



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**

**SISTEMA DE POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL  
ECUADOR**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA SANIDAD VEGETAL**

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

**“ANTAGONISMO DE BIOCONTROLADORES SOBRE  
EL MANCHADO DEL GRANO DE ARROZ (*Oryza  
Sativa* L.) EN CONDICIONES IN VITRO”**

**ING. PEDRO CRISTÓBAL OLIVO ZAMBRANO**

**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: **ANTAGONISMO DE BIOCONTROLADORES SOBRE EL MANCHADO DEL GRANO DE ARROZ (*Oryza Sativa* L.) EN CONDICIONES IN VITRO**, el mismo que ha sido elaborado y presentado por el estudiante, **Ing. Pedro Cristóbal Olivo Zambrano**; quien cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador para este tipo de estudios.

Atentamente,

---

**Ing. Cesar Peña Haro, M.Sc.**

Guayaquil, 26 de mayo del 2022

**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR SISTEMA DE  
POSTGRADO UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR**

**TEMA**

**ANTAGONISMO DE BIOCONTROLADORES SOBRE EL MANCHADO DEL  
GRANO DE ARROZ (*Oryza Sativa* L.) EN CONDICIONES IN VITRO**

**AUTOR**

**ING. PEDRO CRISTÓBAL OLIVO ZAMBRANO**

**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. Mónica Munzon Quintana, M.Sc.  
PRESIDENTE**

**Ing. Pedro Andrade Alvarado, M.Sc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Allan Alvarado Aguayo, M.Sc.  
EXAMINADOR PRINCIPAL**

**Ing. Cesar Peña Haro, M.Sc.  
EXAMINADOR SUPLENTE**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco al Ing. Jacobo Bucaram Ortiz. PhD., Lcda. Beatriz Bucaram de Amador y Ec. Martha Bucaram Leverone, PhD., autoridades de la Universidad Agraria del Ecuador, por permitirme terminar mis estudios en esta prestigiosa institución; a los docentes del Sistema de Posgrado de la Universidad, por haber compartido sus conocimientos, experiencias y servir de guía en este trayecto estudiantil.

Expreso mi agradecimiento a los tutores encargados de orientarme en la ejecución de este proyecto de titulación, a mis amistades más cercanas y familiares.

## DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mi familia, especialmente a mi madre María Dolores Olivo, y mi padre, ya que, gracias a ellos, el día de hoy soy un hombre de virtudes y principios, con sus consejos y gran esfuerzo, consiguieron darme las fuerzas necesarias para concluir una de las metas más importante en mi vida; también quisiera agradecer a las personas que día a día, a base de consejos, enseñanzas y apoyo absoluto me ayudaron a continuar por el camino correcto y alcanzar cada una de mis metas propuestas.

A Tairy Tapia y Brigette Estrella, amigas incondicionales con las que siempre pude contar durante todo el recorrido de mi vida en la Universidad Agraria del Ecuador.

Así mismo, quiero agradecer este logro a varios de mis maestros, quienes con sus recomendaciones y soporte durante la maestría supieron impartir sus conocimientos a cada uno de nosotros para así aplicar de forma disciplinada nuestro profesionalismo en nuestra vida.

## **RESPONSABILIDAD**

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

**ING. PEDRO CRISTÓBAL OLIVO ZAMBRANO**

**C. I. 1205961681**

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la capacidad antagonista de biocontroladores (*Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp. y *Paecilomyces* sp.) para el manchado del grano de arroz (*Oryza Sativa* L.), en el cantón Pueblo Viejo provincia de Los Ríos. Se evaluó el comportamiento agronómico mediante las variables: Número de granos vanos, peso de 1000 granos y rendimiento del cultivo; se determinó al tratamiento T2 *Trichoderma* el de mayor promedio con 4272,45 kg/ha, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 3754,07 kg/ha respectivamente. También se realizó un análisis de incidencia de la enfermedad se determinó que el T5 T. Absoluto fue el de mayor promedio de incidencia de la enfermedad con 69,00%, seguido por el T3 *Paecilomyces* con 33,67%, el T1 *Gliocladium* con 24,00%, el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 16,00% y el T2 *Trichoderma* el de menor promedio con 11,00% en la incidencia de la enfermedad, en cuanto a la Inhibición del antagonista el T2 *Trichoderma* el de mayor promedio con 71,84%, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 66,67% el T1 *Gliocladium* con 46,66%, el T3 *Paecilomyces* con 34,81% y el T5 T. Absoluto el de menor promedio con 0,00%. La identificación de que biocontrolador resultara beneficioso para el incremento de la productividad del cultivo de arroz, fue la aplicación de T2 *Trichoderma* con una frecuencia de aplicación de 30, 60 y 90 días, por lo que se recomendó su uso.

**Palabras clave:** Antagonista, biocontroladores, incidencia, Inhibición.

## SUMMARY

The effect of the antagonistic capacity of biocontrollers (*Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp. and *Paecilomyces* sp.) for rice grain staining (*Oryza Sativa* L.), in the Pueblo Viejo canton, Los Ríos province, was evaluated. The agronomic behavior was evaluated through the variables: Number of vain grains, weight of 1000 grains and crop yield; The T2 Trichoderma treatment will develop the highest average with 4272.45 kg/ha, followed by the T4 Azoxystrobin + Tridemorph with 3754.07 kg/ha respectively. An analysis of the incidence of the disease was also carried out, since the T5 T. Absolute had the highest average incidence of the disease with 69.00%, followed by the T3 Paecilomyces with 33.67%, the T1 Gliocladium with 24 .00%, the T4 Azoxystrobin + Tridemorph with 16.00% and the T2 Trichoderma the one with the lowest average with 11.00% in the incidence of the disease, in terms of the Inhibition of the antagonist the T2 Trichoderma the one with the highest average with 71 .84%, followed by T4 Azoxystrobin + Tridemorph with 66.67%, T1 Gliocladium with 46.66%, T3 Paecilomyces with 34.81% and T5 Absolute T. the lowest average with 0.00%. The identification of which biocontroller will be beneficial for the increase of the productivity of the rice crop, was the application of T2 Trichoderma with an application frequency of 30, 60 and 90 days, for which its use is proposed.

**Keywords:** Antagonist, biocontrollers, incidence, Inhibition.

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
Caracterización del Tema.....	14
Planteamiento del Problema.....	14
Justificación e Importancia del Estudio.....	14
Delimitación del Problema.....	15
Formulación del Problema.....	15
Objetivos.....	15
Objetivos General.....	15
Objetivos Específicos.....	15
Hipótesis.....	16
Aporte Teórico.....	16
Aplicación Práctica.....	16
<b>CAPÍTULO 1.....</b>	<b>17</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>17</b>
1.1. Estado del Arte.....	17
1.2. Bases Científicas y Teóricas de la Temática.....	18
1.3. Fundamentación legal.....	29
<b>CAPÍTULO 2.....</b>	<b>31</b>
<b>ASPECTOS METODOLÓGICOS.....</b>	<b>31</b>
2.1. Métodos.....	31
2.1.1. Modalidad y Tipo de Investigación.....	31
2.2. Variables.....	32
2.2.1. Variables independientes.....	32
2.2.2. Variables dependientes.....	32
2.3. Población y Muestra.....	37
2.3.1. Muestra.....	37
2.4. Técnicas de Recolección de Datos.....	37

2.5. Estadística Experimental.....	37
2.6. Cronograma de Actividades.....	40
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>41</b>
<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>46</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>48</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA CITADA.....</b>	<b>50</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>57</b>

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo N° 1:</b> Croquis del área en estudio.....	64
<b>Anexo N° 2:</b> Investigación en laboratorio.....	65
<b>Anexo N° 3:</b> Preparación de materiales.....	65
<b>Anexo N° 4:</b> Preparación de cultivos.....	65
<b>Anexo N° 5:</b> Colocación en cajas Petri .....	65
<b>Anexo N° 6:</b> Azul de lactofenol.....	66
<b>Anexo N° 7:</b> Preparación de la muestra.....	66
<b>Anexo N° 8:</b> Observación en el microscopio.....	66
<b>Anexo N° 9:</b> Toma de datos.....	66

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Apéndice N° 1:</b> Cuadro N° 1. Operacionalización de las Variables.....	36
<b>Apéndice N° 2:</b> Tabla N° 1. Clasificación taxonómica de <i>Gliocladium</i> sp.....	27
<b>Apéndice N° 3:</b> Tabla N° 2. Clasificación taxonómica de <i>Trichoderma</i> sp.....	28
<b>Apéndice N° 4:</b> Tabla N° 3. Clasificación taxonómica de <i>Paecilomyces</i> sp.....	29
<b>Apéndice N° 5:</b> Tabla N° 4. Esquema de andeva.....	37
<b>Apéndice N° 6:</b> Tabla N° 5. Características de las parcelas experimentales.....	38
<b>Apéndice N° 7:</b> Tabla N° 6. Tratamientos en laboratorio.....	39
<b>Apéndice N° 8:</b> Tabla N° 7. Tratamientos en campo.....	39
<b>Apéndice N° 9:</b> Tabla N° 8. Crecimiento micelial (cm).....	41
<b>Apéndice N° 10:</b> Tabla N° 9. Inhibición del antagonista (%).....	42
<b>Apéndice N° 11:</b> Tabla N° 10. Incidencia de la enfermedad (%).....	43
<b>Apéndice N° 12:</b> Tabla N° 11. Severidad de daños (%).....	43
<b>Apéndice N° 13:</b> Tabla N° 12. Granos vanos (%).....	44
<b>Apéndice N° 14:</b> Tabla N° 13. Peso de 1000 granos (g).....	44
<b>Apéndice N° 15:</b> Tabla N° 14. Rendimiento (kg/ha).....	45
<b>Apéndice N° 16:</b> Figura N° 1. Cronograma de actividades del estudio.....	40
<b>Apéndice N° 17:</b> Figura N° 2. Crecimiento micelial (cm).....	57
<b>Apéndice N° 18:</b> Figura N° 3. Inhibición del antagonista (%).....	58
<b>Apéndice N° 19:</b> Figura N° 4. Incidencia de la enfermedad (%).....	59
<b>Apéndice N° 20:</b> Figura N° 5. Severidad de daños (%).....	60
<b>Apéndice N° 21:</b> Figura N° 6. Granos vanos (%).....	61
<b>Apéndice N° 22:</b> Figura N° 7. Peso de 1000 granos (g).....	62
<b>Apéndice N° 23:</b> Figura N° 8. Rendimiento (kg/ha).....	63

## INTRODUCCIÓN

El arroz representa uno de los principales productos de consumo en la población mundial, ocupando el tercer lugar de la demanda; se estima según su consumo y el crecimiento de la población que para el año 2025 se requerirán al menos 400'000.000 de toneladas para cubrir la demanda de este cereal (Cárdenas, 2015).

Según el INEC (2016), a nivel nacional se siembra anualmente un aproximado de 343.396 has, con rendimiento promedio de 1'239.269 Tm, liderando el cultivo de arroz *Oriza sativa* L. como fuente alimenticia primordial.

La producción de arroz es afectada por diversos factores como: malezas no controladas, deficiencia de nutrimentos, enfermedades causadas por agentes bióticos y uso carente de variedades resistentes (Gómez, 2017).

El INIAP (2012) indica que, en Ecuador las enfermedades que más efectos negativos causan son de tipo bacterianas, fungosas y virales como: quemazón ocasionada por el hongo *Pyricularia grisacea*, pudrición y tizón de la vaina causado por *Sarocladium* y *Rhizoctonia oryzae*, respectivamente, manchado de arroz por complejo de insectos, bacterias y hongos, mancha parda debido a *Bipolaris sp.* Y virus de la hoja blanca.

En suelos infértiles o con alta deficiencia de fertilizante nitrogenado es común que se desarrolle la patología manchado del grano, enfermedad predisponente por factores genéticos, climáticos, bióticos y manejo agronómico; esta enfermedad se deriva por organismos abióticos del complejo de hongos entre *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Curvularia*, *Cercospora* y *Gerlachia* sumados a bacterias *Pseudomonas sp.* (Pérez y García, 2018).

Para el control de estos patógenos causales se opta el empleo de fertilizantes y fungicidas, sin embargo, estos productos suelen resultar muy tóxicos y perjudiciales alterando el ambiente propicio del cultivo, es por esto que como alternativa destacan microorganismos para controlar la fitopatogénesis del

manchado del arroz, sobresalen por su amplio uso las especies *Trichoderma* seguido de (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) ya que son capaces de sintetizar gran cantidad de antibióticos (Castillo, 2016).

### **Caracterización del Tema**

De acuerdo a investigaciones realizadas a estudios similares del presente, sobre aplicación de biocontroladores para las enfermedades que afectan a los cultivos de arroz, es un tipo de investigación exploratoria con el fin de definir el mejor antagonista (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) más factible para el control del manchado de grano.

### **Planteamiento del Problema**

Las enfermedades ocasionadas por agentes patógenos afectan al sector arrocero mermando la producción y rentabilidad económica debido a que el producto final presenta severos daños en la espiga impidiendo el normal crecimiento durante la floración (Vignola, 2018).

El manchado del grano de arroz es una patología que se genera por una mala fertilización, la infestación no controlada de agentes biológicos causantes, entre otros factores predisponentes como temperaturas bajas, precipitaciones continuas y alto porcentaje de humedad relativa cuando se da la floración y durante la maduración del arroz (Pinto, 2018).

El control de las enfermedades sobre el grano de arroz conlleva al uso desmedido de fungicidas de composición química poco amigables con el ecosistema que ocasionan también el aumento en los costos de producción; sin embargo, existen medidas alternativas como el uso de microorganismos antagonistas que actúen en simbiosis con el grano de arroz disminuyendo la acción de los hongos.

### **Justificación e Importancia del Estudio**

Con la aplicación de agentes antagonistas se reduce el uso excesivo de fungicidas altamente nocivos al ambiente. Es importante determinar la efectividad

en cuanto el manejo de inhibir la población del complejo de grano de arroz bajo condiciones controladas, a su vez entregar una herramienta biológica para el uso a gran escala en el uso del cultivo de arroz, con este logro se disminuirá el uso de insecticidas sintéticos.

### **Delimitación del Problema**

El estudio experimental se realizó en un predio arrocero en la zona de Pueblo Viejo, en un periodo de 7 meses de septiembre 2021 hasta – marzo 2022 con el fin de beneficiar a los agricultores arroceros de la zona.

### **Formulación del Problema**

¿De qué manera influye el uso de biocontroladores como agentes antagonistas sobre el complejo de microorganismos presentes en el manchado del grano de arroz?

### **Objetivos**

#### **Objetivo General:**

**Evaluar la capacidad antagonista de biocontroladores (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) para el manchado del grano de arroz (*Oryza Sativa L.*) en condiciones in vitro.**

#### **Objetivos Específicos:**

- **Identificar los hongos en el complejo de microorganismos presentes en el manchado del grano en el cultivo de arroz.**
- **Estimar el micoparasitismo de los biocontroladores sobre el manchado del grano en el cultivo de arroz.**
- **Determinar el nivel de antagonismo de los biocontroladores (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) sobre el manchado del grano.**
- **Analizar la productividad de los tratamientos en estudio sobre el cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*)**

## **Hipótesis**

El uso de biocontroladores como antagonistas (*Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp. y *Paecilomyces* sp.) influirá en el control del manchado del grano de arroz (*Oryza Sativa* L.).

## **Aporte Teórico**

Después de culminar con el proyecto se aspira la aplicación de (*Gliocladium* sp, *Trichoderma* sp. y *Paecilomyces* sp.) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) como agentes reguladores de enfermedades del cultivo de arroz, esto con la finalidad de difundir su inclusión en distintas organizaciones del país.

## **Aplicación Práctica**

Se proporcionará retroalimentación a los agricultores de la zona de Pueblo Viejo después de la publicación de los resultados de la prueba sobre la aplicación de (*Gliocladium* sp, *Trichoderma* sp. y *Paecilomyces* sp.) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) en el control de cultivos de arroz.

# CAPÍTULO 1

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Estado del Arte

En el estudio titulado antagonismo de *Bacillus spp.* frente a hongos fitopatógenos del cultivo del arroz (*Oryza Sativa L.*), se emplearon siete aislados del género *Bacillus* para estimar el grado antagónico sobre dos hongos fitopatógenos presentes en el cultivo de arroz *Curvularia sp.* (Boed.) y *Pyricularia grisea* (Sacc.), mediante un cultivo dual, evaluaron siete y once días con el propósito de determinar el tiempo adecuado de incubación para realizar este tipo de estudio. Se obtuvo porcentajes elevados de inhibición frente a los hongos fitopatógenos (Tejera y Rojas, 2017).

Vallejo 2019, evaluó tres sustratos; arroz, cebada y quinua, tres medios de cultivos diferentes; Trigo Dextrosa Agar (TDA), Maíz Dextrosa Agar (MDA), Papa Dextrosa Agar (PDA). Para caracterizar las distintas especies presentes en los sustratos antes mencionados y así valorar su acción de agentes antagónicos de hongos fitopatógenos que habitan el suelo (micoparasitismo).

Walsh 2020, Estudió la productividad del cultivo *Delphinium*, variedad Sea Waltz aplicando microorganismos benéficos para un mayor rendimiento valorando características como tamaño del tallo, tamaño de la espiga, grosor del tallo, número de rebrotes por planta, tamaño de las raíces, ciclo de producción y mortalidad de plantas. Obteniendo como resultado que el tratamiento 3 reflejó mejor rendimiento que el de los demás tratamientos.

El género *Trichoderma spp.* es uno de los más estudiados, entre numerosos agentes de control biológico, por sus características de antagonismo en condiciones naturales. El se comporta como hiperparásito frente a diversos patógenos, atacando directamente y produciendo la ruptura del micelio de los hongos productores de enfermedades de las plantas. (Arcia, A. 2006)

El objetivo del siguiente estudio fue de identificar y caracterizar morfológicamente los hongos asociados a enfermedades en un cultivo de la fresa,

así como determinar la capacidad antagónica *in vitro* de la cepa T-H4 de *Trichoderma harzianum* con los hongos identificados (Morales, 2020).

Gracia (2015) Liu y Baker en 1980; Chet y colaboradores en 1987, demostraron que especies de *Trichoderma harzianum*, y *Trichoderma hamatum* fueron especialmente eficientes en el control de patógenos como *Rhizoctonia solani*. Varios aislamientos de *Trichoderma harzianum* se han utilizado exitosamente en el control de algunas enfermedades ocasionadas por *Rhizoctonia solani* como damping off en tomate, pudriciones radiculares en plantas de frejol, podredumbre negra en raíz en fresa, pudrición de tallos en clavel, pudrición de raíz en habas y mal de tallo en café.

## **1.2 Bases Científicas y Teóricas de la Temática**

### **1.2.1 Cultivo de arroz**

El arroz (*Oryza Sativa* L.) es uno de los alimentos altamente representativo de la canasta básica para más de la mitad de la población mundial debido a los múltiples beneficios que proporciona a las personas y animales. El arroz ocupa el segundo lugar después del trigo de cultivos mayormente explotados por la cantidad de calorías que aporta. Siendo un asunto de alta variabilidad genética, representado por diversas especies y miles de formas de cultivo debido a resultados de procesos naturales de evolución y de la continua experimentación de cruces artificiales y procesos biotecnológicos (Ruiz, 2016).

#### **1.2.1.1. Origen**

El cultivo de esta especie (*Oryza sativa* L.) remota en el sudeste de Asia tropical y del sur de la India y se presume que su cultivo inicio hace casi 3000 años AC. Sin embargo, es difícil saber con exactitud el origen de la propagación de este cereal, ya que se afirma su aparición como especie silvestre y también era considerado como un tipo de siembra religiosa en rituales culturales chinos (Degiovanni y Charry, 2018).

#### **1.2.1.2. Taxonomía**

Según Cruz (2019) indica que la taxonomía del arroz es la siguiente:

**Reino:** Plantae

**División:** Magnoliophyta

**Orden:** Poales

**Familia:** Poaceae

**Tribu:** Oryzeae

**Género:** Oryza

**Especie:** Sativa

El arroz pertenece a la familia poaceae (gramineae). siendo las especies cultivadas: *Oryza sativa* L. y *Oryza glaberrima* Steud, ambas son especies de reproducción autógena, diploides con  $2n=24$  cromosomas. El género *Oryza* tiene más de 24 especies silvestres que crecen en regiones inundadas, semi sombreadas y bosques en el sureste asiático, Austria, África, Sur y Centro América (Acevedo, 2019).

### **1.2.1.3. Morfología del cultivo**

El arroz es una semilla anual, de tallos redondos y huecos compuestos de nudos y entrenudos, hojas de película plana, unidas a la vara por la vaina y su inflorescencia es en panícula. El grosor de la planta varia de 0.4 m hasta 7.0 m. (Álvarez, 2018).

- **Raíz**

“Inicialmente, son gruesas y poco ramificadas; a medida que la planta crece se tornan alargadas y con ramificaciones abundantes” (Liang, 2018, p. 28).

- **Tallo**

“Corresponde a la estructura característica de las gramíneas. Su longitud va desde 30 cm en las variedades enanas hasta 70 cm en las gigantes” (Cercado, 2016, p.18).

- **Hojas**

“Son alternas y están dispuestas a lo largo del tallo. Está constituida por vaina, zona de unión y lámina” (Alfonso, 2014, p. 33).

- **Panícula**

“Se localiza sobre el extremo apical del tallo y se localiza sobre el último nudo denominado ciliar. Es una inflorescencia que posee un eje principal llamado raquis, que se extiende desde el nudo ciliar hasta el ápice” (Ordeñana, 2016, p. 37).

- **Espiguilla**

“Están formadas por un pequeño eje llamado raquis, sobre el cual se encuentra una flor simple, formada por dos brácteas denominadas glumas estériles, dos brácteas superiores, llamadas glumas florales, que constituyen la caja floral” (Rodríguez, 2015, p. 13).

- **Flor**

“Está constituida por seis estambres y un pistilo. Los estambres constan de filamentos delgados portadores de anteras cilíndricas que contiene cada una entre 500 y 1000 granos de polen. El pistilo contiene el ovario, el estilo y el estigma” (Alán, 2014, p. 62).

- **Grano**

“El fruto del arroz es una cariósida en que la semilla se encuentra adherida a la pared del ovario maduro, y está formado por la cáscara, que, a la vez, está compuesta por glumelas, raquis y arista” (Ormeño, 2016, p. 26).

#### **1.2.1.4. Condiciones edafoclimáticas**

- **Clima**

“Se trata de un cultivo tropical y subtropical, aunque la mayor producción a nivel mundial se concentra en los climas húmedos tropicales, pero también se puede cultivar en las regiones húmedas de los subtrópicos” (Pamies, 2015, p. 56).

El cultivo se extiende desde el 49-50° de latitud norte a los 35° de latitud sur. El arroz se cultiva desde el nivel del mar hasta los 2.500 metros de altitud. Las precipitaciones condicionan el sistema y las técnicas de cultivo, sobre todo cuando se cultiva en tierras altas (Franquet, 2014, p. 73).

- **Temperatura**

El arroz necesita para germinar un mínimo de 10 a 13°C, considerándose su óptimo entre 30 y 35°C. Por encima del 40°C no se produce la germinación. El crecimiento del tallo, hojas y raíces tiene un mínimo exigible de 7°C, considerándose su óptimo en los 23°C. Con temperaturas superiores a ésta, las plantas crecen más rápidamente, pero los tejidos se hacen demasiado blandos e inconsistentes, siendo más susceptibles a los ataques de enfermedades (Cuevas, 2014, p. 119).

- **Suelos**

El tipo de suelo en el que se puede llegar a producir arroz es bastante variado, como también a los rangos del clima al cual está siendo sometido. La textura varía de arenosa a arcillosa; con extremos de pH entre 3.0 a 10.0, sin embargo, su mejor desarrollo lo obtiene cuando la acidez no baja de 5.0 ni pasa de 6.5; contenido de materia orgánica del 1 al 50%; concentraciones de sal de 0-1%, tolerando bastante la salinidad, permitiendo buenas producciones en suelos salinos. En cuanto al clima el arroz es muy sensible a la sequía, y sus cultivos suelen rendir en zonas húmedas del trópico (Rodríguez, 2016).

Los suelos inundados ofrecen un entorno exclusivo para el aumento y sostenimiento del arroz, pues la división que rodea al sistema radicular, se caracteriza por la escasez de oxígeno. Por tanto, para eludir la asfixia radicular, la planta de arroz posee unos tejidos especiales, unos espacios de aire proporcionadamente desarrollados en la lámina de la hoja, en la vaina, en el tallo y en las raíces, que forman un sistema muy capaz para el paso de aire. El aire se introduce en la planta a través de las estomas y de las vainas de las hojas, desplazándose con destino a la base de la planta. El oxígeno es suministrado a los tejidos adyacente con el paso del aire, moviéndose con destino a el interno de las raíces, adonde es empleado en la respiración. Finalmente, el aire sale de las raíces y se difunde en el suelo que las rodea, creando una interfase de oxidación-reducción (Infoagro, 2016).

- **Potencial de hidrógeno**

La mayoría de los suelos tienden a cambiar su pH hacia la neutralidad pocas semanas después de la inundación. El pH de los suelos ácidos aumenta con la inundación, mientras que para los suelos alcalinos o básicos ocurre justamente lo contrario.

El pH óptimo para el arroz es 6,6, pues con este valor la liberación microbiana de nitrógeno y fósforo de la materia orgánica, y la disponibilidad de fósforo son altas y, además, las concentraciones de sustancias que interfieren la absorción de nutrientes, tales como aluminio, manganeso, hierro, dióxido de carbono y ácidos orgánicos, están por debajo del nivel tóxico (Burnside, 2017, p. 45).

#### **1.2.1.5. Requerimientos nutricionales**

El suelo sirve como conductor en la trasportación de sustancias benéficas necesarias para las plantas como macros y micros nutrientes. Las gramíneas de arroz no son la excepción. Para el rendimiento óptimo del cultivo de arroz es necesaria la presencia de algunos elementos como los macronutrientes: Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S) y Silicio (Si) y los micronutrientes: Boro (B), Cloro (Cl), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Molibdeno (Mo), Níquel (Ni) y Zinc (Zn), algunos de estos se encuentran de forma orgánica y otros de forma inorgánica siendo estos considerados como “Alimentos para las plantas” cada uno con su papel fundamental para el desarrollo de las plantas (Castilla y Tirado, 2019).

#### **1.2.2 Cultivo de arroz en Ecuador**

En Ecuador, el cultivo de esta gramínea se centra en la región costera del país, con el 98.71 % de superficie sembrada. Siendo el Guayas y los Ríos las zonas con más extensión de este producto. Si bien es cierto las técnicas de cultivos son similares, sin embargo, la producción del cultivo es diferente, debido a los cambios de climas y al tecnicismo de cada zona. En el lado del Guayas se puede realizar hasta 3 ciclos de producción arrocería, mientras que en la provincia de los Ríos solo 1 ciclo (Alava, Poaquiza y Castillo, 2018).

#### **1.2.3 Enfermedades del cultivo de arroz**

##### **1.2.3.1. Quemazón del arroz (*Pyricularia grisea*)**

Entre los factores biológicos que dañan las plantas se encuentran las enfermedades denominada *pyricularia* o quemado del arroz, producida

*Pyricularia oryzae* Cav, puede infligir entre un 59,6% y un 100% de daño. Este es un hongo el cual puede ser transmitido vía semilla, es una enfermedad que se presenta generalmente en días lluviosos debido a que este hongo se beneficia de este clima trópico húmedo (Garcés, Aguirre y Díaz, 2019).

Las lesiones de este hongo varían desde pequeñas manchas marrones hasta las típicas manchas en forma de diamante, con áreas de color verde oliva, gris o blanco como el papel bordeadas (pero no siempre) por contornos de color marrón oscuro claro. En algunos casos, la lesión está rodeada por un halo amarillo. Este organismo suele sobrevivir en residuos de cultivos de hasta 6 meses (Guzmán, D., 2016).

### **1.2.3.2. Virus de la hoja blanca (VHB)**

El VHB (virus de la hoja blanca) es una de las enfermedades más comunes en las zonas arroceras del país, es transferido por el insecto *Tagosodes oryzicolus*. Muir, Esto causa dos daños a la cosecha de arroz, que es causado por cortes en las hojas cuando las plantas de arroz no son alimentadas. Daño indirecto causado por la infección por el virus de la hoja blanca. La enfermedad no se transmite mecánicamente ni por semilla (Rojas y Velasco, 2019).

Se presentan síntomas propios en la cáscara de arroz, con un pardeamiento y secado repentinos, a menudo con un crecimiento muy anormal. La severidad de síntomas depende de la edad de la planta donde ocurre la infección y afecta el rendimiento (Súarez y Delgado, 2018).

### **1.2.3.3. Pudrición de la vaina**

La infección ocurre en la parte superior de la vaina en estado de embuchamiento. Producido por el agente casual *Sarocladium oryzae* Sawada. Los primeros síntomas son manchas rectangulares irregulares, grises en el centro y completamente marrones o marrones solo en los bordes. Las lesiones se extienden gradualmente y a menudo se asocian entre sí, afectando a toda la vaina del pecíolo. Se trata de un problema esporádico en el cultivo del arroz y se ha informado que se encuentra en todos los países productores de arroz del mundo (Zambra... .., 2019).

#### **1.2.3.4. Manchado del grano**

El manchado del grano es un problema complicado, resultante de la interacción hospedante – patógeno – ambiente siendo manifestado desde la floración hasta la maduración del cultivo de arroz. Se manifiesta como pequeños puntos oscuros a extensas áreas pudiendo alcanzar hasta el 100% de la superficie. Afectando principalmente a elementos como el rendimiento (alto porcentaje de vaneos, disminución del poder germinativo, vigor y tamaño de las plántulas, disminución del número de granos por panoja y del peso de los granos manchados), y la calidad (disminución de granos enteros, granos quebradizos en el proceso de molido, granos yesosos, con coloraciones anormales). Esta enfermedad se ve relacionada a diferentes factores como el clima, su genética, factores biológicos y prácticas agronómicas como la incorporación de fertilización nitrogenada (Macías, 2019).

#### **1.2.4 Complejo del manchado del grano de arroz**

El arroz es una planta que requiere atención para un crecimiento y desarrollo adecuados, teniendo en cuenta aspectos fitosanitarios como la fertilización, el control de malezas y las enfermedades (AGRIPAC, 2016).

El teñido del trigo afecta el rendimiento del arroz y provoca el deterioro (quemado) del grano entero. Esto es causado por varios factores estos incluyen hongos transmitidos por semillas de *Sarocladium oryzae*, *Bipolaris oryzae* y otros. Por otro lado, puede causar resistencia a los productos utilizados para minimizar el daño de esta condición debido al uso inadecuado de productos químicos (Trigoso, 2018).

La aplicación de pesticidas es necesaria para controlar enfermedades del arroz. Debido que generalmente ayuda a minimizar los problemas causados por los hongos (*S. oryzae*, *Helminthosporium oryzae*, *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis var. graminis*) estas enfermedades aceleran el vaneamiento y el manchado del grano de arroz (Villa, 2020).

#### **1.2.5 Uso de fungicida**

La utilización de fungicidas tiene la capacidad de disminuir la infestación por patógenos, mejorando la capacidad fotosintética de la planta, creando una barrera física, cubriendo el área, por lo tanto, destruye a los patógenos, evitando la proliferación, la aplicación incorrecta causa deficiencia en la planta, permite debilidad en el organismo (Solis y Armas, 2017).

### **1.2.6 Biocontroladores**

Las plantas y cultivos en general están propensos a ser atacados por muchas enfermedades y plagas debido a todos los nutrientes que habitan en estos. Los biocontroladores son organismos (o extractos obtenidos de ellos) de los cuales serán aplicados al control biológico de las plantas, ya que tienen la capacidad de minimizar los efectos que causan algunas de las poblaciones patógenas en el rendimiento de los cultivos. Esta metodología de manejo fitopatógeno va a depender de la relación que haya entre factores como la planta, el patógeno, el organismo biocontrolador y el ambiente en el cual se desarrollará la relación (Vinchira y Moreno, 2019).

#### **1.2.6.1. Generalidades de hongos antagonistas**

Existe un sin número de organismo capaces de beneficiar al ser humano por medio de sus poderes antagonistas sobre otros microorganismos, Este efecto es aprovechado por el hombre para la regulación, de ciertas plagas y enfermedades que afectan la productividad de los cultivos. Los hongos antagonistas ayudan a reducir el daño causado por enfermedades en los agroecosistemas donde estén condiciones para su desarrollo y preservación. Para lograr este objetivo los microorganismos beneficiosos presentan diferentes modos de acción que les permitan ejercer su efecto biorregulador (Barrera y Echenique, 2019).

Los microorganismos escogidos para la acción antagonista, deben ser también metabólicamente activos de tal forma que pueda ejecutar su “acción protectora” de forma directa produciendo inhibición por medio de metaboli 25 enzimas o compitiendo por espacio o nutrientes, asimismo puede ejercer de l..... indirecta estimulando las defensas de la planta (Rodríguez, 2016).

#### **1.2.6.2. *Gliocladium sp.***

El *Gliocladium* sp. es un hongo utilizado ampliamente en la industria agrícola debido a su gran acción antagonista y su capacidad de multiplicarse abundantemente, se encuentran entre los de mayor importancia para su selección como agentes de control biológico. Las colonias del *Gliocladium* sp, son de crecimiento rápido. Este hongo produce hifas, conidióforos, fiálides y conidios. Las hifas son hialinas y septadas. Los conidióforos son erectos y en repetidas ocasiones se ramifican en los ápices. Las terminales dan lugar a las fiálides que poseen forma de frasco. Los conidios son una célula con forma ovoide a cilíndrica, acumulándose en una gran esfera termina (Castillo, Rojas y Villalta, 2016).

#### **1.2.6.3. Aspectos morfológicos del *Gliocladium* sp.**

Macroscópicamente este género presenta colonias blancas, que pueden cambiar a tonos que varían de rosa a salmón; durante la esporulación se tornan de color verde. Microscópicamente, este hongo ha sido enlazado con *Penicillium*, ya que sus conidióforos y fiálides son similares entre sí; sin embargo, la diferencia radica en la morfología de los conidios. Debe destacarse que el rasgo más característico del género es su distintivo conidióforo erecto densamente penicilado y con apariencia babosa. A pesar de que estos siempre están presentes, las especies de *Gliocladium* también pueden producir conidióforos verticilados ramificados que pueden confundirse con los de *Verticillium* sp. o *Trichoderma* sp. (Zuñiga y Quirós, 2021).

#### **1.2.6.4. Taxonomía del *Gliocladium* sp**

26

La taxonomía de este hongo se encuentra representada en la tabla 1

**Tabla N° 1. Clasificación taxonómica del agente *Gliocladium* sp.**

---

**Reino:** Fungi

---

**Filo:** Ascomycota

**Clase:** Sordariomycetes

**Orden:** Hypocreales

**Familia:** Hypocreaceae

**Género:** *Gliocladium*

---

**Elaborado por:** Roskov, 2015

#### **1.2.6.5. *Trichoderma sp.***

Entre los principales microorganismos utilizados para el control biológico se encuentran los miembros de la familia *Hypocreaceae*, principalmente varias formas del género *Trichoderma*. Los hongos pertenecientes a este género son anaerobios facultativos, saprófitos del suelo o madera y de crecimiento rápido, estos organismos se encuentran distribuidos ampliamente en todas las latitudes y ambientes, especialmente en aquellos con alto contenido de materia orgánica.

Las características macroscópicas de *Trichoderma* son de coloración blanca, amarilla o en su mayoría verdosa; sus conidias generan apariencia de círculos concéntricos, por lo general no se observa pigmentación del medio, sin embargo, existen especies que generan pigmentos amarillos, amarillos verdosos o ámbar (Caiza, 2017).

#### **1.2.6.6. Taxonomía de *Trichoderma sp.***

27

La taxonomía de este hongo se encuentra representada en la tabla 2

**Tabla N° 2. Clasificación taxonómica del agente *Trichoderma sp.***

---

**Reino:** Fungi

---

**División:** Ascomycota

**Subdivisión:** Pezizomycotina

**Clase:** Sordariomycetes

**Orden:** Hypocreales

**Familia:** Hypocreacea

**Género:** *Trichoderma*

---

**Elaborado por: Caiza, 2017**

**1.2.6.7. *Paecilomyces sp.***

Es un hongo filamentosos de origen natural que se puede localizar en el suelo y es altamente adaptable por lo que puede llegar a ser entomopatógeno, micoparásito, saprófito o nematófago. Hongo especialmente utilizado en la represión de los nematodos principalmente del género *Meloidogyne* convirtiéndolo en uno de los hongos más utilizados con respecto a poblaciones de nematodos. generalmente parasita los huevos del nematodo y los adultos. Durante esta etapa inicial no hay producción de toxinas. Cuando las esporas del hongo entran en contacto con los nematodos se inicia el proceso de infección ya que encuentra las condiciones ideales para comenzar su proceso de germinación y desarrollo. Estas esporas producen enzimas que diluyen la cutícula y penetran al interior del nematodo, una vez haya ingresado al hospedero se comienza a reproducir rápidamente emitiendo metabolitos tóxicos que provoca deformaciones, vacuolizaciones y pérdida del movimiento del nematodo, causándole hasta la muerte (Cañón y Sanabria, 2015).

28

Las toxinas que son producidas por el hongo afectan el sistema ner..... , pueden provocar deformación en el estilete que llegan a sobrevivir, lo que permite

reducir las poblaciones de la plaga y por ende el daño causado por el mismo en cultivos de importancia económica.

#### **1.2.6.8. Taxonomía de *Paecilomyces sp.***

La taxonomía de este hongo se encuentra representada en la tabla 3

**Tabla N° 3. Taxonomía del hongo *Paecilomyces sp.***

---

<b>Reino:</b> Fungi
<b>División:</b> Ascomycota
<b>Clase:</b> Eurotiomycetes
<b>Orden:</b> Eurotiales
<b>Familia:</b> Trichocomaceae
<b>Género:</b> Paecilomyces

---

**Elaborado por: Cañón y Sanabria, 2015**

### **1.3 Fundamentación Legal**

#### **Constitución Política de la República del Ecuador**

#### **Ley de Desarrollo Agrario**

#### **Capítulo I: Los Objetivos de la Ley**

#### **Artículo 3. Políticas agrarias.**

El fomento, desarrollo y protección del sector agrario se efectuará mediante el establecimiento de las siguientes políticas:

- a)** De cultivo, cosecha, comercialización, procesamiento y en general, de aprovechamiento de recursos agrícolas;
- b)** De capacitación integral al indígena, al montubio, al afroecuatoriano y al campesino en general, para que mejore sus conocimientos relativos a la aplicación de los mecanismos de preparación del suelo;
- c)** De preparación al agricultor y al empresario agrícola, para el aprendizaje de las técnicas modernas y adecuadas relativas a la eficiente y racional administración de las unidades de producción a su cargo (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2016, p. 22).

## **CAPÍTULO V**

### **Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural I de producción**

**Artículo 49.-** Protección y recuperación. Por ser de interés público, el Estado impulsará la protección, la conservación y la recuperación de la tierra rural, de su capa fértil, en forma sustentable e integrada con los demás recursos naturales; desarrollará la planificación para el aprovechamiento de la capacidad de uso y su potencial productivo agrario, con la participación de la población local y ofreciendo su apoyo a las comunidades de la agricultura familiar campesina, a las organizaciones de la economía popular y solidaria y a las y los pequeños y medianos productores, con la implementación y el control de buenas prácticas agrícolas (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2016, p. 46).

### **Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria Investigación, Asistencia Técnica y Diálogo de saberes**

**Artículo 9.** Investigación y extensión para la soberanía alimentaria. - El Estado asegurará y desarrollará la investigación científica y tecnológica en materia agroalimentaria, que tendrá por objeto mejorar la calidad nutricional de los alimentos, la productividad, la sanidad alimentaria, así como proteger y enriquecer la agrobiodiversidad.

**Artículo 10.** Institucionalidad de la investigación y la extensión.- La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión, sobre los sistemas alimentarios, para orientar las decisiones y las políticas públicas y alcanzar los objetivos señalados en el artículo anterior; y establecerá la asignación presupuestaria progresiva anual para su financiamiento (Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria, 2016, p.17).

## CAPÍTULO 2

### ASPECTOS METODOLÓGICOS

#### 2.1. Métodos

El enfoque de la presente investigación se basó en la evaluación de la acción antagonista de biocontroladores como (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) frente al complejo de microorganismos que causan el manchado del grano de arroz (*Oryza sativa* L.).

El modelo de la investigación fue de tipo experimental ya que se planteó diversos antagonistas (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) para estudiar su efecto in vitro aplicado en un agente causal del manchado de grano del cultivo de arroz.

- **Método deductivo:** Parte desde datos generales aceptados como válidos, para, por medio del razonamiento lógico poder deducir varias suposiciones, es decir; parte de verdades previamente establecidas como principios generales.
- **Método inductivo:** Este método permite observar los resultados obtenidos con la finalidad de cumplir los objetivos e hipótesis planteada.
- **Técnica:** La técnica a emplearse fue la observación directa en el laboratorio y campo de trabajo, lo que permitió la observación de las necesidades de nuevas técnicas para incrementar la productividad del cultivo de arroz en la zona de estudio.

##### 2.1.1. Modalidad y Tipo de Investigación

De acuerdo al planteamiento de este estudio se tuvo un tipo de investigación exploratoria con el fin de definir el mejor antagonista: (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) aplicados en un agente fitopatógenos, luego de la fase de laboratorio se comprobó los resultados obtenidos en fase de campo.

- **Experimental:** Tratándose de evaluar el efecto de los biocontroladores sobre el manchado del grano de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones in vitro y de campo.
- **Descriptiva:** Se evaluó y analizó cada variable para documentarla descriptivamente en todos los datos encontrados en el transcurso de esta investigación.
- **Documental:** Se plasmó textualmente todos los datos incluyendo resultados evaluados y analizados obtenidos al final de este estudio.

## 2.2 Variables

### 2.2.1. Variables independientes:

Acción de los hongos antagonicos *Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.*, *Paecilomyces sp.*, y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) para el manchado del grano de arroz.

### 2.2.2. Variables dependientes:

- **Identificación de hongos asociados al manchado del grano**

Se tomó una muestra con síntomas del manchado del grano de arroz en campo para analizar los hongos presentes en el tejido vegetal y determinar el agente causal de la enfermedad.

- **Crecimiento micelial del hongo (cm)**

Se midió el crecimiento de colonias del patógeno, mediante el método de observación con ayuda una regla para ser expresado en centímetros. Esto se realizó a los 7 días cuando el testigo absoluto en el que se encontraba sólo el patógeno, completó el diámetro de la caja Petri en su totalidad.

- **Inhibición del antagonista en el crecimiento radial (%)**

Se evaluó el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial radial, basándose en la fórmula propuesta por Ezziyyani et al. (2007), calculando de la siguiente manera:

$$PICR\% = \frac{R1 - R2}{R1} * 100$$

**Donde:**

**PICR=** porcentaje de inhibición de crecimiento radial

**R1=** crecimiento radial (cm) del patógeno sin el antagonista

**R2=** crecimiento radial (cm) del patógeno con el antagonista

- **Incidencia de la enfermedad (%)**

Para evaluar esta variable se seleccionaron aleatoriamente 30 granos en fase de maduración para verificar la presencia de la enfermedad. El dato se reportó en porcentaje utilizando la siguiente expresión:

$$\% = \frac{100 \times \text{Granos afectados}}{30}$$

- **Severidad de daños (%)**

Esta variable se evaluó al momento de la cosecha seleccionando al azar 10 panículas para evaluar la severidad de daños. El dato final se expresó mediante la siguiente fórmula:

$$\% S = \frac{\text{Granos enfermos}}{\text{Total de granos}} * 100$$

- **Número de granos vanos (n)**

Se contaron los granos de 10 panículas seleccionadas al azar de cada tratamiento y se obtuvieron datos numéricos de la cantidad de granos vanos.

- **Peso de 1000 granos (g)**

Se pesó en gramos (g) 1000 granos con una balanza digital, para cada tratamiento y se promediaron los datos.

- **Rendimiento (kg/ha)**

El valor del rendimiento total en kg se determinó por el peso de los granos cosechados en el área útil de cada parcela experimental y derivado a kilogramos por hectárea.

➤ **Manejo del ensayo**

- **Aislamiento y purificación de cepas**

Los ensayos se realizaron mediante cultivos duales de *Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.*, *Paecilomyces* contrapuestos con un fitopatógeno causante del manchado del grano de arroz (*Curvularia sp.*), en cajas Petri con PDA libre de antibióticos utilizando discos de 5 mm de diámetro con micelio activo del patógeno (previamente crecido en PDA por cinco días) y en el extremo equidistante se colocaron un disco de micelio (previamente crecido en PDA por cinco días) de 5 mm de diámetro con *Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces*. Las cajas se incubaron a  $28 \pm 2$  °C y se observaron cada 8 h para registrar el crecimiento radial y de contacto entre el antagonista y el fitopatógeno.

- **Preparación del terreno**

Se lo realizó mediante el arado y dos fases de fanguero.

- **Delimitación de parcelas**

Cada parcela fue de 25m<sup>2</sup> se delimitó con la ayuda del flexómetro y estacas.

- **Material experimental**

Hongos antagonicos *Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.*, *Paecilomyces sp.*, y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph)

- **Siembra**

Se realizó en semilleros de 5m<sup>2</sup> para luego ser trasplantadas en el terreno a los 15 días. Se ejecutó una cama húmeda donde se trasplantó la variedad SFL-011.

- **Riego**

Se efectuó acorde a las necesidades del cultivo, el riego se realizó por inundación.

- **Fertilización**

Para la fertilización del cultivo de arroz se aplicó nutrientes como el nitrógeno, fósforo, potasio, y micronutrientes como el silicio, magnesio y azufre

- **Control de maleza**

El control de maleza se realizó con una aplicación de un herbicida selectivo para el cultivo de arroz.

- **Cosecha**

Se cosechó cuando los granos alcanzaron su madurez de campo, se procedió de forma manual con hoz en todos los tratamientos.

**Cuadro N° 1. Operacionalización de las Variables**

TIPO DE VARIABLE		DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE MEDICIÓN	INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN
<b>INDEPENDIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acción de los hongos antagonísticos <i>Gliocladium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Paecilomyces</i> sp., y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) para el manchado del grano de arroz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de hongos antagonísticos <i>Gliocladium</i> sp., <i>Trichoderma</i> sp., <i>Paecilomyces</i> sp., y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) para el manchado del grano de arroz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Formulaciones con diversas concentraciones las cuales serán aplicadas como agente antagonismo sobre fitopatógenos causantes del manchado del grano en cultivos de arroz.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• T1 <i>Gliocladium</i> sp.</li> <li>• T2 <i>Trichoderma</i> sp.</li> <li>• T3 <i>Paecilomyces</i> sp.</li> <li>• T4 Azoxystrobin + Tridemorph</li> <li>• T5 Testigo Absoluto</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualitativa y cuantitativa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dosificadores.</li> <li>• Cajas Petri</li> <li>• Microscopio</li> <li>• Medio de cultivo</li> </ul>
<b>DEPENDIENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificación de hongos asociados al manchado del grano</li> <li>• Crecimiento micelial del hongo (cm)</li> <li>• Porcentaje de inhibición del antagonista en el crecimiento radial (%)</li> <li>• Incidencia de la enfermedad (%)</li> <li>• Severidad de daños (%)</li> <li>• Número de granos vanos (n)</li> <li>• Peso de 1000 granos (g)</li> <li>• Rendimiento (kg/ha)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar el agente casual de la enfermedad.</li> <li>• Estimar el micoparasitismo de los biocontroladores</li> <li>• Mejor tratamiento antagonístico frente al patógeno.</li> <li>• Mejor tratamiento en base a comportamiento agronómico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de observación para determinar el hongo presente en el tejido.</li> <li>• Análisis de laboratorio</li> <li>• Análisis de incidencia y severidad de daños en campo.</li> <li>• Definición del mejor tratamiento en base a la productividad del cultivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cualitativa</li> <li>• (cm) (%)</li> <li>• (%)</li> <li>• (n) (g) (kg/ha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Laboratorios UAE</li> <li>• Regla</li> <li>• Cinta métrica</li> <li>• Contador</li> <li>• Balanza gramera</li> <li>• Calculadora</li> </ul>

**Elaborado por: Olivo, 2022**

## 2.3 Población y Muestra

**2.3.1 Muestra.** – Se evaluó la acción antagonista de cada muestra en las que constan 5 tratamientos y 3 repeticiones en laboratorio y campo.

## 2.4 Técnicas de Recolección de Datos

En la presente investigación se obtuvo información a través de documentos científicos y bibliografía especializada. 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.

**Recursos humanos:** Tesista, tutor.

**Materiales.** - Semillas de arroz, bomba de fumigar, cinta, plástico y sustancias

**Equipos de protección personal.** – Cofia, guantes, mandil y mascarilla.

## 2.5 Estadística experimental

Los datos que se generan se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) para determinar diferencias significativas entre los tratamientos. La comparación de medias se realizó mediante el test de Tukey. Todos estos análisis se aplicaron al 5% de error tipo I ( $p < 0.05$ ), mediante la versión estudiantil del software Infostat.

**Tabla N° 4. Esquema de andeva**

Fuentes de variación	Fórmula	Desarrollo	Grados de libertad
Tratamientos	$(t-1)$	$(5-1)$	4
Repeticiones	$(r-1)$	$(3-1)$	2
Error experimental	$(t-1) (r-1)$	$(5-1) (3-1)$	8
Total	$t*r-1$	$5*3-1$	14

**Elaborado por: Olivo, 2022**

### 2.5.1 Hipótesis estadística.

**Ho:** La aplicación de hongos antagonistas (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) no influirán en el manchado del grano del cultivo de arroz (*Oryza Sativa L.*).

**Ha:** La aplicación de hongos antagonistas (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) influirán en el manchado del grano del cultivo de arroz (*Oryza Sativa L.*).

### 2.6 Diseño Experimental

**Tabla N° 5. Características de las parcelas experimentales**

Descripción	Unidad
Tratamientos	5
Repeticiones	3
Número total de parcelas	15
Ancho de cada parcela (m)	8 m
Longitud de cada parcela (m)	8 m
Distancias entre parcelas (m)	0,50 m
Distancias entre repeticiones (m)	0,50 m
Ancho de del ensayo (m)	25 m
Longitud del ensayo (m)	42 m
Área total de la parcela m <sup>2</sup>	64 m <sup>2</sup>
Área total del ensayo m <sup>2</sup>	1050 m <sup>2</sup>

**Elaborado por: Olivo, 2022**

### 2.7 Tratamientos

El trabajo estuvo compuesto por 5 tratamientos con 3 repeticiones para la fase de laboratorio y 5 tratamientos y 3 repeticiones para la fase de campo; fueron testificadas en las siguientes:

**Tabla N° 6. Tratamientos para la aplicación antagonista en laboratorio.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Medio de cultivo</b>
T1 <i>Gliocladium sp.</i>	Cultivo PDA dual
T2 <i>Trichoderma sp.</i>	Cultivo PDA dual
T3 <i>Paecilomyces sp.</i>	Cultivo PDA dual
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	Cultivo PDA dual
T5 T. Absoluto (Sin aplicación de fungicida)	Cultivo en PDA

**Elaborado por: Olivo, 2022**

**Tabla N° 7. Tratamientos para la aplicación antagonista en campo.**

<b>Tratamientos</b>	<b>Frecuencia de aplicación (DDT)</b>
T1 <i>Gliocladium sp.</i>	30-60-90
T2 <i>Trichoderma sp.</i>	30-60-90
T3 <i>Paecilomyces sp.</i>	30-60-90
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	30-60-90
T5 T. Absoluto	(Sin aplicación de fungicida)

**Elaborado por: Olivo, 2022**

## 2.8 Cronograma de Actividades

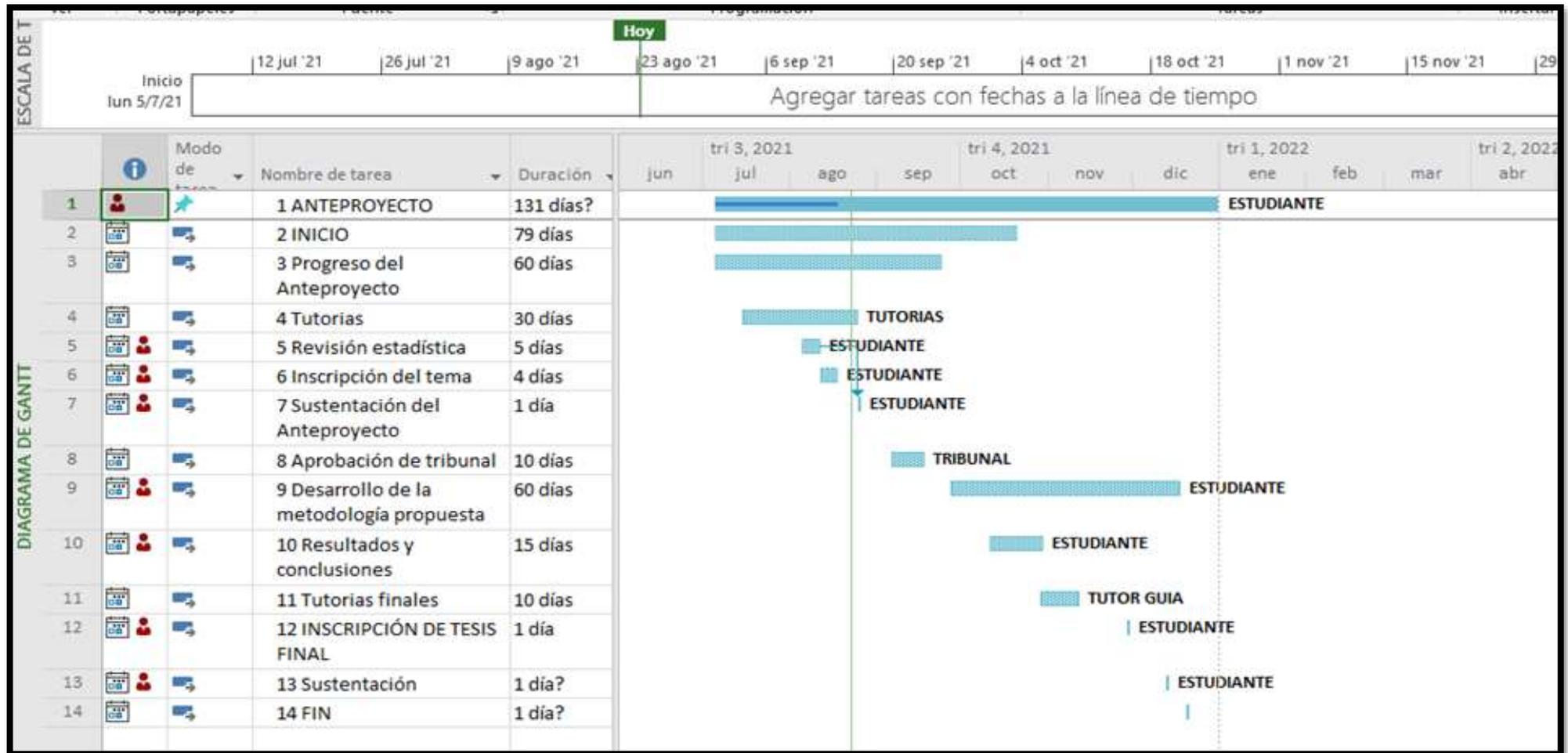


Figura N° 1. Cronograma de actividades del estudio  
Elaborado por: Olivo, 2022

## RESULTADOS

- **Identificar los hongos en el complejo de microorganismos presentes en el manchado del grano en el cultivo de arroz.**

Se tomó una muestra con síntomas del manchado del grano de arroz en campo en un cultivo de arroz ya establecido para analizar los hongos presentes en el tejido vegetal y determinar el agente causal de la enfermedad. En el complejo de microorganismos presentes del manchado del grano se identificó el hongo (*Curvularia* sp.), en laboratorio se realizó el proceso de cultivos del hongo en cajas Petri para luego ser expuestas frente a los hongos antagonistas (*Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp. y *Paecilomyces* sp.) y dos moléculas sistémicas (*Azoxystrobin* + *Tridemorph*) y observar los efectos contra el manchado del grano del cultivo de arroz (*Oryza Sativa* L.).

- **Estimar el micoparasitismo de los biocontroladores sobre el manchado del grano en el cultivo de arroz.**

En la tabla 8 se indica las medias obtenidas al definir el crecimiento del micelial; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 9,24%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; tomando la hipótesis alterna, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; siendo el T5 T. Absoluto el de mayor promedio de crecimiento micelial con 4,50 cm, seguido por el T3 Paecilomyces con 2,93 cm, el T1 Gliocladium con 2,40 cm, el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 1,50 cm y el T2 Trichoderma el de menor promedio con 1,27 cm.

**Tabla N° 8. Crecimiento micelial (cm)**

Tratamientos	Medias				
T2 Trichoderma	1,27	A			
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	1,50		B		
T1 Gliocladium	2,40			C	
T3 Paecilomyces	2,93				D
T5 T. Absoluto	4,50				E
P- valor	<0,0001				
Coeficiente de variación %	9,24				
Significancia	**				

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

Elaborado por: Olivo, 2022

En la tabla 9 se indica las medias obtenidas al definir la Inhibición del antagonista; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 8,82%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; tomando la hipótesis alterna, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; siendo el T2 Trichoderma el de mayor promedio con 71,84%, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 66,67% el T1 Gliocladium con 46,66%, el T3 Paecilomyces con 34,81% y el T5 T. Absoluto el de menor promedio con 0,00%.

**Tabla N° 9. Inhibición del antagonista (%)**

Tratamientos	Medias				
T5 T. Absoluto	0,00	A			
T3 Paecilomyces	34,81		B		
T1 Gliocladium	46,66			C	
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	66,67				D
T2 Trichoderma	71,84				E
P- valor	<0,0001				
Coeficiente de variación %	8,82				
Significancia	**				

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**

- **Determinar el nivel de antagonismo de los biocontroladores (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*) y dos moléculas sistémicas (Azoxystrobin + Tridemorph) sobre el manchado del grano.**

En la tabla 10 se indica las medias obtenidas al definir la incidencia de la enfermedad; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 6,84%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; tomando la hipótesis alterna, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; siendo el T5 T. Absoluto el de mayor promedio de incidencia de la enfermedad con 69,00%, seguido por el T3 Paecilomyces con 33,67%, el T1 Gliocladium con 24,00%, el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 16,00% y el T2 Trichoderma el de menor promedio con 11,00% en la incidencia de la enfermedad.

**Tabla N° 10. Incidencia de la enfermedad (%)**

Tratamientos	Medias				
T2 Trichoderma	11,00	A			
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	16,00		B		
T1 Gliocladium	24,00			C	
T3 Paecilomyces	33,67				D
T5 T. Absoluto	69,00				E
P- valor	<0,0001				
Coeficiente de variación %	6,84				
Significancia	**				

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**

En la tabla 11 se indica las medias obtenidas al definir la severidad de daños; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 7,12%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; tomando la hipótesis alterna, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; siendo el T5 T. Absoluto el de mayor promedio con 48,33%, seguido por el T3 Paecilomyces con 33,67%, el T1 Gliocladium con 23,67%, el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 12,33% y el T2 Trichoderma el de menor promedio con 6,67% en severidad de daños.

**Tabla N° 11. Severidad de daños (%)**

Tratamientos	Medias				
T2 Trichoderma	6,67	A			
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	12,33		B		
T1 Gliocladium	23,67			C	
T3 Paecilomyces	33,67				D
T5 T. Absoluto	48,33				E
P- valor	<0,0001				
Coeficiente de variación %	7,12				
Significancia	**				

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**

- **Analizar la productividad de los tratamientos en estudio sobre el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)**

En la tabla 12 se indica las medias obtenidas al definir los granos vanos; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 5,21%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad;

tomando la hipótesis alterna, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; siendo el T5 T. Absoluto el de mayor promedio con 44,00, seguido por el T3 Paecilomyces con 33,67, el T1 Gliocladium con 20,00, el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 14,67 y el T2 Trichoderma el de menor promedio con 11,00 en granos vanos.

**Tabla N° 12. Granos vanos (n)**

Tratamientos	Medias				
T2 Trichoderma	11,00	A			
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	14,67		B		
T1 Gliocladium	20,00			C	
T3 Paecilomyces	33,67				D
T5 T. Absoluto	44,00				E
P- valor	<0,0001				
Coeficiente de variación %	5,21				
Significancia	**				

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**

En la tabla 13 se indica las medias obtenidas al definir el peso de 1000 granos; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 8,60%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0,05$  de probabilidad; tomando la hipótesis alterna, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; siendo el T2 Trichoderma el de mayor promedio con 22,20 g, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 21,30 g, el T1 Gliocladium con 20,20 g, el T3 Paecilomyces con 19,20 g y el T5 T. Absoluto el de menor promedio con 18,33 g.

**Tabla N° 13. Peso de 1000 granos (g)**

Tratamientos	Medias				
T5 T. Absoluto	18,33	A			
T3 Paecilomyces	19,20		B		
T1 Gliocladium	20,20			C	
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	21,30				D
T2 Trichoderma	22,20				E
P- valor	<0,0001				
Coeficiente de variación %	8,60				
Significancia	**				

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**

En la tabla 14 se indica las medias obtenidas al definir el rendimiento; de acuerdo con el análisis de la varianza, y con un coeficiente de variación de 11,12%; se determinó un p-valor entre tratamientos de:  $<0,0001 < 0.05$  de probabilidad; tomando la hipótesis alterna, en la que si se encontró significancia estadística entre tratamientos; siendo el T2 Trichoderma el de mayor promedio con 4272,45 kg/ha, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 3754,07 kg/ha, el T1 Gliocladium con 3298,46 kg/ha, el T3 Paecilomyces con 2909,17 kg/ha y el T5 T. Absoluto el de menor promedio con 2391,93 kg/ha

**Tabla N° 14. Rendimiento (kg/ha)**

Tratamientos	Medias				
T5 T. Absoluto	2391,93	A			
T3 Paecilomyces	2909,17		B		
T1 Gliocladium	3298,46			C	
T4 Azoxystrobin + Tridemorph	3754,07				D
T2 Trichoderma	4272,45				E
P- valor	<0,0001				
Coeficiente de variación %	11,12				
Significancia	**				

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**

## DISCUSIÓN

El propósito de la investigación presentada fue de evaluar la capacidad antagonista de biocontroladores (*Gliocladium* sp., *Trichoderma* sp. y *Paecilomyces* sp.) para el manchado del grano de arroz (*Oryza Sativa* L.) en condiciones in vitro, el trabajo en campo se lo realizó en el Cantón Pueblo viejo de la provincia de Los Ríos. Después de haber llevado a cabo el análisis e interpretación de datos, se determinó que los tratamientos: T2 *Trichoderma* y T4 Azoxystrobin + Tridemorph obtuvieron los mejores promedios en las características agronómicas del cultivo, ya que, obtuvo buenos resultados en el número de granos vanos, peso de 1000 granos y rendimiento; por lo que acorde con Barrera y Echenique (2019) afirma que Los hongos antagonistas ayudan a reducir el daño causado por enfermedades en los agroecosistemas donde estén condiciones para su desarrollo y preservación. Para lograr este objetivo los microorganismos beneficiosos presentan diferentes modos de acción que les permitan ejercer su efecto biorregulador. Y según Arcia, (2016) el género *Trichoderma* spp es uno de los más estudiados, entre numerosos agentes de control biológico, por sus características de antagonismo en condiciones naturales. El se comporta como hiperparásito frente a diversos patógenos, atacando directamente y produciendo la ruptura del micelio de los hongos productores de enfermedades de las plantas.

Se concluyó técnica y económicamente que los tratamientos donde se utilizó el *Trichoderma* sp. obtuvo las mejores medias con respecto a la variable, rendimientos expresado en kg/ha.

Los resultados obtenidos en la investigación y su respectiva tabulación estadística en lo que respecta a rendimiento del cultivo, se pudo observar que los tratamientos destacados fueron: siendo el T2 *Trichoderma* el de mayor promedio con 4272,45 kg/ha, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 3754,07 kg/ha; y acorde con walsh (2020) estudió la productividad del cultivo Delphinium, variedad Sea Waltz aplicando microorganismos benéficos para un mayor rendimiento valorando características como tamaño del tallo, tamaño de la espiga, grosor del tallo, numero de rebrotes por planta, tamaño de las raíces, ciclo de producción y mortalidad de plantas. Obteniendo como resultado que el tratamiento 3 reflejo mejor rendimiento que el de los demás tratamientos. En acuerdo con

Gracia (2015) Liu y Baker en 1980; Chet y colaboradores en 1987, demostraron que especies de *Trichoderma harzianum*, y *Trichoderma hamatum* fueron especialmente eficientes en el control de patógenos como *Rhizoctonia solani*. Varios aislamientos de *Trichoderma harzianum* se han utilizado exitosamente en el control de algunas enfermedades ocasionadas por *Rhizoctonia solani* como damping off en tomate, pudriciones radiculares en plantas de frejol, podredumbre negra en raíz en fresa, pudrición de tallos en clavel, pudrición de raíz en habas y mal de tallo en café.

En base al objetivo específico del nivel de antagonismo de los biocontroladores se determinó que el mejor tratamiento el T2 *Trichoderma* el de menor promedio con 11,00% en la incidencia de la enfermedad seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 16,00%. Acorde con Rodríguez (2016) los microorganismos escogidos para la acción antagonista, deben ser también metabólicamente activos de tal forma que pueda ejecutar su “acción protectora” de forma directa produciendo inhibición por medio de metabolitos o enzimas o compitiendo por espacio o nutrientes, asimismo puede ejercer de forma indirecta estimulando las defensas de la planta. Así también indica Tejera y Rojas (2017) en el estudio titulado antagonismo de *Bacillus spp.* frente a hongos fitopatógenos del cultivo del arroz (*Oryza Sativa* L.), se emplearon siete aislados del género *Bacillus* para estimar el grado antagónico sobre dos hongos fitopatógenos presentes en el cultivo de arroz *Curvularia sp.* (Boed.) y *Pyricularia grisea* (Sacc.), mediante un cultivo dual, evaluaron siete y once días con el propósito de determinar el tiempo adecuado de incubación para realizar este tipo de estudio. Se obtuvo porcentajes elevados de inhibición frente a los hongos fitopatógenos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones:

Una vez analizados los datos de esta investigación, se puede concluir:

En cuanto a variables agronómicas y productivas se obtuvieron mejores promedios en el tratamiento T2 *Trichoderma* con un promedio de 11,00 en granos vanos seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 14,67 en granos vanos en la variable peso de 1000 granos el mejor promedio se obtuvo en el T2 *Trichoderma* el de mayor promedio con 22,20 g, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 21,30 g.

Se determinó que los tratamientos sobresalientes en rendimiento fueron: el T2 *Trichoderma* el de mayor promedio con 4272,45 kg/ha, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 3754,07 kg/ha, el T1 *Gliocladium* con 3298,46 kg/ha, el T3 *Paecilomyces* con 2909,17 kg/ha y el T5 T. Absoluto el de menor promedio con 2391,93 kg/ha del rendimiento del cultivo.

En el análisis de incidencia de la enfermedad se determinó que el T5 T. Absoluto fue el de mayor promedio de incidencia de la enfermedad con 69,00%, seguido por el T3 *Paecilomyces* con 33,67%, el T1 *Gliocladium* con 24,00%, el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 16,00% y el T2 *Trichoderma* el de menor promedio con 11,00% en la incidencia de la enfermedad, en cuanto a la Inhibición del antagonista el T2 *Trichoderma* el de mayor promedio con 71,84%, seguido por el T4 Azoxystrobin + Tridemorph con 66,67% el T1 *Gliocladium* con 46,66%, el T3 *Paecilomyces* con 34,81% y el T5 T. Absoluto el de menor promedio con 0,00%.

Por lo tanto, se concluye que el uso de *Trichoderma* sp en frecuencia de aplicación de 30, 60 y 90 días empleados para inhibir la presencia del manchado del grano de arroz, y aumentar la productividad del cultivo.

## **Recomendaciones:**

De acuerdo con la presente investigación se recomienda:

Realizar investigaciones en diferentes localidades con el fin de identificar otros agentes causales del manchado del grano de arroz, para definir más alternativas sobre el manejo de los patógenos que afectan al cultivo de arroz.

Ejecutar un estudio comparativo sobre el uso de hongos antagonistas (*Gliocladium sp.*, *Trichoderma sp.* y *Paecilomyces sp.*), para el control del manchado del grano del cultivo de arroz (*Oryza Sativa L.*), para determinar el comportamiento agronómico y rendimiento del cultivo de arroz y comprobar el impacto que estos hongos antagonistas producen en el cultivo.

Utilizar *Trichoderma sp.* con una frecuencia de aplicación de 30, 60, 90 días como método de control del patógeno causal del manchado de grano del arroz y así asegurar un buen desarrollo incrementando la productividad del cultivo de arroz en el cantón Pueblo Viejo de la provincia de Los Ríos.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Acevedo. (2019). Origen, evolución y diversidad del arroz. *Agronomía/tropical*,56(2),1/18.Obtenido.de.[https://www.researchgate.net/publication/262462682\\_Origen\\_evolucion\\_y\\_diversidad\\_del\\_arroz?enrichId=rgreq6361b6bb6bc1b2a64875b54f4d66692cXXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI2MjQ2MjY4MjtBUzo3MTA2MjU1MTI2NjkxODRAMTU0NjQzNzczMzAzMA%3D%3D&el=1\\_x\\_2&\\_esc=publicat](https://www.researchgate.net/publication/262462682_Origen_evolucion_y_diversidad_del_arroz?enrichId=rgreq6361b6bb6bc1b2a64875b54f4d66692cXXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzI2MjQ2MjY4MjtBUzo3MTA2MjU1MTI2NjkxODRAMTU0NjQzNzczMzAzMA%3D%3D&el=1_x_2&_esc=publicat)
- Agripac.(2016).*AGRIPAC*..Obtenido.de.Agencia.Agripac:<https://agripac.com.ec/division/arroz/>
- Alava,Poaquiza.yCastillo.(2018).La.producción.arrocera.del.Ecuador:Caso.Samborondón,2011,2015.*Revista/Espacios*,.39(34),12.Obtenido.de.<https://www.revistaespacios.com/a18v39n34/a18v39n34p12.pdf>
- Alfonso, P. (2014). Características morfológicas. *Hojas*. Universidad técnica de Machala. Ecuador. Morfología del cultivo de arroz. Obtenido de [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf)
- Alán, D. (2014). Características morfológicas del cultivo de arroz. *Flor*. Obtenido de [https://betuco.be/rijst/Morfologia\\_planta\\_arroz.pdf](https://betuco.be/rijst/Morfologia_planta_arroz.pdf)
- Arcia, (2016). El género *Trichoderma* spp. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7691/1/tesis026%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20256.pdf>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2016). Protección y recuperación de la fertilidad de la tierra rural de producción Artículo 49.- Protección y recuperación.<https://www.ambiente.gob.ec/wptent/uploads/downloads/2018/09/Ley-Organica-de-Tierras-Rurales-y-Territorios-Ancestrales.pdf>
- Barrera y Echenique. (2019). *Efecto de crecimiento de hongos antagonistas (Trichoderma sp y Gliocladium sp) frente a hongos entomopatógenos*

(*Metarhizium sp*, *Paecilomyces sp* y *Beauveria sp*) en medio nutritivo de PDA. Tesis de pregrado, Universidad de los llanos, Villavicencio, Colombia.

Burnside, W. (2017). *Ph de los suelos. Cultivo de arroz (oryza sativa L.)*. Obtenido de <http://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/534/1/TA62.pdf>

Cárdenas, C. P. (2015). Comportamiento del manchado del grano en variedades de arroz (*Oryza Sativa Lin*) del ciclo medio. *FITOSANIDAD*, 8(4), 39-44. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/2091/209117865006.pdf>

Castilla y Tirado. (2019). Fundamentos técnicos para la nutrición del cultivo de arroz. En *Fondo Nacional del Arroz*.

Castillo. (2016). *Gliocladium sp.*, agente biocontrolador con aplicaciones prometedoras. *Tecnología en Marcha, Especial Biocontrol*, 65-73. Obtenido de [https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec\\_marcha/article/view/2707/2403](https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/2707/2403)

Castillo, Rojas y Villalta. (2016). *Gliocladium sp.*, agente biocontrolador con aplicaciones prometedoras. *Tecnología en Marcha*, 29(3), 65-73.

Cercado, S. (2016). Respuesta del arroz (*Oryza sativa L.*) a la fertilización química acompañada de un programa orgánico de alto rendimiento. Babahoyo.

Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones. (2010) Según la Constitución de la República sección II. Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológico equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Obtenido de [https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/01/CODIGO\\_ORGANICO\\_AMBIENTE.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf)

Cuevas, N. (2014). Temperatura. Tesis de grado. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/19622/1/Regato%20Alvarado%20Ren%c3%a9%20Rodrigo.pdf>

- Cruz. (2019). Taxonomía del cultivo de arroz. Obtenido de [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1217&context=ingenieria\\_agronomica](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1217&context=ingenieria_agronomica)
- Degiovanni, Berrío y Charry. (2018). Origen, taxonomía, anatomía y morfología de la planta de arroz (*Oryza sativa* L.). En *Producción eco-eficiente del arroz en América Latina* (págs. 35-58).
- Franquet, H. (2014). Latitud del cultivo de arroz. Obtenido de <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/DialnetAnalisisDeCrecimientoYEtapasDeDesarrolloDeTresVari-5002394.pdf>
- Garcés, Aguirre y Díaz. (2019). Severidad de la quemazón (*Pyricularia oryzae* Cav.) en germoplasma de arroz F1 en la zona central del litoral ecuatoriano. *Revista ciencias y tecnología OJS*, 5(2). doi:<https://doi.org/10.18779/cyt.v5i2.125>
- Gómez, V. (2017). *Control químico del manchado de grano en el cultivo de arroz en la zona de CEDEGE, Babahoyo*. Tesis de pregrado, Universidad técnica de Babahoyo, Los Ríos, Ecuador. Obtenido de <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/3367/TE-UTB-FACIAGING%20AGROP-000002.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gracia, (2015). Hongos antagonistas. microorganismos beneficios. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7691/1/tesis026%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20256.pdf>
- Guzmán, D. (2016). *Manejo agronómico del cultivo de arroz (Oryza sativa L.) sembrado bajo riego en finca ranchos horizontes; cañas, guanacaste, Costa Rica*. Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Guanacaste, Costa Rica.
- INEC. (2 de Julio de 2016). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

- Infoagro. (2016). *El cultivo de arroz (1ª parte)*. Obtenido de <https://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm>
- INIAP. (2012). *Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador*. Boletín divulgativo N° 426, Estación Experimental del Litoral sur "Dr. Enrique Pareja Ampuero", Departamento Nacional de Protección Vegetal, Guayaquil. Recuperado el 14 de Mayo de 2021, de Guía para el reconocimiento y manejo de las principales enfermedades en el cultivo de arroz en Ecuador: <https://repositorio.iniap.gob.ec/jspui/bitstream/41000/2009/1/iniaplsgd426.pdf>
- Ley Orgánica del Régimen de la Soberanía Alimentaria. (2014). La ley que regule el desarrollo agropecuario creará la institucionalidad necesaria encargada de la investigación científica, tecnológica y de extensión. Obtenido de <https://www.soberaniaalimentaria.gob.ec/pacha/wpcontent/uploads/2011/0>
- Liang, V. (2018). Actividad Antioxidante en Bioestimulantes y Productos Nutrientes Foliares Seleccionados. USA: Boletín técnico Cytozyme. Vol 7 (1). Recuperado el 17 de febrero de 2018
- Macías, V. (2019). *Efecto de trichoderma sobre la incidencia de las enfermedades en el cultivo de arroz en el sector perimetral Daule*. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/45332/1/Mac%c3%adas%20Castro%20Vicenta%20Adelaida.pdf>
- Morales, Andrade, Valencia, Romero, Silva y Contreras. (2020). Caracterización de hongos asociados al cultivo de fresa y efecto antagonista in vitro de *Trichoderma harzianum*. *Revista mexicana de fitopatología*, 38(3), 45-55. doi:<https://doi.org/10.18781/r.mex.fit.2005-7>
- Ordeñana, C. (2016). Panícula. Tesis de grado. Universidad Politécnica del Litoral. Guayaquil - Ecuador.

- Ormeño, G. (2016). Características Morfológicas del cultivo de arroz. Grano. tesis, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, Guayaquil.
- Pamies, L. (2015). *Cultivo tropical y subtropical*. Obtenido de [https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/revistas\\_Riegos\\_y\\_Drenajes.pdf](https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/academico/revistas_Riegos_y_Drenajes.pdf)
- Pérez, Rodríguez y García. (2018). Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 16-27. Obtenido de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/160/195>
- Pinto Maridueña, J., Colina Navarrete, E., Castro Arteaga, C., García Vasquez, G., & Leon Paredes, J. (2018). Interacción fungicidas y fertilizantes, sobre el complejo manchado de grano en arroz de secano. *Journal of Science and Research*, 3(11), 10-17. Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de [file:///C:/Users/AULA\\_ECO-101/Downloads/Dialnet-InteraccionFungicidasYFertilizantesSobreElComplejo-7355009%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/AULA_ECO-101/Downloads/Dialnet-InteraccionFungicidasYFertilizantesSobreElComplejo-7355009%20(1).pdf)
- Rodríguez, H. (2015). Características morfológicas del cultivo de arroz. Espiguilla. <https://botanipedia.org/index.php?title=ESPIGUILLA>
- Rodriguez. (2016). Biocontroladores especializados en cultivos argopecuarios. *GOSEF*, 30(4), 45-78.
- Rodriguez, R. (2016). *Efecto de la aplicación de siete niveles de extracto de algas marinas sobre las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Rojas y Velasco. (2019). *Estado Actual de las enfermedades más importantes del cultivo de arroz (Oryza sativa. L), en la campaña 2015 - 2016, región Lambayeque*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú.

- Roskov, A. M. (2015). Antagonismo en cultivos. *Agronomía efectiva*, 12(3), 12-30.
- Ruíz, J. (2017). *Evaluación de Trichoderma harzianum para el control de Monilophthora roreri en cacao, El Tumbador, San Marcos*. Repositorio, Universidad Rafael Landívar, Coatepeque. Obtenido de <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjcem/2017/06/17/Ruiz-Jose.pdf>
- Ruiz, M. D. (2016). Manejo del agua de riego en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) por trasplante, su efecto en el rendimiento agrícola e industrial. *Cultivos Tropicales*, 37(3), 178-186. doi:<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.2649.8800>
- Solis y Armas. (2017). Alternativas biológicas para el manejo del complejo de manchado de grano en el cultivo de arroz en Babahoyo, provincia de Los Ríos, Ecuador. *Rev. Cient. Cien. Nat. Ambiental*, 11(1), 37-48.
- Súarez y Delgado. (2018). *Influencia de enfermedades en el rendimiento de cultivares de arroz la Provincia del Oro*. Instituto Nacional de Investigaciones agropecuarias, El Oro, Ecuador. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Christopher-Suarez-5/publication/331211899\\_Influencia\\_de\\_enfermedades\\_en\\_el\\_rendimiento\\_de\\_cultivares\\_de\\_arroz\\_la\\_Provincia\\_del\\_Oro/links/5c6c6e5f4585156b570a935d/Influencia-de-enfermedades-en-el-rendimiento-de-cultiva](https://www.researchgate.net/profile/Christopher-Suarez-5/publication/331211899_Influencia_de_enfermedades_en_el_rendimiento_de_cultivares_de_arroz_la_Provincia_del_Oro/links/5c6c6e5f4585156b570a935d/Influencia-de-enfermedades-en-el-rendimiento-de-cultiva)
- Tejera, Heydrich y Rojas. (2017). Antagonismo de *Bacillus* spp. frente a hongos fitopatógenos del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista protección vegetal*, 27(2), 117-122. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v27n2/rpv08212.pdf>
- Trigoso. (2018). *Eficacia de bactericidas biológicos y químicos sobre el control preventivo del añublo bacterial de la panícula de arroz y el complejo fungoso del manchado del grano en el Valle Alto Mayo, Distrito de Nueva Cajamarca, Región San Martín*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque, Peru. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/2688/BC-TES-TMP-1537.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Vallejo, M. (2019). *Caracterización y clasificación de trichodermas nativos aplicando diferentes medios de cultivos a nivel de laboratorio artesanal*. Tesis de posgrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/7691/1/tesis-026%20Maestr%C3%ADa%20en%20Agroecolog%C3%ADa%20y%20Ambiente%20-%20CD%20256.pdf>
- Vignola. (2018). Agentes patógenos del cultivo de arroz. Obtenido de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S131525562012000200011](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S131525562012000200011)
- Villa. (2020). *Enfermedades del complejo del grano de arroz*. Obtenido de [https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad\\_Vegetal/Manuales%20OIRSA%2020152018/Manual%20de%20Manejo%20Integrado%20de%20S%20%20spinki%20versi%C3%B3n%20%203%20de%20mayo%20Final.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2018/Sanidad_Vegetal/Manuales%20OIRSA%2020152018/Manual%20de%20Manejo%20Integrado%20de%20S%20%20spinki%20versi%C3%B3n%20%203%20de%20mayo%20Final.pdf)
- Vinchira y Moreno. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 21(1), 2. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v21n1.80860>
- Walsh, E. (2020). *Estudio de la productividad del cultivo de delphinium, variedad sea waltz, con la aplicación de microorganismos beneficios (trichoderma harzianum, gliocladium spp, Bacillus subtilis, Azospirillum spp. y Azotobacter spp.) bajo condiciones de campo*. Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1658/1/CD-2687.pdf>
- Zambrano, D. (2019). *Efectos de la aplicación de tres abonos orgánicos comerciales en las características agronómicas y rendimiento del cultivo de arroz (Oryza sativa L)*. Tesis de pregrado, Quevedo, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/3836/1/T-UTEQ-0184.pdf>
- Zuñiga y Quirós. (2021). Los hongos como elementos clave en la productividad del suelo, la agricultura y el bienestar social. *Biocenosis*, 32(1), 46-58. doi:DOI: <https://doi.org/10.22458/rb.v32i1.3548>

## ANEXOS

**Tabla 8. Crecimiento micelial (cm)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Crecimiento micelial (cm)	15	1,00	1,00	9,24

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	20,25	6	3,38	506,27	<0,0001
Tratamientos	20,15	4	5,04	755,65	<0,0001
Repeticiones	0,10	2	0,05	7,50	0,0146
Error	0,05	8	0,01		
Total	20,30	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,23032**

Error: 0,0067 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2 Trichoderma	1,27	3	0,05	A
T4 Azoxystrobin + Tridemor..	1,50	3	0,05	B
T1 Gliocladium	2,40	3	0,05	C
T3 Paecilomyces	2,93	3	0,05	D
T5 T. Absoluto	4,50	3	0,05	E

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

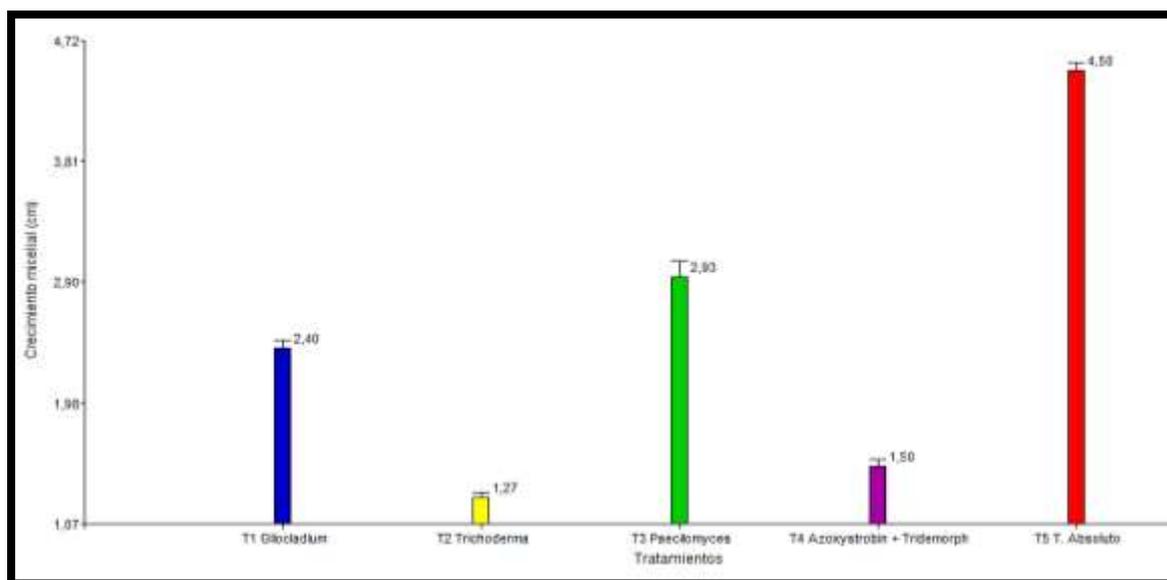
**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,14756**

Error: 0,0067 gl: 8

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	2,42	5	0,04	A
2	2,52	5	0,04	A B
3	2,62	5	0,04	B

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**



**Figura N° 2. Crecimiento micelial (cm)**

**Elaborado por: Olivo, 2022**

**Tabla 9. Inhibición del antagonista (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Inhibición del antagonista	15	1,00	1,00	8,82

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	9987,46	6	1664,58	589,95	<0,0001
Tratamientos	9950,09	4	2487,52	881,61	<0,0001
Repeticiones	37,37	2	18,69	6,62	0,0201
Error	22,57	8	2,82		
Total	10010,03	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,73823**

Error: 2,8216 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 T. Absoluto	0,00	3	0,97	A
T3 Paecilomyces	34,81	3	0,97	B
T1 Gliocladium	46,66	3	0,97	C
T4 Azoxystrobin + Tridemor..	66,67	3	0,97	D
T2 Trichoderma	71,84	3	0,97	E

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

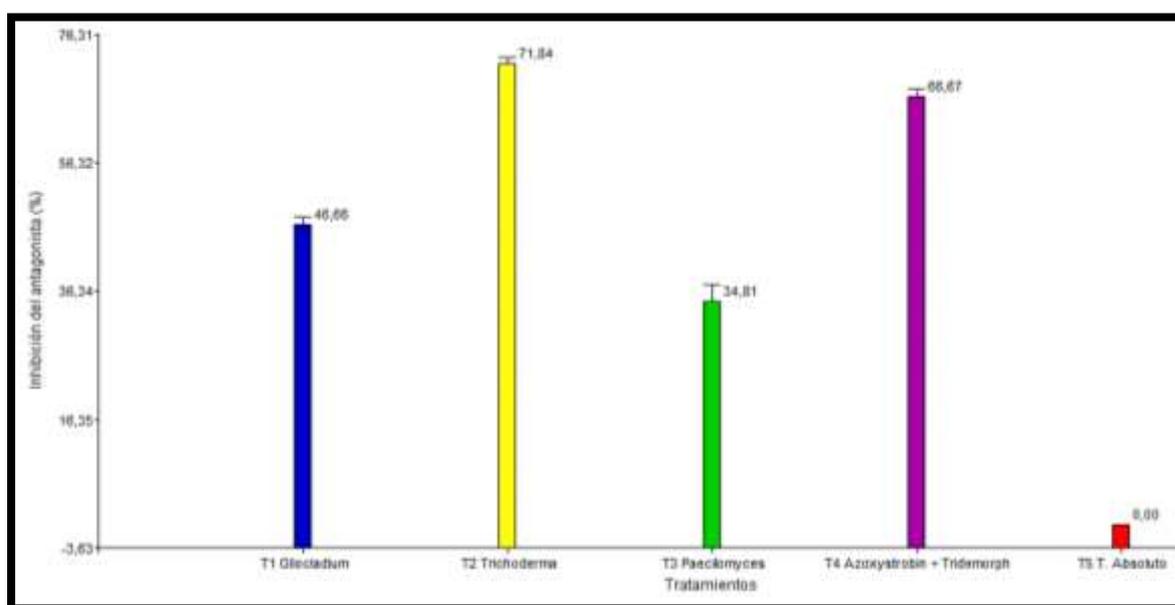
**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,03566**

Error: 2,8216 gl: 8

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
2	42,73	5	0,75	A
3	43,04	5	0,75	A
1	46,22	5	0,75	B

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

Elaborado por: Olivo, 2022



**Figura N° 3. Inhibición del antagonista (%)**

Elaborado por: Olivo, 2022

**Tabla 10. Incidencia de la enfermedad (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Incidencia de la enfermedad	15	1,00	1,00	6,84

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6375,20	6	1062,53	479,34	<0,0001
Tratamientos	6374,27	4	1593,57	718,90	<0,0001
Repeticiones	0,93	2	0,47	0,21	0,8145
Error	17,73	8	2,22		
Total	6392,93	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4,19973**

Error: 2,2167 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2 Trichoderma	11,00	3	0,86	A
T4 Azoxystrobin + Tridemor..	16,00	3	0,86	B
T1 Gliocladium	24,00	3	0,86	C
T3 Paecilomyces	33,67	3	0,86	D
T5 T. Absoluto	69,00	3	0,86	E

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

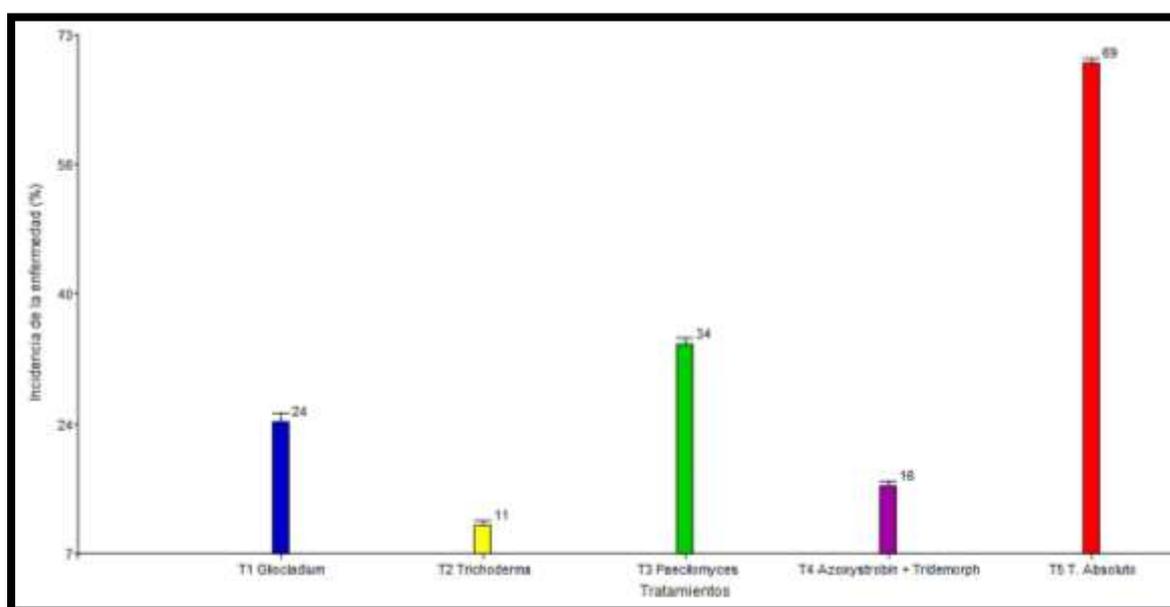
**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,69065**

Error: 2,2167 gl: 8

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	30,40	5	0,67	A
3	30,80	5	0,67	A
2	31,00	5	0,67	A

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**



**Figura N° 4. Incidencia de la enfermedad (%)**

**Elaborado por: Olivo, 2022**

**Tabla 11. Severidad de daños (%)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Severidad de daños (%)	15	0,99	0,99	7,12

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3355,73	6	559,29	177,55	<0,0001
Tratamientos	3353,60	4	838,40	266,16	<0,0001
Repeticiones	2,13	2	1,07	0,34	0,7225
Error	25,20	8	3,15		
Total	3380,93	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=5,00641**

Error: 3,1500 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T2 Trichoderma	6,67	3	1,02	A		
T4 Azoxystrobin + Tridemor..	12,33	3	1,02		B	
T1 Gliocladium	23,67	3	1,02			C
T3 Paecilomyces	33,67	3	1,02			D
T5 T. Absoluto	48,33	3	1,02			E

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

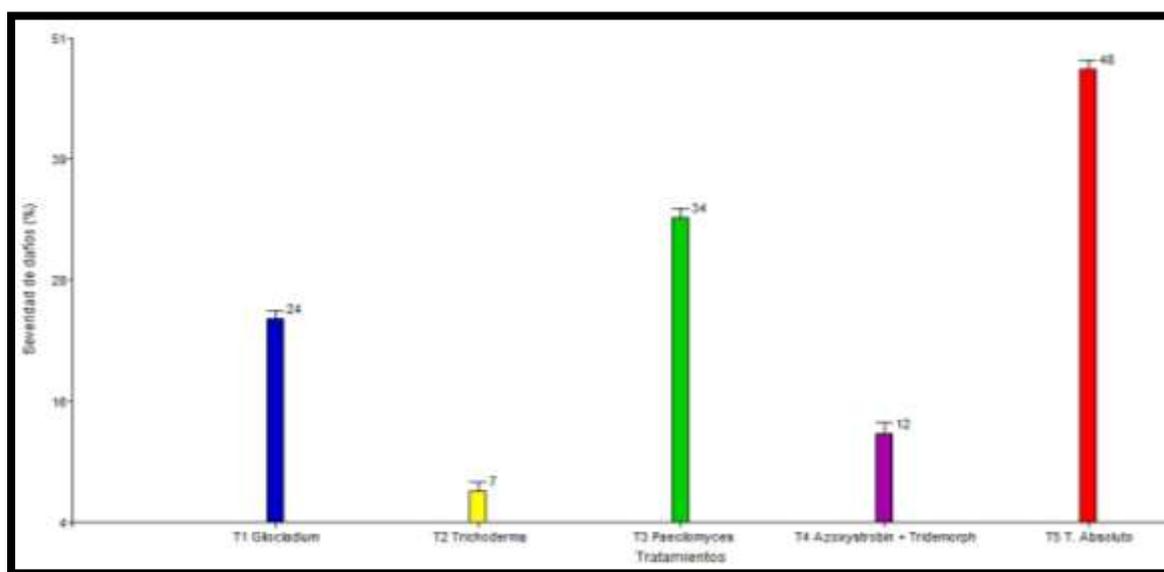
**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3,20747**

Error: 3,1500 gl: 8

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	24,40	5	0,79	A
3	25,20	5	0,79	A
2	25,20	5	0,79	A

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

Elaborado por: Olivo, 2022



**Figura N° 5. Severidad de daños (%)**

Elaborado por: Olivo, 2022

**Tabla 12. Granos vanos (n)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Granos vanos (n)	15	0,99	0,99	5,21

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2292,13	6	382,02	231,53	<0,0001
Tratamientos	2290,00	4	572,50	346,97	<0,0001
Repeticiones	2,13	2	1,07	0,65	0,5492
Error	13,20	8	1,65		
Total	2305,33	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,62337**

Error: 1,6500 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T2 Trichoderma	11,00	3	0,74	A
T4 Azoxystrobin + Tridemor..	14,67	3	0,74	B
T1 Gliocladium	20,00	3	0,74	C
T3 Paecilomyces	33,67	3	0,74	D
T5 T. Absoluto	44,00	3	0,74	E

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

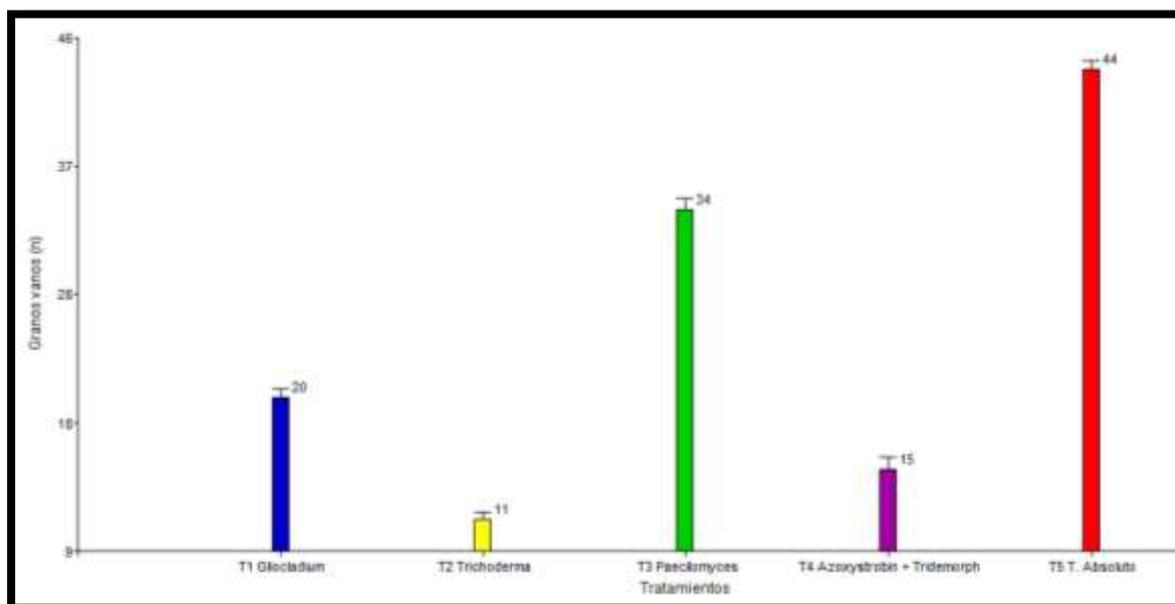
**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,32140**

Error: 1,6500 gl: 8

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
2	24,40	5	0,57	A
1	24,40	5	0,57	A
3	25,20	5	0,57	A

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**



**Figura N° 6. Granos vanos (n)**

**Elaborado por: Olivo, 2022**

**Tabla 13. Peso de 1000 granos (g)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Peso de 1000 granos (g)	15	1,00	0,99	8,60

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29,06	6	4,84	330,23	<0,0001
Tratamientos	29,05	4	7,26	495,18	<0,0001
Repeticiones	0,01	2	4,7E-03	0,32	0,7363
Error	0,12	8	0,01		
Total	29,18	14			

**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,34161**

Error: 0,0147 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 T. Absoluto	18,33	3	0,07	A
T3 Paecilomyces	19,20	3	0,07	B
T1 Gliocladium	20,20	3	0,07	C
T4 Azoxystrobin + Tridemor..	21,30	3	0,07	D
T2 Trichoderma	22,20	3	0,07	E

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

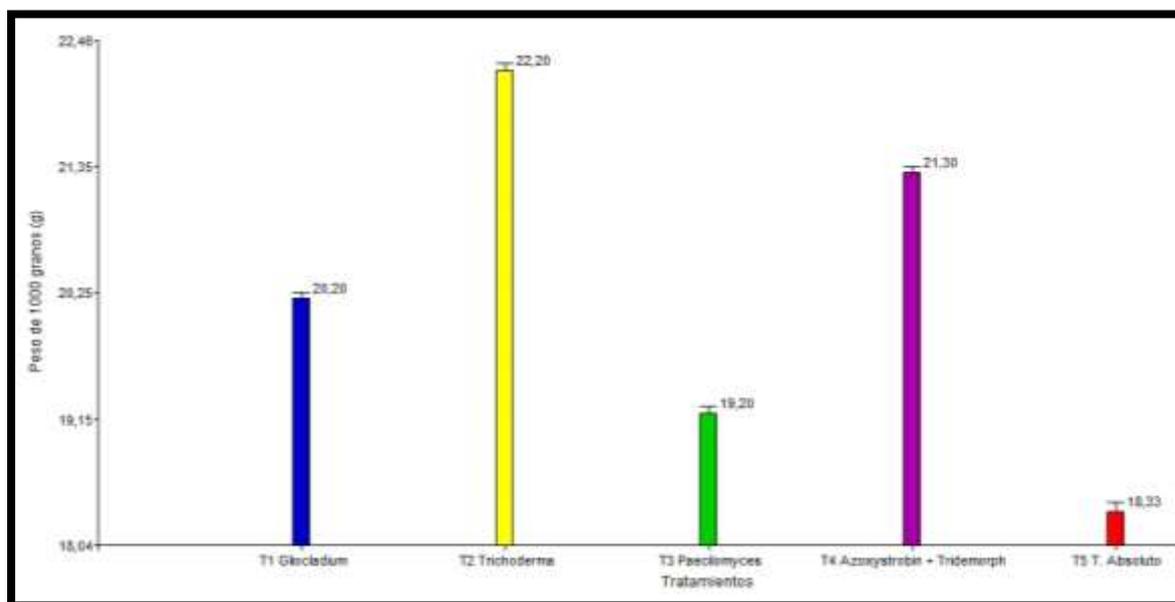
**Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,21886**

Error: 0,0147 gl: 8

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
1	20,22	5	0,05	A
2	20,24	5	0,05	A
3	20,28	5	0,05	A

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

**Elaborado por: Olivo, 2022**



**Figura N° 7. Peso de 1000 granos (g)**

**Elaborado por: Olivo, 2022**

**Tabla 14. Rendimiento (kg/ha)**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rendimiento (kg/ha)	15	0,99	0,99	11,12

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	6396639,57	6	1066106,60	214,87	<0,0001
Tratamientos	6377994,69	4	1594498,67	321,36	<0,0001
Repeticiones	18644,88	2	9322,44	1,88	0,2143
Error	39693,73	8	4961,72		
Total	6436333,30	14			

**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=198,69501**

Error: 4961,7162 gl: 8

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T5 T. Absoluto	2391,93	3	40,67	A
T3 Paecilomyces	2909,17	3	40,67	B
T1 Gliocladium	3298,46	3	40,67	C
T4 Azoxystrobin + Tridemor..	3754,07	3	40,67	D
T2 Trichoderma	4272,45	3	40,67	E

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

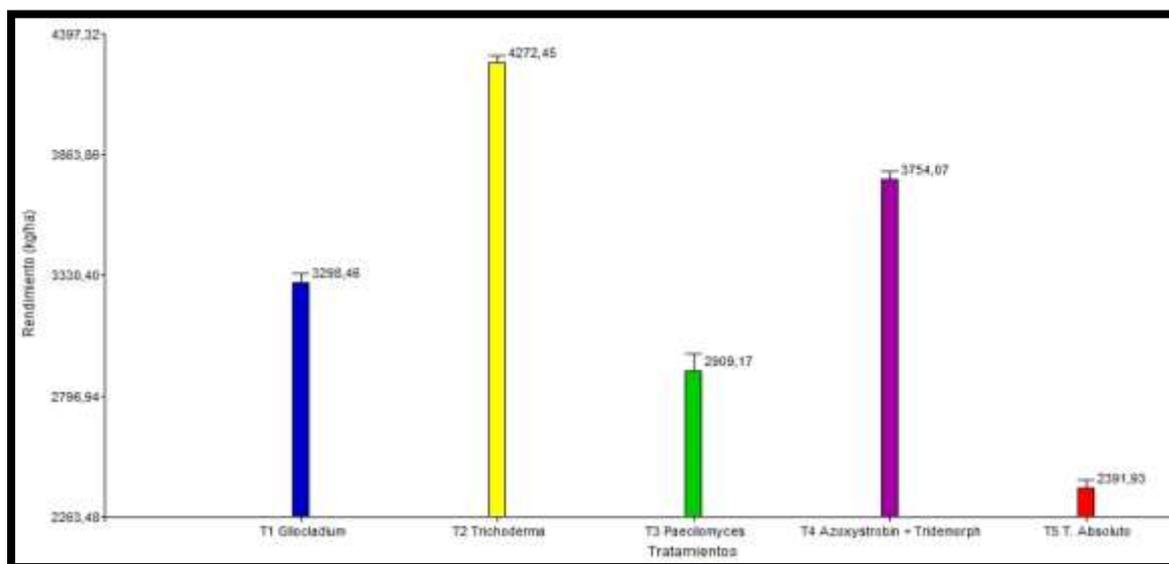
**Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=127,29863**

Error: 4961,7162 gl: 8

Repeticiones	Medias	n	E.E.	
2	3277,65	5	31,50	A
1	3336,05	5	31,50	A
3	3361,94	5	31,50	A

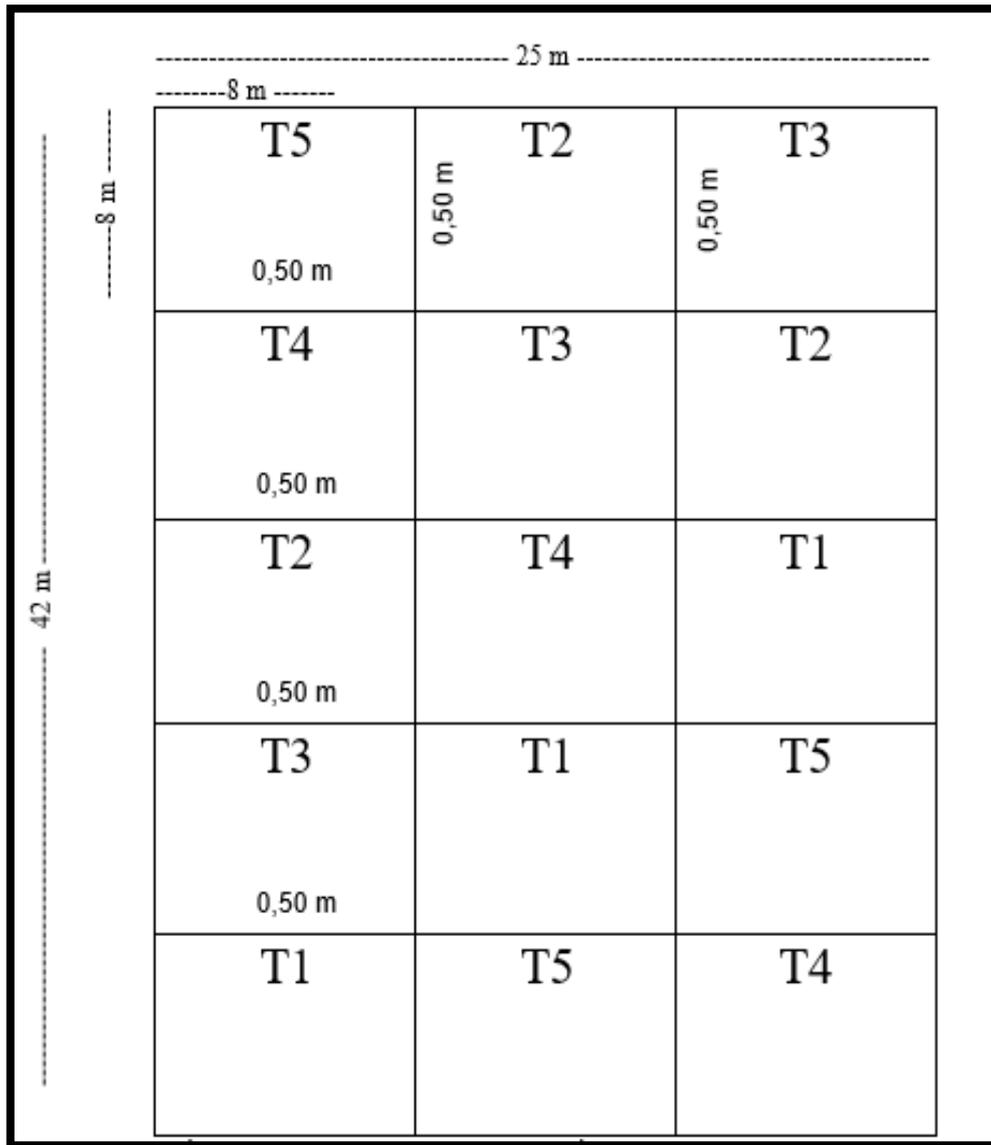
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

**Elaborado por: Olivo, 2022**



**Figura N° 8. Rendimiento (kg/ha)**

**Elaborado por: Olivo, 2022**



Anexo N° 1: Croquis del área en estudio  
 Elaborado por: Olivo, 2022



**Anexo N° 2: Investigación en laboratorio**  
Fuente: Olivo, 2022



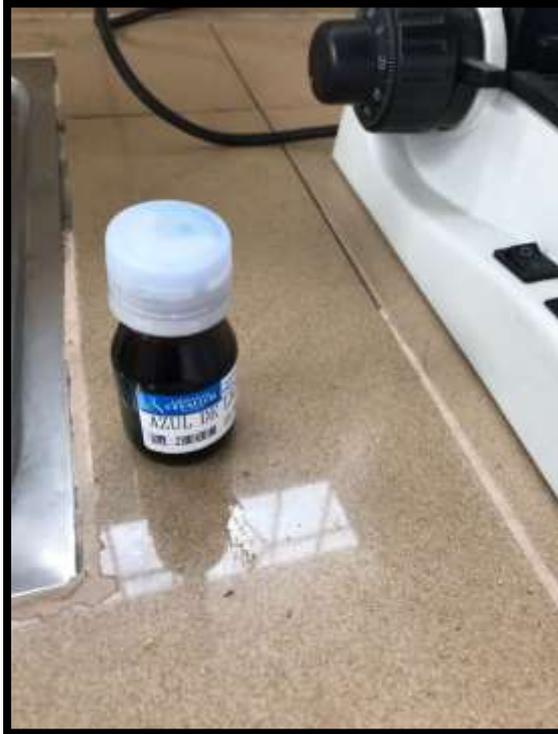
**Anexo N° 3: Preparación de materiales**  
Fuente: Olivo, 2022



**Anexo N° 4: Preparación de cultivos**  
Fuente: Olivo, 2022



**Anexo N° 5: Colocación en cajas petri**  
Fuente: Olivo, 2022



**Anexo N° 6: Azul de lactofenol**  
Fuente: Olivo, 2022



**Anexo N° 7: Preparación de la muestra**  
Fuente: Olivo, 2022



**Anexo N° 8: Observación en el microscopio**  
Fuente: Olivo, 2022



**Anexo N° 9: Toma de datos**  
Fuente: Olivo, 2022