciones de *Diatraea saccharalis* en el tallo y en el caso de las afectaciones de las espigas se tomaron 20 tallos de forma aleatoria evitando el efecto borde de cada tratamiento en estudio.

2.4. Técnicas de recolección de datos

Para la investigación del presente trabajo experimental se obtuvo información de libros, revistas científicas, tesis de grado, maestría, doctoral, periódico y guías técnicas. Además, para el desarrollo de tablas y datos obtenidos se empleó los programas Microsoft Excel e InfoStat.

Los materiales que se utilizaron en el ensayo de campo y laboratorio fueron: balanza digital, lupa, bolsas plásticas, rabón, balde, libreta de apuntes, computadora, cámara fotográfica, escalas de muestra, bomba de fumigar a motor, insumos agrícolas, caja Petri, una cámara de flujo, agua destilada e incubadora para multiplicar el hongo en sus condiciones climáticas favorables.

2.5. Estadística descriptiva e inferencial

Se realizó mediante el análisis de varianza (ANOVA), que estuvo seguida por la comparación de medias a través de la prueba de Tukey, con una probabilidad del 5 % de error tipo 1 ($p < 0.05$). Para el análisis de los procesamientos de datos se utilizaron programas como Excel e Infostat que nos ayudó en los datos y gráficas. Como se detalla en la tabla 2.

Tabla N° 2. Análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Total	20
Tratamientos (t-1)	5
Repeticiones (r-1)	4
Error experimental	12

Elaborado por: Martillo, 2022

2.6. Diseño experimental

El diseño fue un Diseño de Bloques Completamente al Azar con cinco tratamientos, cuatro repeticiones y un total de 20 unidades. Cabe indicar que cada tratamiento en estudio es la unidad experimental. Donde se tomaron las plantas necesarias para evaluar cada una de las variables.

El lote de campo estuvo diseñado con las siguientes dimensiones 25 metros de largo y 30 metros de ancho; con un total de 750 m². Cabe indicar que cada tratamiento tiene las dimensiones de 5 * 5 metros. La siembra de las plántulas de arroz se la realizó por transplante con los distanciamientos de siembras establecidos tanto entre planta y entre hilera. Cada unidad experimental se escogieron las plantas del medio sobre las cuales se aplicaron la tomade datos.

2.7. Cronograma de actividades

Se detallaron cada una de las actividades que se realizaron durante el periodo de investigación, desglosándose en la siguiente figura:

FASES	ACTIVIDADES	FECHAS	
		INICIO	FIN
Desarrollo y sustentación de anteproyecto	Desarrollo del proyecto	13/05/21	11/08/21
	Recepción del proyecto	14/08/21	14/08/21
	Designación del tribunal de seminario C-P	27/08/21	27/08/21
	Emisión de resolución	28/08/21	01/09/21
	Entrega de resolución a docentes	02/09/21	03/09/21
	Sustentación de proyecto de titulación	08/09/21	08/09/21
	Recepción de informe de tribunal de proyecto	09/09/21	09/09/21
	Aprobación de informe de sustentación de proyecto CP	14/09/21	14/09/21
	Emisión de resolución	15/09/21	19/09/21
	Entrega de resolución a estudiante	20/09/21	21/09/21
Desarrollo y entrega de artículo y trabajo de titulación	Desarrollo del trabajo de titulación <ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de la planta de muestreo • Toma de muestra • Toma de datos en campo • Obtención de datos • Tabulación y procesamiento de información • Análisis e interpretación de datos • Escritura de tesis 	22/09/21	20/01/22
	Análisis e interpretación de datos	21/01/22	21/02/22
	Recepción de trabajo de titulación concluido	22/02/22	25/02/22
	Presentación de informe coordinación de maestría	04/03/22	04/03/22
	Aprobación de informe de trabajo concluido	14/03/22	14/03/22
Designación del tribunal de sustentación final CP	Designación del tribunal de sustentación final CP	14/03/22	14/03/22
	Emisión de resolución	15/03/22	19/03/22

Entrega de resolución a docente y estudiante	18/03/22	20/03/22
Recepción de informe de los miembros de tribunal	19/03/22	21/03/22
Sustentación del trabajo de titulación	25/03/22	01/04/22
Recepción de informe de sustentación	26/03/22	02/04/22
Visto bueno coordinador maestría para empastar trabajo	29/03/22	05/04/22
Entrega de 3 empastados repositorio y 4 CD	03/04/22	10/04/22
Solicitud para ser declarado (a) apto (a)	03/04/22	10/04/22
Aprobación de informe de sustentación y declaración de Apto (a) CP	12/04/22	12/04/22
Emisión de resolución	13/04/22	13/04/22

Figura N° 1. Cronogramas de actividades
M. Martillo, 2022

RESULTADOS

Describir la incidencia de los Hongos *entomopatógenos Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en el control del barrenador en el cultivo de Arroz, Cantón Palestina.

Macollos porcentaje de Daños (%)

Según el análisis de varianza el porcentaje de daño en el macollo presentó diferencias significativas. El análisis estuvo respaldado por un coeficiente de variación del 24,10% para esta variable, el cual se encuentra dentro del rango aceptable para este tipo de experimento.

En la Tabla 3, se reporta la media registrada por tratamiento en la cual se refleja el porcentaje de daño en el macollo, para lo cual el Tratamiento T4 obtuvo la menor incidencia de daño al macollo (5,56 %). Estos valores son expresados de forma porcentual. Se aplicó el test de Tukey al 5% para la comparación de media para detectar significancia, en lo cual, en esta variable se encontró que existe similitud estadística entre Tratamiento 3 y Tratamiento 4. El testigo absoluto alcanzó el mayor porcentaje de daño al macollo (19,60%).

Tabla N° 3. Macollos, porcentaje de daño (%)

Tratamiento	Descripción	Media	**
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	11,20	b
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	12,34	b
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	9,02	a b
T4	<i>Spinetoran</i>	5,56	a
T5	Testigo Absoluto	19,60	c
Cv		24,10	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
M. Martillo, 2022

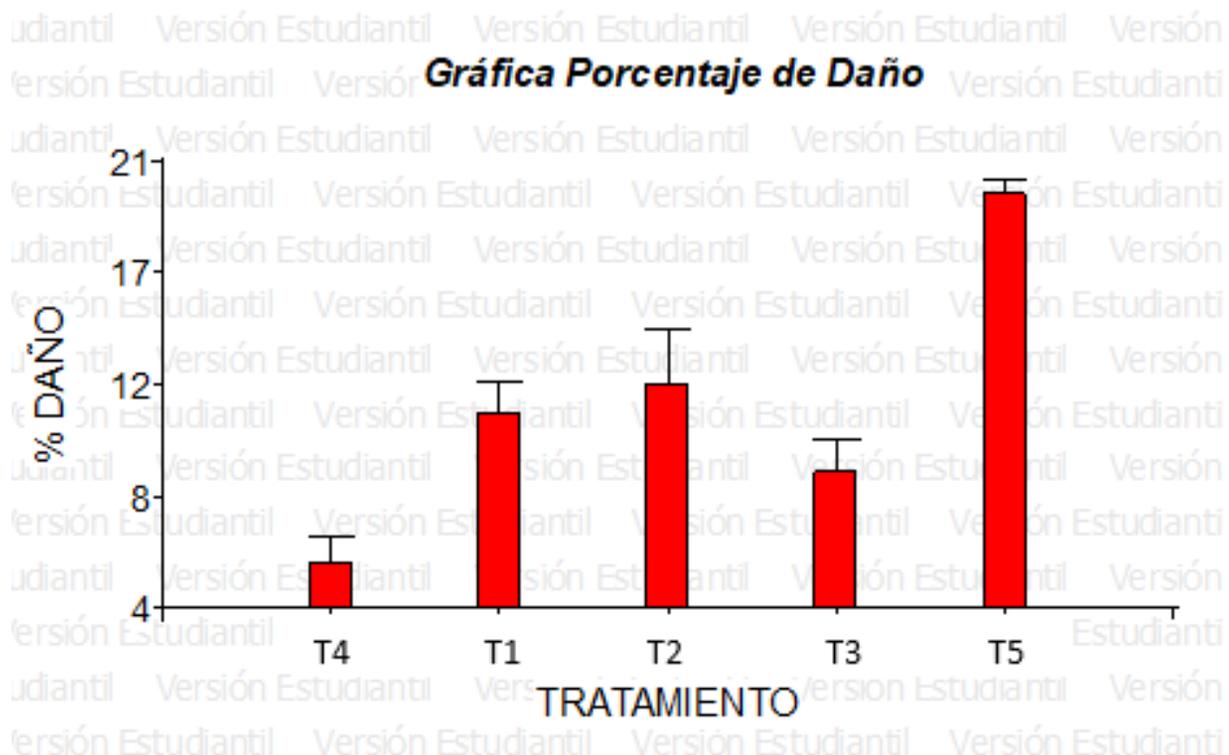


Figura N° 2. Gráfica de barra de la media del porcentaje de daño
M. Martillo, 2022

Porcentaje de barreno (%)

Según el análisis de varianza la presencia de barreno en el macollo presentó diferencias significativas. El análisis estuvo respaldado por un coeficiente de variación del 22,52% para esta variable, el cual se encuentra dentro del rango aceptable para este tipo de experimento.

En la Tabla 4, se reportan las medias registradas por cada tratamiento sobre el porcentaje de presencia de barreno, para lo cual, el Tratamiento T4 obtuvo la menor presencia de barreno (1,22 %). Se aplicó el test de Tukey al 5% para la comparación de media para detectar significancia, en lo cual, en esta variable se encontró que existe similitud estadística entre Tratamiento 3 y Tratamiento 4. El testigo absoluto alcanzó el mayor porcentaje de barreno (6,48 %).

Tabla N° 4. Porcentaje de barro (%)

Tratamiento	Descripción	Media	**
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	3,20	b
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	3,90	b
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	1,70	a
T4	<i>Spinetoran</i>	1,22	a
T5	Testigo Absoluto	6,48	c
Cv		22,52	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
M. Martillo, 2022

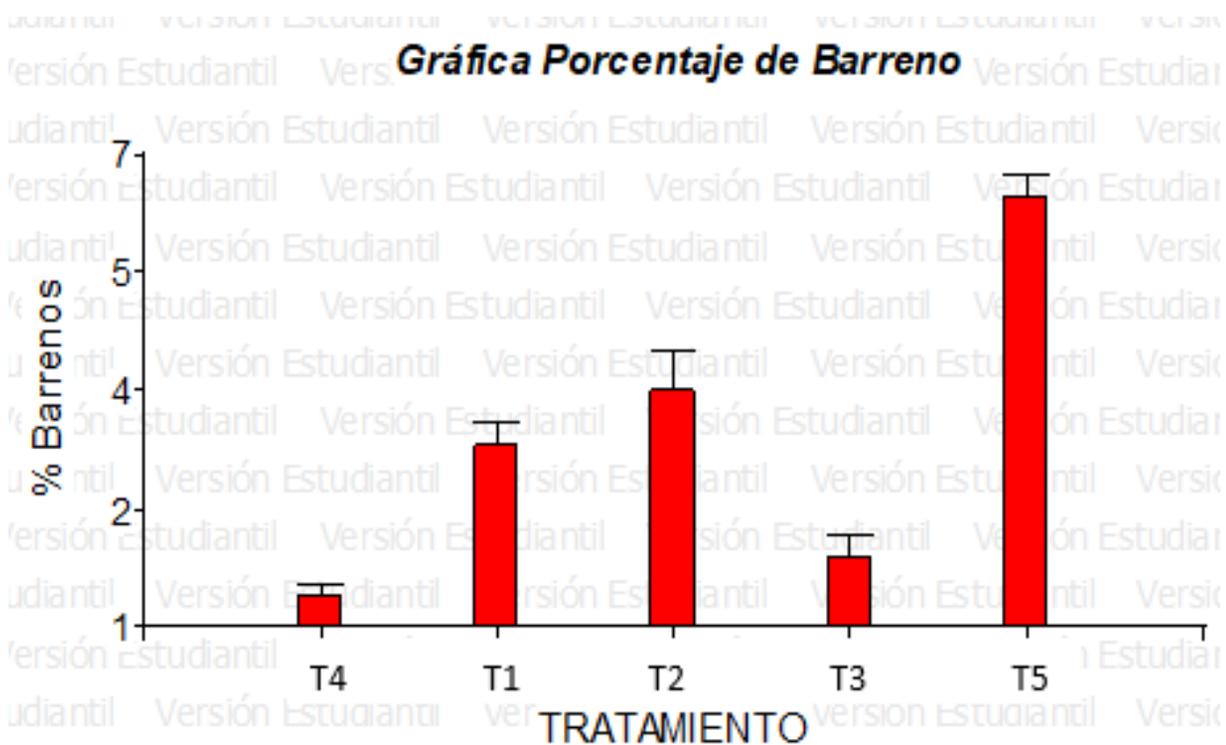


Figura N° 3. Gráfica de barra de la media del porcentaje de barro
M. Martillo, 2022

Porcentaje de pupas (%)

Según el análisis de varianza la presencia de pupas presentó diferencias significativas. El análisis estuvo respaldado por un coeficiente de variación del 22,87% para esta variable, el cual se encuentra dentro del rango aceptable para este tipo de experimento.

En la Tabla 5, se reportan las medias registradas por cada tratamiento para esta variable, para lo cual, el Tratamiento T4 obtuvo el menor porcentaje de presencia de pupas (1,86 %). Se aplicó el test de Tukey al 5% para la comparación de medias para detectar significancia, encontrándose en esta variable una similitud estadística entre Tratamiento 2, Tratamiento 3 y Tratamiento 4. El testigo absoluto alcanzó el mayor porcentaje de pupas (5,22 %).

Tabla N° 5. Porcentaje de pupas (%)

Tratamiento	Descripción	Media	**
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	3,36	B
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	3,12	a b
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	2,82	a b
T4	<i>Spinetoran</i>	1,86	A
T5	Testigo Absoluto	5,22	C
Cv		22,87	

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

M. Martillo, 2022

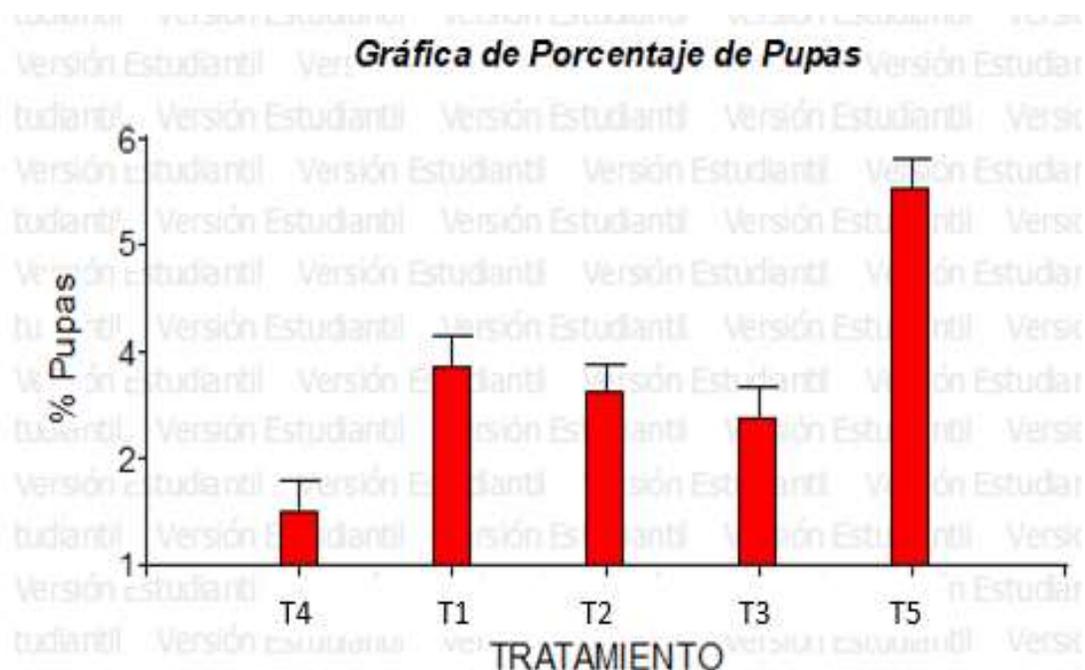


Figura N° 4. Gráfica de barra de la media del porcentaje de pupas

M. Martillo, 2022

Espigas vanas, Panícula sana (%)

La presencia de panículas sanas presentó diferencias significativas, según el análisis de varianza. El análisis contó con un adecuado grado de confianza respaldado por un coeficiente de variación de 5,13% el cual se encuentra dentro del rango aceptable para este tipo de ensayo.

Las medias alcanzadas por cada tratamiento se ven reflejadas en la Tabla 6, en la cual se observa que el Tratamiento T4 obtuvo en promedio el mayor número de panículas sanas (167,60). El test de Tukey al 5% para comparación de medias detectó significancia en el tratamiento T4. El tratamiento con menor cantidad de panículas sanas fue el testigo absoluto (128,0).

Tabla N° 6. Panícula sana

Tratamiento	Descripción	Media	**
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	153,60	b c
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	150,80	b
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	149,60	b
T4	<i>Spinetoran</i>	167,60	a
T5	Testigo Absoluto	128,00	c
Cv		5,13	

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

M. Martillo, 2022

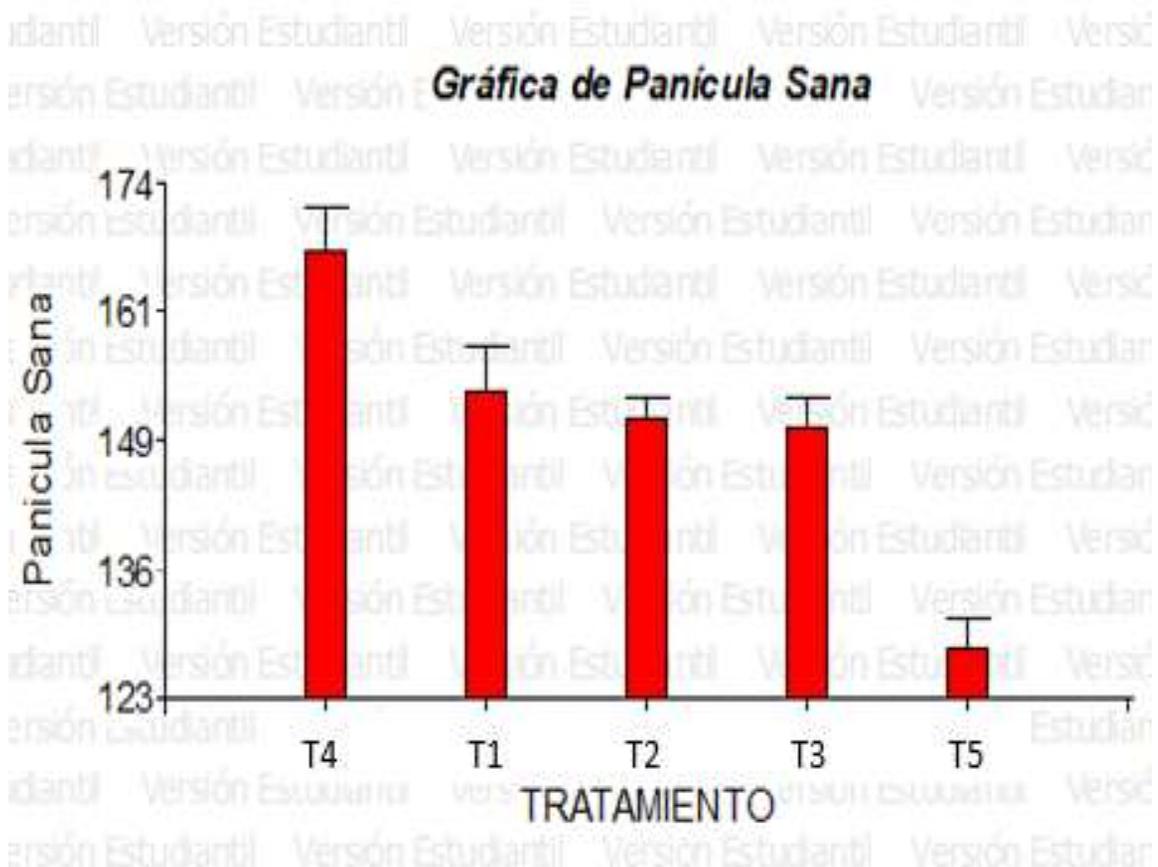


Figura N° 5. Gráfica de barra de la media de panícula sana
M. Martillo, 2022

Panícula parcialmente vacía (%)

La presencia de panículas parcialmente vacía, según el análisis de varianza, presentó diferencias significativas únicamente para el tratamiento T5 (Testigo absoluto). El análisis contó con un adecuado grado de confianza respaldado por un coeficiente de variación de 17,68% el cual se encuentra dentro del rango aceptable para este tipo de ensayo.

Las medias alcanzadas por cada tratamiento se ven reflejadas en la Tabla 7, en la cual se observa que el Tratamiento T4 obtuvo en promedio el menor número de panículas parcialmente vacías (20,20). El test de Tukey al 5% para comparación de medias detectó significancia en el tratamiento T5 (testigo absoluto) siendo este el tratamiento que presentó en promedio el mayor número de panículas parcialmente vacías (49,00).

Tabla N° 7. Panícula parcialmente vacía

Tratamiento	Descripción	Media	**
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	30,80	a
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	31,00	a
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	30,00	a
T4	<i>Spinetoram</i>	20,20	a
T5	Testigo Absoluto	49,00	b
Cv		17,68	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)
M. Martillo, 2022

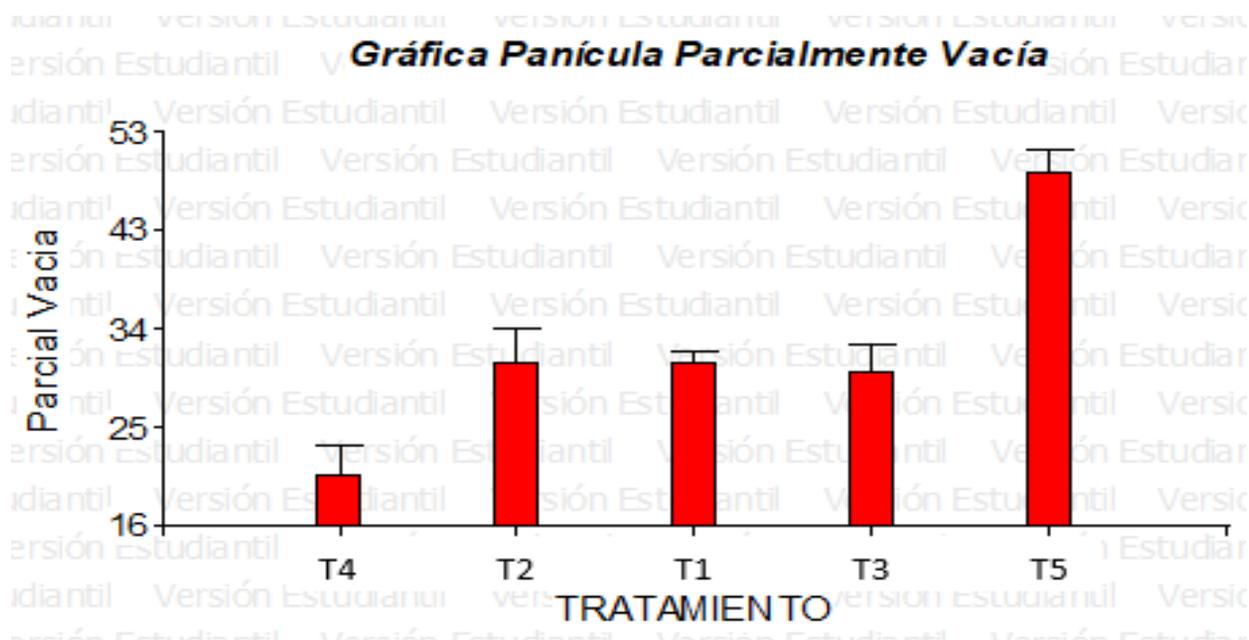


Figura N° 6. Gráfica de barra de la media de panícula parcialmente vacía

M. Martillo, 2022

Panícula vacía (%)

Según el análisis de varianza el número de panícula vacía presento diferencias significativas. Dicho análisis contó con un grado de confianza respaldado por un coeficiente de variación de 19,78% el cual se encuentra dentro del rango aceptable para este tipo de ensayo.

Las medias por cada tratamiento se ven reflejadas en la Tabla 8, en la cual se observa que el Tratamiento T4 obtuvo en promedio el menor número de panículas vacías (12,20). El test de Tukey al 5% para comparación de medias detectó diferencias de significancia en los tratamientos, siendo el testigo absoluto el que presentó en promedio mayor número de panículas vacías (23,0).

Tabla N° 8. Panícula vacía

Tratamiento	Descripción	Media	**
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	15,60	a b
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	18,20	a b c
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	20,40	b c
T4	<i>Spinetoran</i>	12,20	a
T5	Testigo Absoluto	23,00	c
Cv		19,78	

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

M. Martillo, 2022

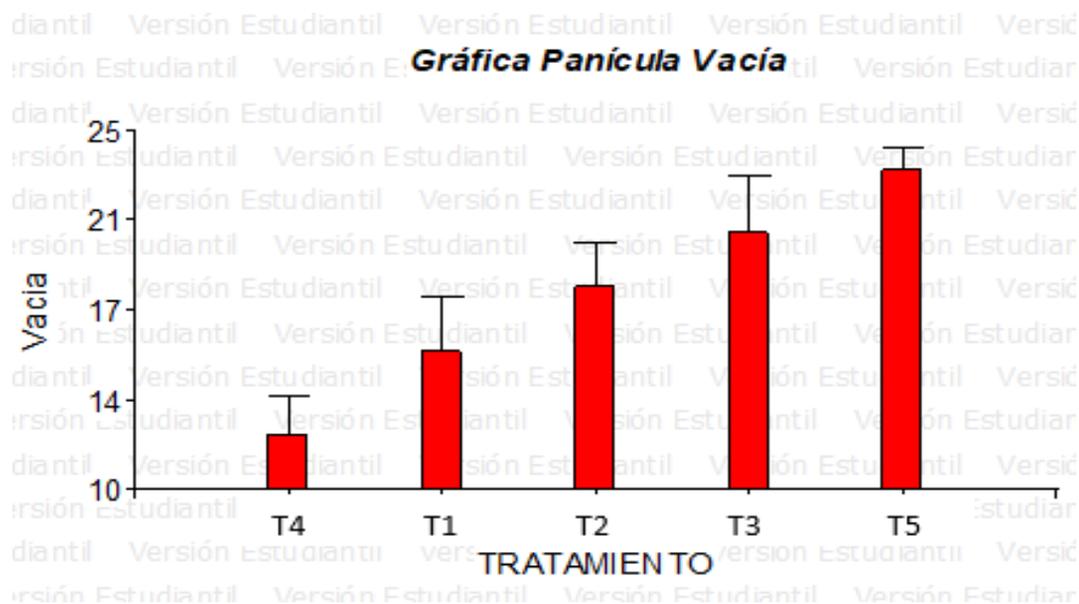


Figura N° 7. Gráfica de barra de la media de panícula vacía

M. Martillo, 2022

Identificar la dosis con mayor control del barrenador de las cepas de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en cultivo de arroz.

Eficacia (%)

La eficacia de los tratamientos, según el análisis de varianza, presento diferencias significativas en los tratamientos estudiados. El análisis conto un grado de confianza bueno, respaldado por un coeficiente de variación de 7,68%.

En la Tabla 9, se muestra la media de cada tratamiento. El test de Tukey al 5% para comparación de medias, detectó diferencias significativas en los tratamientos. El tratamiento T4 obtuvo la mejor eficacia del experimento con un 71,38% de efectividad, mientras que el tratamiento testigo absoluto obtuvo la menor eficacia (0%) seguido por el tratamiento T1 (58,88%).

Tabla N° 9. Eficacia (%)

Tratamiento	Descripción	Media	**	
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	58,88	b	
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	66,60	b	c
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	68,00		c
T4	<i>Spinetoran</i>	71,38	a	
T5	Testigo Absoluto	0,00		c
Cv		7,68		

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

M. Martillo, 2022

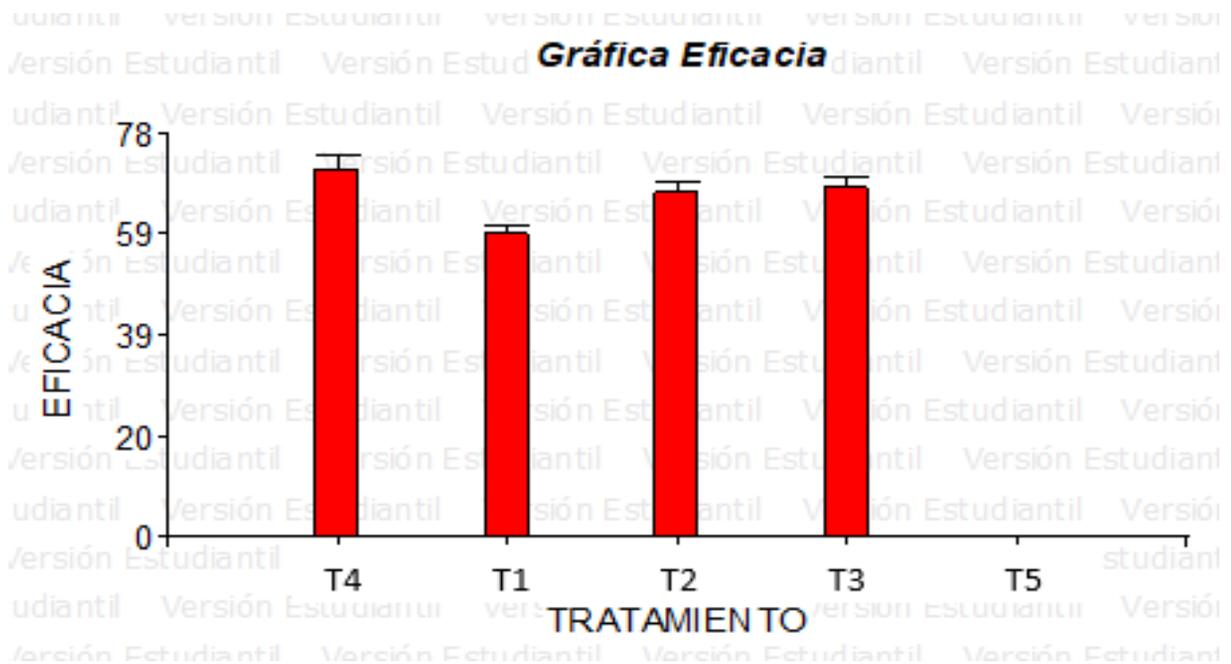


Figura N° 8. Gráfica de barra de la media de eficacia

M. Martillo, 2022

Eficacia en laboratorio

En cajas petri, se realizó la respectiva prueba de eficacia de los productos utilizados de hongos entomopatógenos para el control de *Diatraea saccharalis*. Luego de la siembra se mostró el crecimiento de las cepas, donde se verificó que los hongos utilizados corresponden a las cepas de *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lilacinus*, *Metarhizium anisopliae*. Como se detalló en la figura 9.

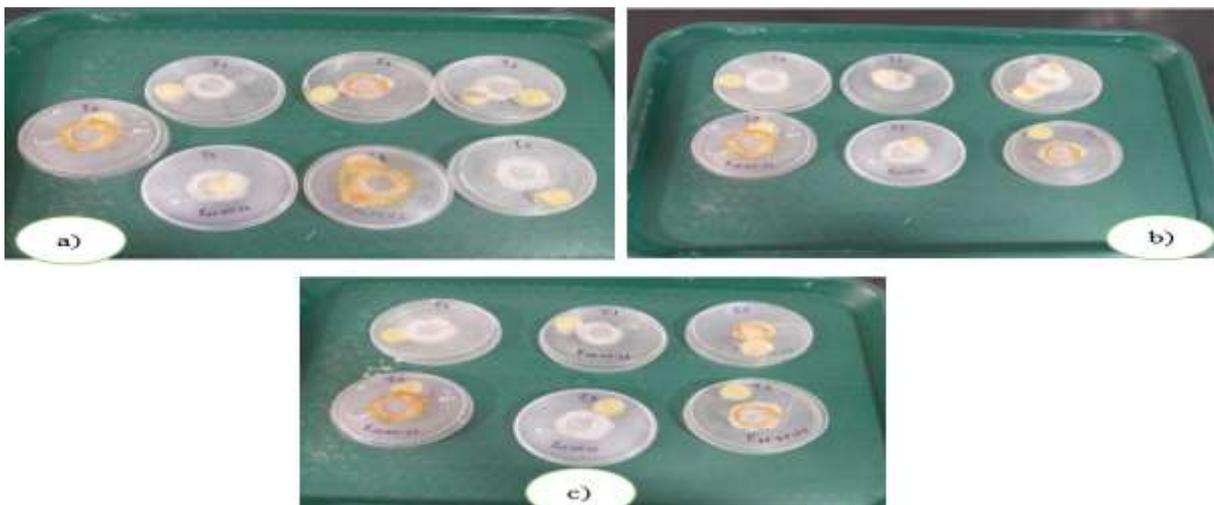


Figura N° 9. Crecimiento de *B. bassiana*, *P. lilacinus*, *M. anisopliae*.

M. Martillo, 2022

Posterior a la identificación de los hongos, se tomó muestras de la plaga (*D. saccharalis*), en estado larvario y se colocaran en las cajas petri en cámaras húmedas, donde fue inoculado con el hongo correspondiente a cada tratamiento en estudio para identificar el porcentaje de mortalidad de la plaga. Con ello se verifico que entre los 15 a 20 días la larva estuvo inoculada, donde se observó que cada cepa creció sobre la plaga causando la muerte del mismo. Cabe indicar que la utilización de los agentes antagonicos para el control de *D. saccharalis* son efectivos en laboratorio e inclusive más que en campo, ya que esto se debe a que se realizó en un ambiente controlado donde no existió un factor que intervenga. Como mostró en la figura 10.

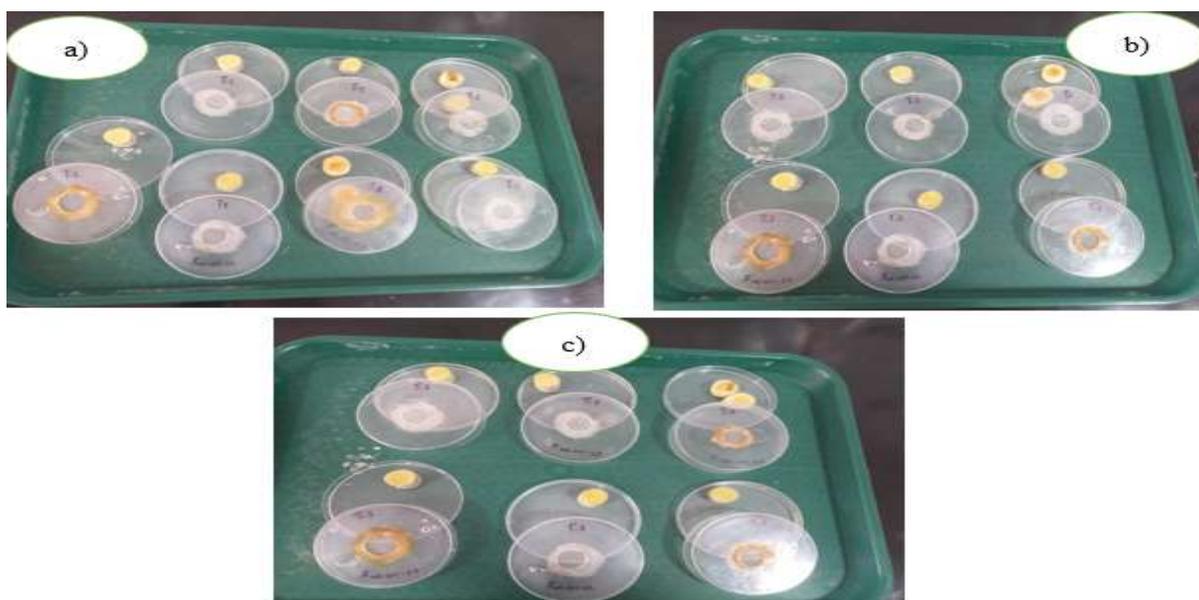


Figura N° 10. Porcentaje de mortalidad de la plaga (*D. saccharalis*)
M. Martillo, 2022

Determinar el efecto de los tratamientos de los controladores biológicos *Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en la productividad del cultivo de arroz.

Rendimiento (%)

Según el análisis de varianza el rendimiento (kg/ha) presento diferencias significativas en los tratamientos. El análisis conto con un grado de confianza bueno, respaldado por un coeficiente de variación de 6,86%.

En la Tabla 10, se muestra la media alcanzada por cada tratamiento sobre el rendimiento calculado en kg/ha. El test de Tukey al 5% para la comparación de medias demostró que existe diferencias significativas en la aplicación de los tratamientos. El Tratamiento T4 es diferente estadísticamente a los demás tratamientos, siendo además el tratamiento que alcanzo el mayor rendimiento del ensayo (5.201,06 kg/ha), por el contrario, el tratamiento Testigo absoluto obtuvo el rendimiento más bajo (3.991,44 kg/ha).

Tabla N° 10. Rendimiento (kg/ha)

Tratamiento	Descripción	Media	**
T1	<i>Beauveria bassiana</i>	4.353,50	a b
T2	<i>Paecilomyces lilacinus</i>	4.771,78	b c
T3	<i>Metarhizium anisopliae</i>	4.721,98	b c
T4	<i>Spinetoran</i>	5.201,06	a
T5	Testigo Absoluto	3.991,44	c
Cv		6,86	

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

M. Martillo, 2022

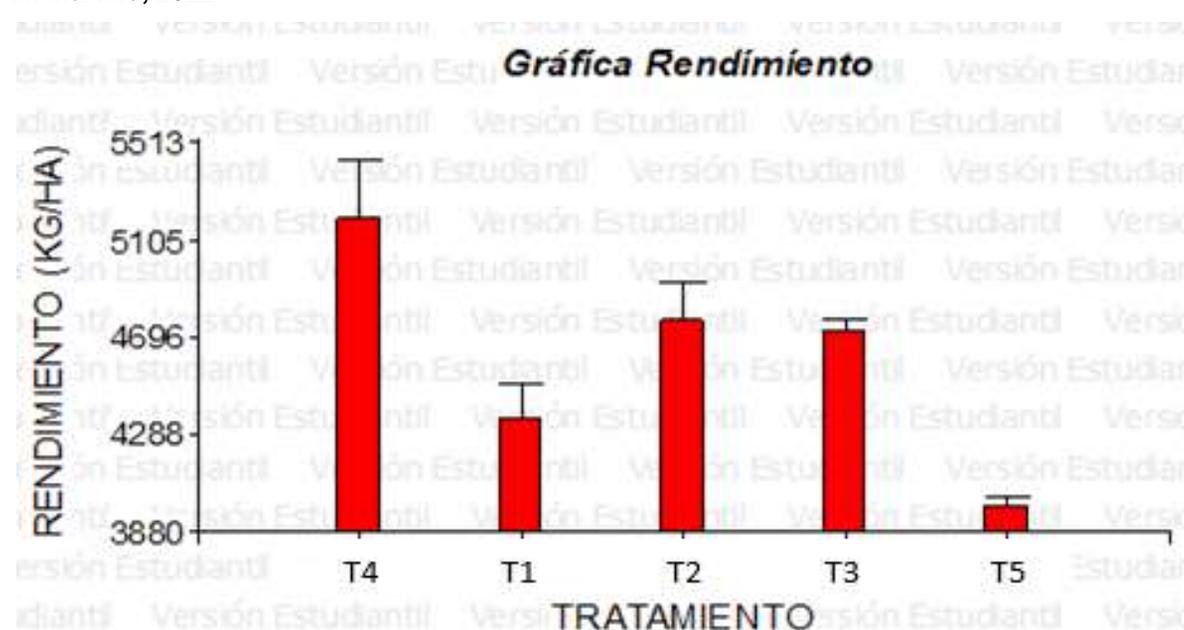


Figura N° 11. Gráfica de barra de la media del rendimiento (kg/ha)

M. Martillo, 2022

DISCUSIÓN

Con el estudio realizado de acuerdo a los objetivos propuestos y los resultados recolectados, tabulados de campo se derivó a discutir los resultados de investigaciones de varios autores, por lo cual el primero objetivo de estudio fue a describir la incidencia de los hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en el control del barrenador en el cultivo de arroz, Cantón Palestina; según, Cardona y Giraldo (2015), evaluaron el efecto de los hongos entomopatógenos y del producto químico sobre larvas de *D. saccharalis*, se observó que no presentaron en cuanto a la evaluación de la mortalidad de las larvas de *Diatraea* se observó que *B. bassiana* (2 y 4 g/L), la mezcla de los hongos *B. bassiana* + *M. anisopliae* y *P. lilacinus*, y el tratamiento químico Spinetoram ocasionaron mortalidad superior al 90%. Se destaca el tratamiento *B. bassiana* 2 g/L, el cual ocasionó mortalidad del 100% de las larvas, a los 11 días después de su aplicación, igualando a los resultados obtenidos con el producto químico Spinetoram. Analizando la mortalidad ejercida por los diferentes tratamientos a través del tiempo, se puede observar que el tratamiento *B. bassiana* 2 g/L empezó a ocasionar mortalidad de larvas de *Diatraea* en 2% al cuarto día después de la aplicación, incrementándose progresivamente hasta alcanzar el 100% de la mortalidad a los 24 días después de la aplicación, igualando al tratamiento químico Spinetoram. Los tratamientos que ocasionaron menor control sobre la plaga fueron *Metarhizium* y *Paecilomyces*. Conuerdo con el autor ya que el cambio que hubo antes y después de la aplicación de los productos a mencionar para controlar la plaga fue de mucha ayuda ya que por medio de los resultados obtenidos se dio en cuenta de que si sirven como controladores ayudando a mejorar el cultivo de arroz a disminuir la incidencia, pero así mismo no estoy de acuerdo porque este mismo autor menciona que ha llegado a un 100% de control, esto aclara que no hubo ninguna incidencia, pero en el ensayo nuestro solo llegó hasta un 80% de eficacia, cabe recalcar que esto podría ser causado ya por la zona de estudio y los cambios climáticos que han existido ocurrentes presenten en el ensayo ya que las lluvias afectaron enormemente a los productores arroceros en el control de plagas.

Para el segundo objetivo que se planteo fue identificar la dosis con mayor control del barrenador de las cepas de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en cultivo de arroz; según Yasem, Salvatore, López, y Willink (2008), nos mencionaron que estudiaron en su investigación la presencia e identificación de los hongos entomopatógenos que actúan como agentes de mortalidad natural en larvas invernantes de *D. saccharalis* en caña de azúcar en Tucumán, Argentina. Los resultados obtenidos de las larvas analizadas muertas por hongos entomopatógenos, el 57,13% correspondió a *Beauveria bassiana*, el 23,82 % *Metarhizium anisopliae*, el 9,53% a *Nomuraea rileyi* y el 9,53% a *Isaria sp.* Por otro lado, Pec (2017), nos describe que realizó la evaluación de las cepas de los hongos de *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Paecilomyces lilacinus* y la cepa BISA 01-2000 de *Metarhizium anisopliae*, los resultados obtenidos mostraron que el hongo *Paecilomyces lilacinus* presentó un mayor porcentaje de mortalidad (55.91 %) y parasitismo (35.2 %) sobre las ninfas de chinche salivosa diferenciándose significativamente de las cepas de *Metarhizium anisopliae* y de *Beauveria bassiana*. Concuero con ambos autores para el uso de hongos entomopatógenos ya que los resultados que mostro el ensayo fueron mayor del 50% de control de la plaga, pero teniendo en cuenta que el producto químico con el que se comparó siempre fue mayor a la utilización de los hongos entomopatógenos. Cabe indicar que tantos insecticidas biológicos como químicos son recomendables utilizar para el control de *Diatraea saccharalis* en el cultivo de arroz.

Mientras que para la eficacia del producto químico según, Calpa (2015), dice que se enfocó en utilizar dos insecticidas rotenona y spinetoram para el control de la alta incidencia del perforador del fruto (*Neoleucinodes elegantalis*); obteniendo como resultado un porcentaje promedio de frutos caídos bajo, con los tratamientos: spinetoram 4,80 % y rotenona 6,24% comparados con el testigo comercial T4 11,52 % y el testigo absoluto T5 30,72 % porcentaje elevado de frutos que no llegaron a culminar su estado de madurez. No estoy de acuerdo con el autor ya que el producto Spinetoram en los resultados de los ensayos dados fue el mayor en eficacia y en otros aspectos a evaluar a comparación de los controles biológicos y el testigo absoluto.

De acuerdo al tercer objetivo sobre determinar el efecto de los tratamientos de los controladores biológicos *Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* en la productividad del cultivo de arroz. Según Utus (2017), que la utilización de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae*; los resultados encontrados fueron que *B. bassiana* y *M. anisopliae* obtuvo el mayor rendimiento en el T3 0.443, T1 0.400 T4 0.400 kg/planta, mientras que en los demás tratamientos T2 y T5 se ha logrado obtener 0.393 y 0.375 kg/planta de rendimiento. Por lo tanto, concuerdo con el autor ya que, ya que los hongos no se encontraron diferencias estadísticas tanto al rendimiento del cultivo a comparación del testigo que tuvo la menor productividad, pero se recalcó que no fueron los únicos mejores ya que el producto químico Spinetoram fue el que mayor rendimiento, por esta razón es posible implementar ambas estrategias de control para el aumento de la productividad del cultivo de arroz.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

De acuerdo al ensayo investigativo y los resultados obtenidos de las distintas evaluaciones, se llegó a las siguientes conclusiones:

En cuanto a los resultados de daño de macollo el uso del Spinetoram y *Metarhizium anisopliae* fueron los tratamientos que menor daño tuvo por el insecto *Diatrea saccharalis* a comparación de los demás tratamientos, por otro lado, para el porcentaje de barreno, de pupas los mismos tratamientos fueron donde se encontró menor cantidad de larvas.

Mientras que las panículas sanas el tratamiento que no tuvo mucho fue el químico, no teniendo decencias estadísticas con los demás tratamientos, cabe indicar que panículas parcialmente vacías y panícula vacías de igual forma a comparación del testigo que fue el mayor en todas las variables mencionadas.

Por otro lado, la eficacia para el control de larvas en el cultivo de arroz el que mejor fue es el Spinetoram seguido las cepas de hongos entomopatógenos *Beauveria bassiana* más *Paecilomyces lilacinus* y *Metarhizium anisopliae* ya que todos estos productos pasaron el promedio del 50 % de control a diferencia del testigo que no hubo control.

En el rendimiento el tratamiento que mayor tuvo fue el químico seguido de los controles biológicos de hongos, dado resultados favorables para el cultivo de arroz.

Cabe indicar que no llegaron a un 100 % de eficacia de los productos, esto se debió a que la época de realización no fue la adecuada ya que la zona de estudio el cambio climático, desequilibrio este ensayo.

RECOMENDACIONES:

En el caso de el objetivo sobre la incidencia de los entomopatógenos se recomienda utilizar *Bauveria bassiana* en combinación con *Metharizium anisoplae* , aplicar desde los primeros 15 días después del trasplante en frecuencia de 15 días hasta los 45 días después de el trasplante.

Se recomienda utilizar las cepas de hongos en combinación con Spinetoram en base a las dosis utilizadas en el tratamiento

De acuerdo a los resultados obtenidos y las respectivas observaciones en campo durante el tiempo del ensayo este trabajo recomienda lo siguiente:

Realizar un monitorear previo del insecto plaga que desea controlar sería recomendable ya que con ello es de gran con exactitud para emplear mejores controles en el cultivo de arroz.

Se recomiendo aplicar los productos biológicos a base de hongos u otros microorganismos ya que si son efectivo para el control de plagas y enfermedades en distintos cultivos.

Se recomienda aplicar productos químicos, siempre y cuando lo tome como última alternativa, por lo que la plagas y enfermedades es resistente a otros tipos de controles.

A base del estudio realizado es bueno realizar ensayos de campo, con ello podemos evaluar problemas muy importantes que se están encontrando a diario por el efecto clima que muy pocos investigadores lo consideran como un problema.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- Acevedo, M., Castrillo, W., y Belmonte, U. (2006). Trabajo especial origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía Tropical*, 56(2), 151-170. Recuperado de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0002-192X2006000200001
- AgroEs. es. (2018). Insectos depredadores de plagas agrícolas. Recuperado de <https://www.agroes.es/agricultura/insectos-beneficos-y-patogenos-de-plagas-en-agricultura/insectos-depredadores-de-plagas-en-agricultura/709-insectos-depredadores-de-plagas>
- Bonzi, J. (2013). Identificación y desarrollo de la *Diatraea*. Recuperado de <https://www.abc.com.py/edicion-impresa/suplementos/abc-rural/identificacion-y-desarrollo-de-la-diatraea-643778.html>
- Branstetter, J. (2015). Efectos de la concentración de carbono y la relación carbono/nitrógeno sobre la producción de conidias de *Paecilomyces lilacinus*. Quito: USFQ. Recuperado de <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5593/1/122678.pdf>
- Calpa, F. (2015). "Efectividad de Rotenona y Spinetoram para el control de *Neoleucinodes elegantalis* en naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) Híbrida. Carchi-Ecuador". Tulcán - Ecuador: Universidad Escuela Politécnica Estatal del Carchi. Recuperado de <http://repositorio.upec.edu.ec/bitstream/123456789/386/1/237%20%20EFECTIVIDAD%20DE%20ROTENONA%20Y%20SPINETORAM%20PARA%20EL%20CONTROL%20DE%20NEOLEUCINODES%20ELEGANTALIS%20EN%20NARANJILLA%20%28SOLANUM%20QUITOENSE%20LAM.%29.pdf>
- Cañedo, V., y Ames, T. (2004). Manual de laboratorio para el manejo de hongos entomopatógenos. Lima - Perú: CIP. Recuperado de <http://cipotato.org/wp-content/uploads/2014/09/AN65216.pdf>
- Cañon, D., y Sanabria, S. (2017). Evaluación de la acción de los hongos *Paecilomyces lilacinus*, *Trichoderma harzianum* y *Lecanicillium lecanii* sobre el nematodo

Globodera pallida Stone (Behrens) en plantas de papa variedad criolla galeras. Bogotá D.C: UDCA. Recuperado de <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/764/Trabajo%20de%20Grado%20Tesis%20Escrito.pdf?sequence=1>

Cardona, L., y Giraldo, A. (2015). Susceptibilidad de *Diatraea saccharalis* (F) (Lepidoptera: Crambidae) a diferentes hongos entomopatógenos en caña panelera. *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30682015000200006

Castro, H. (2016). Ciclo biológico y algunos aspectos del comportamiento de *Diatraea saccharalis* Fabricius en caña de azúcar, Valle del Chira, Piura, 2016. Trujillo - Perú: Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de <https://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/8765/Castro%20Alvarez%2c%20Hector%20Ernesto.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CINCAE. (2013). Barrenador del tallo. Ecuador: Copyright. Recuperado de <https://cincae.org/areas-de-investigacion/manejo-de-plagas/barrenador-del-tallo/>

Claro, O., Jesús, J., y Carr, A. (2006). Aislamiento, identificación y caracterización morfológica de aislados nativos de hongos mitospóricos con potencialidad para el control de especies de insectos plaga. *Fitosanidad*, 10(4), 265-272. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209116183003.pdf>

Delgado, M. (2017). Hongos entomopatógenos para la bioregulación de poblaciones de insectos plaga y nematodos. | Orius Biotech | Soluciones para la producción agropecuaria sostenible. Recuperado de https://www.oriusbiotech.com/escrito?nom=Hongos_entomopatogenos_para_la_bioregulaci%C3%B3n_de_poblaciones_de_insectos_plaga_y_nematodos.

Delgado, P., y Ordoñez, B. (2011). Hongos entomopatógenos como alternativa para el control biológico de plagas. *Revista Ambiente & Agua - An Interdisciplinary*

- Journal of Applied Science*, 6(2), 1-14. Recuperado de file:///C:/Users/HP/Downloads/465-Article%20Text-3942-1-10-20110822.pdf
- FAO. (2019). Problemas y limitaciones de la producción de arroz. Recuperado de <https://www.fao.org/3/y2778s/y2778s04.htm>
- Figueroa, E., Pineda, S., y Chavarrieta, M. (2018). *Evaluación de spinetoram sobre la mortalidad larvaria y otros parámetros biológicos de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae).*
- García, J., Sotelo, P., Monroy, D., Barrera, G., Gómez, J., Espinel, C., . . . Villamizar, L. (2018). Identificación y caracterización de un aislamiento de *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. con alto potencial para el control del barrenador del tallo de la caña de azúcar *Diatraea* spp. *Biotecnología Aplicada*, 1201-1207. Recuperado de <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=86502>
- Hanco, E. (2019). Efectividad de tres Cepas de Hongos Entomopatogenos del Cepario del Laboratorio de Entomología y proteccion vegetal, sobre la larva de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) en condiciones de laboratorio Arequipa - 2017. Arequipa - Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Recuperado de <http://190.119.145.154/bitstream/handle/UNSA/8723/Bihaquem.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Herrera, L. (2021). Actividad Biocontroladora de *Beauveria bassiana*, *Metarhizium anisopliae* y *Verticillium lecanii* sobre adultos de picudo negro (*Cosmopolites sordidus*) bajo condiciones de laboratorio. Guayaquil - Ecuador: Universidad Agraria del Ecuador. Recuperado de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/HERRERA%20ESPINOZA%20LILIAM.pdf>
- Infoagro. (2016). El cultivo del arroz. Recuperado de <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- INIAP. (2014). Arroz (*Oriza sativa*). Recuperado de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/index.php/explore-2/mcereal/rarroz>

- Intagri. (2015). *Beauveria bassiana* en el control biológico de patógenos. Intagri.com. Recuperado de https://www.intagri.com/public_files/Beauveria.pdf
- Intagri. (2021). Los entomopatógenos, control biológico de plagas. Recuperado de <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/los-entomopatogenos-control-biologico-de-plagas>
- Jaén, Y. (2020). Evaluación de tres bioinsecticidas entomopatógenos para el control de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) del cultivo de maíz (*Zea mays*), en condiciones controladas. Quevedo – Los Ríos – Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/6068/1/T-UTEQ-0282.pdf>
- Lora, D., y Betancourt, C. (2008). Evaluación de los hongos *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* y *Paecilomyces lilacinus* en el control de *Meloidogyne spp.* en lulo *Solanum quitoense* y tomate de árbol *Solanum betacea*. *SIDALC*, 14(1), 22-29. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=pubs.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expression=mfn=003458>
- Meneses, R., Gutiérrez, A., García, A., Antigua, G., Gómez, J., Correa, F., y Calvert, L. (2001). Guía para el trabajo de campo en el manejo integrado de plagas del arroz. Bauta, La Habana, Cuba: CIAT. Recuperado de http://www.ucv.ve/fileadmin/user_upload/facultad_agronomia/Zoologia_Agricultura/Manejo_Integrado/Material_Interes/Guia_para_el_trabajo_de_campo_en_el_mip_del_arroz_by_meneses_et_al_ciat.pdf
- Monzón, A. (2001). Producción, uso y control de calidad de hongos entomopatógenos en Nicaragua. Costa Rica: CATIE. Recuperado de <http://www.bionica.info/biblioteca/Monzon2001HongoEntomopatogenos.pdf>
- Moreno, L. (2020). Reglamento a la ley orgánica de agrobiodiversidad, semillas y fomento de la agricultura sustentable Tercer Suplemento del Registro Oficial No. 194, 30 de Abril 2020 Normativa: Vigente Última Reforma: Decreto 1011 (Tercer Suplemento del Registro Oficial 19. Ecuador. Recuperado de

https://www.tfc.com.ec/uploads/noticia/adjunto/668/REGLAMENTO_A_LA_LEY_ORG%C3%81NICA_DE_AGROBIODIVERSIDAD__SEMILLAS_Y_FOMENTO_DE_LA_AGRICULTURA_SUSTENTABLE.pdf

Olmos, S. (2006). Apunte de morfología, fenología, ecofisiología y mejoramiento genético del arroz. Argentina: UNNE. Recuperado de <https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/Apunte-MORFOLOGIA.pdf>

Olvera, A. (2020). Manejo integrado del insecto barrenador (*Diatraea saccharalis*) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Babahoyo – Los Ríos – Ecuador: UTB. Recuperado de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/8428/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000274.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Pacheco, M. d., Reséndiz, F., y Arriola, V. (2019). Organismos entomopatógenos como control biológico en los sectores agropecuario y forestal de México: una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 10(56). Recuperado de <https://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/496>

Padilla, G., Bernal, M., Vélez, P., y Montoya, E. (2000). Caracterización patogénica y morfológica de aislamientos de *Metarhizium anisopliae* obtenidos de diferentes ordenes insectiles. *Cenicafé*, 51(1), 28-40. Recuperado de [https://www.cenicafe.org/es/publications/arc051\(01\)028-040.pdf](https://www.cenicafe.org/es/publications/arc051(01)028-040.pdf)

Paredes, M., y Becerra, V. (2015). Producción de arroz: Buenas prácticas agrícolas (BPA). Quilamapu: INIA. Recuperado de <https://biblioteca.inia.cl/handle/20.500.14001/7815>

Pérez, C. (2018). Cultivo de arroz. Recuperado de <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/observaciones-bioecologicas-barrenadores-cultivo-t41878.htm>

Pec, J. (2017). Evaluación del parasitismo de cepas de *Metarhizium anisopliae* (metsch.) Sorokin, *Beauveria bassiana* (bals.) Vuillemin y *Paecilomyces lilacinus* (thom.) Samson en ninfas de chinche salivosa *Aeneolamia postica* (walk.), bajo condiciones semicontroladas en la Finca Belén, diagnóstico y proyectos realizados en el Ingenio La Unión, Santa Lucia Cotzumalguapa, Escuintla,

- Guatemala, C.A. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8895/1/JUAN%20FRANCISCO%20PEC%20HERN%C3%81NDEZ.pdf>
- Pucheta, M., Flores, A., Rodríguez, S., y Torre, M. d. (2006). Mecanismo de acción de los hongos entomopatógenos. *Interciencia*, 31(12), 856-860. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/339/33901204.pdf>
- Rodríguez, N. (2018). Taxonomía de los hongos. Recuperado de <https://naturaleza.animalesbiologia.com/fungi/taxonomia-de-los-hongos>
- Santos, R. (2018). Cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Ecuador: CENTA. Recuperado de <https://www.coursehero.com/file/65655323/Guia-Centa-Arroz-2019pdf/>
- Torné, M., Abad, R., y Jacquet, V. (2015). Spinosines, una herramienta imprescindible para el control de *Drosophila suzukii* Matsumara. España: PHYTOMA. Recuperado de https://www.phytoma.com/images/pdf/269_mayo_2015_SIMPO_DROSOPHILA_spinosines_DOW.pdf
- Utus, E. (2017). "Empleo de *Beauveria bassiana* y *Metarhizium anisopliae* en el control de *Premnotrypes spp.* en siembras de papa variedad Huayro (*Solanum x chaucha*) en San Juan de Ampurhuay-Acoria-Huancavelica". Acobamba - Huancavelica: Universidad Nacional de Huancavelica. Recuperado de <http://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/1646/TESIS%20UTUS%20HUAMANI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vázquez, J. (2018). *Beauveria bassiana: características, morfología, ciclo de vida*. Recuperado de <https://www.lifeder.com/beauveria-bassiana/>
- Vejar, G. (2016). Evaluación de la efectividad de hongos entomopatógenos en barrenadores del tallo de la caña de azúcar (Lepidoptera: Crambidae) en Sinaloa. Guasave, Sinaloa, México: Instituto Politécnico Nacional. Recuperado de

<http://148.204.124.104/bitstream/20.500.12273/693/1/Guadalupe%20Vejar%20Cota.pdf>

- Velázquez, J., Rosales, A., Rodríguez, H., y Salas, R. (2015). Determinación de las etapas de inicio de macollamiento, inicio de primordio, floración y madurez en la planta de arroz, con el sistema S, V Y R correlacionado con la sumatoria térmica. *Agronomía Costarricense*, 39(2), 121-129. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/317484789_Determinacion_de_las_etapas_de_inicio_de_macollamiento_inicio_de_primordio_floracion_y_madurez_en_la_planta_de_arroz_con_el_sistema_S_V_y_R_correlacionado_con_la_sumatoria_termica
- Vergara, A., Navarrete, G., Holley, C., Lacy, J., Mulders, R., y Ledesma, A. (2019). Manual de recomendaciones cultivo de arroz inundado desde siembra. *Scielo*, 52.
- VERSA. (2018). Ficha técnica Biorracional. GRUPOVERSA. com. Recuperado de <http://grupoversa.com/files/storage/fichtec1025Chimal.pdf>
- Vieira, C., Vinicius, B., Lauer, L., Tait, R., Polonio, J., Araujo, D., . . . Conte, H. (2022). Potencial de dos aislamientos de *Metarhizium anisopliae* (Clavicipitaceae) para el control biológico de huevos de *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae). *Avances en Entomología*, 10(1), 63-76. Recuperado de <https://scirp.org/journal/paperinformation.aspx?paperid=113673>
- Wang, P., Huang, J., Dripps, J., y Yu, A. (2014). Efecto sinérgico de espinetoram y metoxifenocida para la lucha contra el barrenador del arroz. *Corteva Agriscience LLC*. Recuperado de <https://patents.google.com/patent/ES2768574T3/es>
- Wikifarmer. (2017). *Manejo de Nutrientes en Cultivos de Arroz – Fertilización de la Planta de Arroz*. Recuperado de <https://wikifarmer.com/es/manejo-de-nutrientes-en-cultivos-de-arroz-fertilizacion-de-la-planta-de-arroz/>
- Yasem, M., Salvatore, A., López, G., y Willink, E. (2008). Presencia natural de hongos hyphomycetes en larvas invernantes de *Diatraea saccharalis* F. en caña de azúcar en Tucumán, Argentina. *Revista industrial y agrícola de Tucumán*, 85(2),

39-42. Recuperado de
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1851-30182008000200005

Zaragoza. (2010). Cultivo de arroz recomendaciones de tratamientos complementarios al abonado químico. SEPHU. Recuperado de https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/81972/047---12.05.10---Cultivo-de-Arroz-2.pdf

ANEXOS

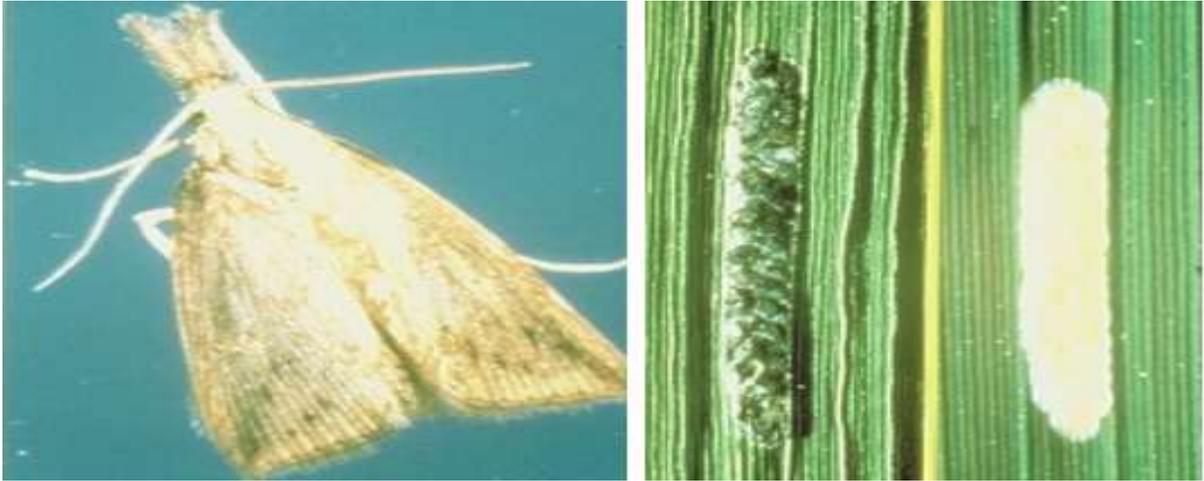


Figura N° 12. Estado adulto del insecto del barrenador del tallo
CINCAE, 2013

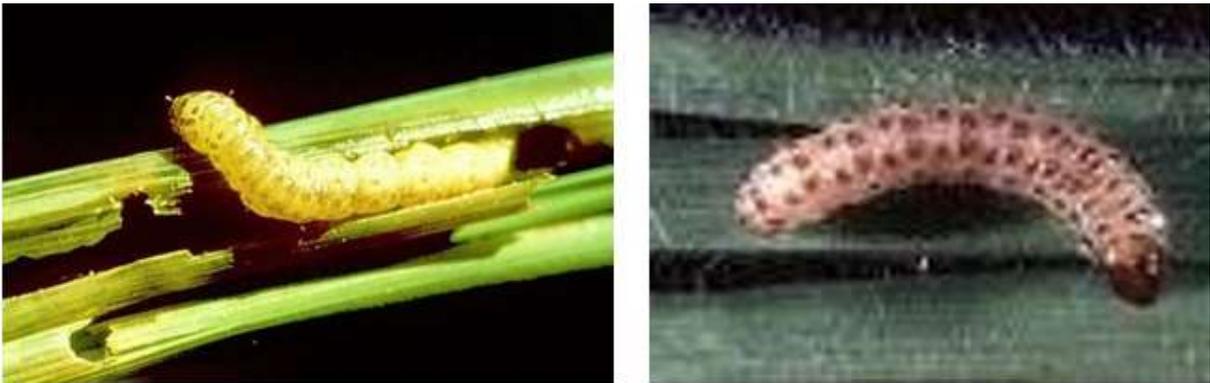


Figura N° 13. Larvas de *Diatraea saccharalis* en el tallo del arroz
Elaborado por: Pérez, 2018



Figura N° 14. Pupa de *Diatraea saccharalis* en el tallo del arroz
Pérez, 2018

Tabla N° 11. Análisis estadístico del porcentaje de daño (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% DAÑO	25	0,83	0,74	24,10

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	592,98	8	74,12	9,58	0,0001
TRATAMIENTO	539,15	4	134,79	17,41	<0,0001
REPETICIONES	53,83	4	13,46	1,74	0,1908
Error	123,86	16	7,74		
Total	716,84	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=5,39107

Error: 7,7412 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4	5,56	5	1,24	A
T3	9,02	5	1,24	A B
T1	11,20	5	1,24	B
T2	12,34	5	1,24	B
T5	19,60	5	1,24	C

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

M. Martillo, 2022

Tabla N° 12. Análisis estadístico del porcentaje de barreno (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Barrenos	25	0,91	0,87	22,52

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	89,88	8	11,24	20,34	<0,0001
TRATAMIENTO	86,84	4	21,71	39,31	<0,0001
REPETICIONES	3,04	4	0,76	1,38	0,2862
Error	8,84	16	0,55		
Total	98,72	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,43993

Error: 0,5523 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4	1,22	5	0,33	A
T3	1,70	5	0,33	A
T1	3,20	5	0,33	B
T2	3,90	5	0,33	B
T5	6,48	5	0,33	C

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

M. Martillo, 2022

Tabla N° 13. Análisis estadístico del porcentaje de pupas (%)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% Pupas	25	0,78	0,67	22,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	31,95	8	3,99	7,12	0,0005
TRATAMIENTO	30,12	4	7,53	13,42	0,0001
REPETICIONES	1,83	4	0,46	0,82	0,5339
Error	8,98	16	0,56		
Total	40,93	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,45148

Error: 0,5612 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T4	1,86	5	0,34	A
T3	2,82	5	0,34	A B
T2	3,12	5	0,34	A B
T1	3,36	5	0,34	B
T5	5,22	5	0,34	C

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

M. Martillo, 2022

Tabla N° 14. Análisis estadístico de panícula sana

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Panícula Sana	25	0,82	0,73	5,13

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4266,08	8	533,26	9,02	0,0001
TRATAMIENTO	4037,44	4	1009,36	17,08	<0,0001
REPETICIONES	228,64	4	57,16	0,97	0,4524
Error	945,76	16	59,11		
Total	5211,84	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=14,89714

Error: 59,1100 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
T5	128,00	5	3,44	C
T3	149,60	5	3,44	B
T2	150,80	5	3,44	B
T1	153,60	5	3,44	B C
T4	167,60	5	3,44	A

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

M. Martillo, 2022

Tabla N° 15. Análisis estadístico de panícula parcialmente vacía

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Panícula Parcialmente Vacía..	25	0,82	0,72	17,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2301,60	8	287,70	8,88	0,0001
TRATAMIENTO	2172,40	4	543,10	16,76	<0,0001
REPETICIONES	129,20	4	32,30	1,00	0,4377
Error	518,40	16	32,40		
Total	2820,00	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=11,02922

Error: 32,4000 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	20,20	5	2,55 A
T3	30,00	5	2,55 A
T1	30,80	5	2,55 A
T2	31,00	5	2,55 A
T5	49,00	5	2,55 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
M. Martillo, 2022

Tabla N° 16. Análisis estadístico de panícula vacía

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Panícula Vacía	25	0,71	0,56	19,78

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	488,48	8	61,06	4,88	0,0034
TRATAMIENTO	350,64	4	87,66	7,01	0,0019
REPETICIONES	137,84	4	34,46	2,75	0,0645
Error	200,16	16	12,51		
Total	688,64	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=6,85332

Error: 12,5100 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
T4	12,20	5	1,58 A
T1	15,60	5	1,58 A B
T2	18,20	5	1,58 A B C
T3	20,40	5	1,58 B C
T5	23,00	5	1,58 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
M. Martillo, 2022

Tabla N° 17. Análisis estadístico de eficacia

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
EFICACIA	25	0,99	0,98	7,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	18164,16	8	2270,52	137,03	<0,0001
TRATAMIENTO	17956,77	4	4489,19	270,94	<0,0001
REPETICIONES	207,39	4	51,85	3,13	0,0443
Error	265,11	16	16,57		
Total	18429,27	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,88718

Error: 16,5691 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T5	0,00	5	1,82		C
T1	58,88	5	1,82	B	
T2	66,60	5	1,82	B	C
T3	68,00	5	1,82		C
T4	71,38	5	1,82	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
M. Martillo, 2022

Tabla N° 18. Análisis estadístico de rendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RENDIMIENTO (KG/HA) (AJUST..)	25	0,75	0,62	6,86

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4719823,82	8	589977,98	5,91	0,0013
TRATAMIENTO	4182259,82	4	1045564,96	10,48	0,0002
REPETICIONES	537564,00	4	134391,00	1,35	0,2959
Error	1596995,10	16	99812,19		
Total	6316818,92	24			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=612,15894

Error: 99812,1938 gl: 16

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.		
T5	3991,44	5	141,29		C
T1	4353,50	5	141,29	A	B
T3	4721,98	5	141,29		B
T2	4771,78	5	141,29		B
T4	5201,06	5	141,29	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)
M. Martillo, 2022



Figura N° 15. Toma de Datos iniciales
M. Martillo, 2022



Figura N° 16. Primera aplicación
M. Martillo, 2022



Figura N° 17. Segunda aplicación y tomas de datos
M. Martillo, 2022



Figura N° 18. Tercera aplicación y toma de datos
M. Martillo, 2022



Figura N° 19. División de parcelas
M. Martillo, 2022



Figura N° 20. Primera Evaluación de daños provocados a *Diatraea*
M. Martillo, 2022



Figura N° 21. Segunda evaluación de daños provocados a *Diatraea*
M. Martillo, 2022



Figura N° 22. Inoculación de Hongos entomopatógenos
M. Martillo, 2022



Figura N° 23. Tercera evaluación de daños provocados a *Diatraea*
M. Martillo, 2022



Figura N° 24. Toma de datos finales
M. Martillo, 2022