



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA
Y VETERINARIA
CARRERA DE AGRONOMIA



TRABAJO DE TITULACIÓN

Trabajo de Integración Curricular, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo a la obtención de título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

TEMA:

“Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis*”.

AUTOR:

Gilbert Jeampierre Urrutia Morante

TUTOR:

Ing. Agr. Oscar Caicedo Camposano, PhD.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2023

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1. Contextualización de la situación problemática.....	1
1.1.1. Contexto Internacional.....	1
1.1.2. Contexto Nacional	1
1.1.3. Contexto Local.....	2
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos de investigación.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos específicos.....	4
1.5. Hipótesis	4
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Antecedentes	5
2.1.1. Importancia del cultivo de arroz.....	5
2.2. Bases teóricas.....	7
2.2.1. Generalidades del cultivo de arroz	7
2.2.1.1. Clasificación taxonómica	7
2.2.1.2. Descripción botánica	8
2.2.1.2.1. Raíces	8
2.2.1.2.2. Tallo.....	8
2.2.1.2.3. Hojas	8
2.2.1.2.4. Flores	8
2.2.1.2.5. Inflorescencia	8
2.2.1.2.6. Grano	9
2.2.2. Hongos fitopatógenos que afectan el cultivo de arroz	9
2.2.2.1. <i>Rhizoctonia solani</i>	9
2.2.2.1.1. Clasificación taxonómica.....	10
2.2.2.1.2. Biología y morfología	10
2.2.2.1.3. Síntomas	11
2.2.2.1.4. Dispersión	13
2.2.2.2. <i>Gaeumannomyces graminis</i>	13
2.2.2.2.1. Biología y morfología.....	13
2.2.2.2.2. Clasificación taxonómica.....	14

2.2.2.2.3.	Síntomas	14
2.2.2.2.4.	Dispersión	16
2.2.3.	Antecedentes investigativos sobre el control de <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i>	17
2.2.4.	Productos fungicidas	18
2.2.4.1.	Carboxin + Thiram.....	18
2.2.4.2.	Azoxystrobin + Difenconazole	18
2.2.4.3.	Propiconazole.....	18
CAPITULO III.- METODOLOGÍA.....		20
3.1.	Tipo y diseño de investigación	20
3.1.1.	Tipo de investigación	20
3.1.2.	Línea de investigación	20
3.1.3.	Diseño de investigación	20
3.2.	Operacionalización de las variables	20
3.3.	Población y muestra de la investigación	21
3.3.1.	Características de unidad experimental.....	22
3.4.	Técnicas e instrumentos de medición	22
3.4.1.	Material de siembra en laboratorio	22
3.4.2.	Insumos, materiales, equipos, reactivos y medios de cultivos de laboratorio.....	22
3.4.2.1.	Insumos (fungicidas)	22
3.4.2.2.	Materiales de laboratorio	23
3.4.2.3.	Equipos de laboratorio.....	23
3.4.2.4.	Reactivos de laboratorio.....	23
3.4.3.	Recolección de muestras	24
3.4.4.	Factores a estudiar	24
3.4.5.	Métodos.....	24
3.4.6.	Manejo del ensayo.....	24
3.4.6.1.	Desinfección de materiales	24
3.4.6.2.	Preparación de medio de cultivo PDA.....	25
3.4.6.3.	Desinfección de semillas	25
3.4.6.4.	Inoculación de fitopatógenos.....	25
3.4.7.	Variables a evaluar	26
3.4.7.1.	Variables de crecimiento	26
3.4.7.1.1.	Ritmo de crecimiento radial.....	26
3.4.7.1.2.	Media de crecimiento radial.....	26

3.4.7.1.3. Tasa de crecimiento radial.....	27
3.4.7.2. Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales.....	27
3.4.7.3. Germinación de semillas.....	27
3.5. Procesamiento de datos.....	27
3.5.1. Análisis de la varianza.....	28
3.6. Aspectos éticos.....	28
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Resultados.....	30
4.1.1. Variables de crecimiento.....	30
4.1.1.1. Ritmo de crecimiento radial.....	30
4.1.1.2. Media de crecimiento radial.....	31
4.1.1.3. Taza de crecimiento radial.....	33
4.1.1.4. Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales.....	34
4.1.1.5. Germinación de semillas.....	36
4.2. Discusión.....	37
CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
5.1. Conclusiones.....	39
5.2. Recomendaciones.....	40
REFERENCIAS.....	41
ANEXOS.....	48
Cronograma.....	53
Presupuesto.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Operacionalización de las variables.....	20
Tabla 2.	Tratamientos estudiados en el ensayo, Dosis y aplicación de tres fungicidas para la desinfección de semilla de arroz inoculada con <i>R.solani</i> y <i>G. graminis</i>	21
Tabla 3.	Características agronómicas de la variedad de arroz Ferón.....	22
Tabla 4.	Fuentes de variación y grados de libertad.....	28
Tabla 5.	Ritmo de crecimiento radial acumulado (mm): Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i> . 2023.....	31
Tabla 6.	Media de crecimiento radial (mm): Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i> . 2023...	32
Tabla 7.	Tasa de crecimiento radial (mm.h ⁻¹): Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i> . 2023...	34
Tabla 8.	Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales: Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i> . 2023.....	35
Tabla 9.	Germinación de semillas: Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i> . 2023.....	36
Tabla 10	Cronograma de actividades del ensayo.....	53
Tabla 11.	Presupuesto en el ensayo.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Estructuras microscópicas de <i>R. solani</i>	11
Figura 2.	Colonia de <i>R. solani</i> con coloración blanca cremoso amarillenta con formación de esclerotes de color marrón oscuro a negro.....	12
Figura 3.	Estructuras microscópicas de <i>G. graminis</i>	14
Figura 4.	Pudrición gradual generada por <i>G. graminis</i> en la base de los tallos de plantas de arroz.....	16
Figura 5.	Proceso de medición del crecimiento radial para hongos, French & Hebert (1982).....	26
Figura 6.	Limpieza de materiales de laboratorio.....	48
Figura 7.	Esterilización de los materiales en la autoclave.....	48
Figura 8.	Medio de cultivo PDA.....	49
Figura 9.	Desinfección de las semillas de arroz con fungicidas.....	49
Figura 10.	Inoculación de <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i> en cada sacabocado identificado.....	50
Figura 11.	Incubación de tratamientos.....	50
Figura 12.	Observación y medición de variables de crecimiento micelial de <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i>	51
Figura 13.	Observación de la germinación de la semilla de arroz.....	51
Figura 14.	Visita técnica del coordinador de titulación y tutor.....	52

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*. El estudio se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7,5 de la vía Babahoyo - Montalvo, provincia de Los Ríos. Para las pruebas *in vitro* de laboratorio se utilizó el material de siembra de arroz variedad Ferón. Para las pruebas de sensibilidad de hongos fitopatógenos a fungicidas desinfectantes se emplearon dos inóculos de hongos fitopatógenos *R. solani* y *G. graminis*; se utilizó el diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial AXB con 9 tratamientos y 4 repeticiones, donde el factor A son los productos fungicidas y el factor B las dosis a utilizar. Las comparaciones de las medias se realizaron con la prueba de Tukey al 5% de significancia estadística. Se evaluaron las siguientes variables: Variables de crecimiento: Ritmo de crecimiento radial, Media de crecimiento radial, Tasa de crecimiento radial; Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales y germinación de semillas. Mediante los resultados obtenidos se determinó que el fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla disminuyó significativamente el crecimiento radial acumulado de *G. graminis* (3.40 mm) y *R. solani* (3.45 mm), la media de crecimiento radial de *G. graminis* (1.70 mm) y *R. solani* (1.73 mm), la tasa de crecimiento radial de *G. graminis* (0.00 mm.h⁻¹) y *R. solani* (0.00 mm.h⁻¹) y provocó mayor sensibilidad sobre los fitopatógenos *G. graminis* (95.89 %) y *R. solani* (95.83 %); al igual que el tratamiento fungicida Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla aumentó el periodo de germinación de las semillas de arroz (6.75 días).

Palabras claves: *R. solani*, *G. graminis*, fungicidas, sensibilidad, arroz.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the application of three fungicides on rice seeds inoculated with *R. solani* and *G. graminis*. The study was conducted at the Phytopathology Laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences of the Technical University of Babahoyo, located at Km 7.5 of the Babahoyo - Montalvo road, Los Ríos province. For the in vitro laboratory tests, rice planting material of the Ferón variety was used. For the sensitivity tests of phytopathogenic fungi to disinfectant fungicides, two inocula of phytopathogenic fungi *R. solani* and *G. graminis* were used; the experimental design was completely randomized in AXB factorial arrangement with 9 treatments and 4 replications, where factor A is the fungicide products and factor B the doses to be used. Comparisons of means were made with Tukey's test at 5% statistical significance. The following variables were evaluated: Growth variables: Radial growth rate, radial growth mean, radial growth rate, sensitivity of isolates to commercial fungicides and seed germination. From the results obtained it was determined that the fungicide Propiconazole at a dose of 700 ml/kg of seed significantly decreased the accumulated radial growth of *G. graminis* (3.40 mm) and *R. solani* (3.45 mm), the mean radial growth rate of *G. graminis* (1.70 mm) and *R. solani* (1.73 mm), the radial growth rate of *G. graminis* (0.00 mm.h⁻¹) and *R. solani* (0.00 mm.h⁻¹) and caused greater sensitivity on the phytopathogens *G. graminis* (95.89 %) and *R. solani* (95.83 %); as well as the fungicide treatment Carboxin - Thiram at a dose of 350 ml/kg of seed increased the germination period of rice seeds (6.75 days).

Key words: *R. solani*, *G. graminis*, fungicides, sensitivity, rice.

CAPITULO I.- INTRODUCCIÓN

1.1. Contextualización de la situación problemática

1.1.1. Contexto Internacional

El arroz (*Oryza sativa* L.) representa uno de los cultivos más importantes a nivel mundial, su producción se genera en más de 113 países, siendo el alimento básico de la mitad de la población mundial, aportando el 27 % de energía alimentaria y 20 % de proteínas (Almaguer *et al.*, 2018).

En el 2022 alcanzo 503.27 millones de toneladas, existiendo una reducción del 2.29 % en la producción de arroz respecto al año 2021. Los principales países productores de arroz en el mundo son: China: 147,000,000 toneladas métricas, India: 124,000,000 tm, Bangladesh: 35,650,000 tm, Indonesia: 34,600,000 t y Vietnam: 27,225,000 tm (Zambrano *et al.* 2019).

1.1.2. Contexto Nacional

En Ecuador la superficie sembrada de arroz en el año 2021 fue de 370.406 hectáreas, con una producción de 1,440,865 toneladas métricas, en la cual la provincia del Guayas representa el 70,11 % y la provincia de Los Ríos el 24,14 %, siendo las provincias que más producen esta gramínea, el resto se distribuye en otras provincias (Zurita 2021).

Existen una diversidad de variedades de arroz que son sembradas en nuestro país, en la cual la mayoría no presentan una resistencia a plagas y enfermedades, las mismas que si no se controlan a tiempo pueden causar grandes daños en el crecimiento y desarrollo del cultivo de arroz, desde su germinación hasta su madurez, lo cual se refleja en el rendimiento y calidad de la producción (Ramírez 2021).

Los hongos fitopatógenos en el cultivo de arroz representan una gran importancia económica, debido a las pérdidas que ocasionan en la calidad y

producción, siendo relevante conocer que existen dos hongos fitopatógenos considerados importantes tales como: *R. solani* y *G. graminis* (Delgado *et al.* 2017).

1.1.3. Contexto Local

Una de las enfermedades que se presenta en el cultivo de arroz es el anublo de la vaina, provocada por *R. solani*, los síntomas de esta enfermedad se observan sobre las vainas y luego en las hojas de las plantas afectadas, causa el 38 % de pérdida del grano lleno por panícula con el mayor grado de severidad (Delgado *et al.*, 2017).

El hongo fitopatógeno *G. graminis* es aquel que provoca la enfermedad conocida como pudrición de la hoja envainadora en el cultivo del arroz, causa graves daños en los estados de llenado, cuajado y maduración de la panícula, afectando los rendimientos del cultivo de arroz (Martínez *et al.*, 2019).

Para el manejo de las enfermedades en el cultivo de arroz se requiere implementar medidas preventivas, en la cual se utilicen diversos factores como: resistencia genética, prácticas culturales, control químico y control biológico, con la finalidad de reducir las fuentes de inóculo de los patógenos.

La aplicación de fungicidas es una alternativa para el manejo de la infestación de *R. solani* y *G. graminis*, permitiendo disminuir la infección, evitando el daño y mejorando las condiciones de la planta.

Por lo manifestado, el presente trabajo de investigación tuvo la finalidad de evaluar la aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*.

1.2. Planteamiento del problema

El arroz es una planta muy susceptible al daño causado por plagas, lo cual provoca una reducción de la producción y calidad del grano. Generalmente los

hongos fitopatógenos *R. solani* y *G. graminis* son nativos del suelo y pueden persistir muchos años en espera de las condiciones adecuadas para causar un proceso patológico en el cultivo de arroz.

El hongo *R. solani*, provoca en el cultivo de arroz pérdidas de hasta el 35 % en el peso total del grano, con el mayor grado de severidad. Mientras las pérdidas causadas por el hongo *G. graminis* tienen una variación dependiendo del tipo de suelo, sistema de labranza, las rotaciones y las condiciones climáticas, en la cual se estiman en ataques severos causa una merma del rendimiento de hasta el 50 %.

Es importante aplicar medidas preventivas y de erradicación fitosanitaria para el control de *R. solani* y *G. graminis*, entre las medidas de control se presentan químicas, biológicas, genéticas y culturales y otras. Por lo que evaluar la aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*, representa una alternativa que permita incrementar los rendimientos por unidad de superficie.

1.3. Justificación

Dentro del proceso productivo del cultivo de arroz, existe una susceptibilidad a enfermedades generadas principalmente por hongos fitopatógenos que provocan grandes pérdidas económicas en los sectores agrícolas donde se cultiva esta gramínea, en la cual existe una afectación de hasta el 50 % por la incidencia de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, lo cual se ve reflejado en la producción y calidad de los granos.

Los programas en aplicación de fungicidas es una alternativa que permite controlar los patógenos *R. solani* y *G. graminis* en la producción del cultivo de arroz, por ende, el conocimiento adecuado de los productos, dosis, lugar y frecuencia de aplicación permiten lograr una eficiencia en el control y prevención de enfermedades.

En relación a la importancia económica del cultivo de arroz, evaluar la aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*, podría ser una alternativa de manejo integrado que permita reducir los desórdenes fisiológicos provocados por estos patógenos.

1.4. Objetivos de investigación

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*.

1.4.2. Objetivos específicos

- Determinar la velocidad de crecimiento in vitro de los patógenos *R. solani* y *G. graminis* en la semilla de arroz.
- Estimar la eficacia de los fungicidas aplicados en la semilla de arroz.

1.5. Hipótesis

Ho = La dosis de los tres fungicidas para la desinfección de semilla de arroz no afecta el crecimiento de *R. solani* y *G. graminis* a nivel de laboratorio.

Ha = Al menos una de las dosis de los tres fungicidas para la desinfección de semilla de arroz afecta el crecimiento de *R. solani* y *G. graminis* a nivel de laboratorio.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. Antecedentes

2.1.1. Importancia del cultivo de arroz

El arroz es una planta monocotiledónea perteneciente al círculo de parientes de las Poacea; existen 19 especies consideradas, siendo el arroz (*Oryza sativa* L.) la especie más importante para la ingesta humana; el arroz empezó a cultivarse hace unos 10.000 años en zonas húmedas de Asia tropical y subtropical; este cereal es el alimento básico de la mayor parte de los hogares del mundo; también es uno de los cereales más cultivados, con una producción media anual de unos 476 millones de toneladas métricas (Ramírez 2021).

La importancia del cultivo del arroz en Ecuador radica en que es una de las mercancías importantes dentro de la cesta de alimentos simples de los hogares ecuatorianos; su participación en el PIB representa apenas el 1,55% y la mayor parte de la producción se destina al consumo interno (96 %), dejando muy poco margen para la exportación (4%) (Ramírez 2021).

Los principales problemas del sector arrocerero en Ecuador radican en la falta de un adecuado control agrícola, problemas del entorno físico (clima y plagas), problemas de baja sostenibilidad de la producción, y problemas generados por la escasa participación del Estado en la agricultura (López *et al* 2019).

En la actualidad, los agricultores buscan mercados recientes, ya que los actuales son volátiles, por lo que el objetivo es mantener y aumentar la producción de arroz de forma más agresiva; sus bajos costes de producción y su excesiva demanda lo convirtieron en una de las plantas más conocidas por muchos agricultores, pero, a pesar de que el cultivo no requería grandes inversiones, en los últimos años éstas han aumentado a nivel internacional, debido a los precios de los fertilizantes y los pesticidas, lo que ha provocado una

disminución de los beneficios de la producción, lo que ha provocado la desesperación de los agricultores, que han ido abandonando la actividad arrocera para dedicarse a otras actividades industriales (Adames 2018).

El elevado precio de los pesticidas y su uso frecuente han aumentado los costos de producción de los cultivos, han generado resistencia a plagas y enfermedades y han sido fuente de contaminación ambiental, provocando intoxicaciones y efectos desfavorables en distintos organismos (Pabón 2019).

El hongo *G. graminis*, agente causal de la podredumbre del pie, es un patógeno que influye en los cultivos de arroz de las zonas subtropicales, siendo afectada su producción considerablemente (Pabón 2019).

G. graminis es un patógeno que tiene una baja capacidad competitiva saprofitica; los tejidos más importantes para la supervivencia de este patógeno son las coronas de las plantas cultivadas infectadas y los fragmentos de raíces infectadas, donde se forman los peritecios, que representan su principal fuente de inóculo (Echeverri 2019).

Las pérdidas de rendimiento a causa de *G. graminis* varían con el tipo de suelo, la máquina de labranza, las rotaciones y las condiciones climáticas; se estima que durante ataques excesivos las pérdidas de rendimiento pueden alcanzar hasta el 50 %; cuando se producen infecciones leves y no se observan los síntomas funcionales de la enfermedad en el componente aéreo, las pérdidas de rendimiento pueden alcanzar el 10 % (Echeverri 2019).

El tizón de la vaina es una enfermedad determinada en muchos países donde se cultiva arroz, causado por el hongo *R. solani* que ha ido en aumento en los últimos años, registrándose pérdidas del 40 % de la producción; la incorporación de variedades resistentes a la enfermedad es la opción más aconsejable para reducir este impacto, ya que reduce las tasas de producción y ayuda al impacto medioambiental (Troya 2020).

R. solani es uno de los hongos más agresivos en los cultivos de arroz, pero se creía que era estéril porque durante décadas se pensó que no producía esporas de forma sexual o asexual (Khagura *et al* 2019).

En el cultivo de arroz *R. solani* afecta en una fase temprana con una severidad leve en la planta, en la que muestra síntomas y signos en el interior del tallo; su mayor incremento se da en temperaturas altas y húmedas, aumentando el porcentaje de severidad en condiciones específicas (Khagura *et al* 2019).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Generalidades del cultivo de arroz

2.2.1.1. Clasificación taxonómica

Rodríguez *et al* (2020) manifiesta que la planta de arroz presenta la siguiente clasificación taxonómica:

- **Reino:** Plantae
- **División:** Fanerogama
- **Tipo:** Espermatofita
- **Subtipo:** Angiosperma
- **Clase:** Monocotiledonea
- **Orden:** Glumifloral
- **Familia:** Gramineae
- **Subfamilia:** Panicoidea
- **Tribu:** Oryzeae
- **Subtribu:** Oryzineas
- **Género:** Oryza
- **Especie:** sativa

2.2.1.2. Descripción botánica

2.2.1.2.1. Raíces

Las raíces son finas, fibrosas y fasciculadas; las hay de dos tipos: las raíces seminales, que se originan en la radícula y son de naturaleza transitoria, y las raíces adventicias o secundarias, que pueden ser de ramificación suelta y se forman a partir de los nudos inferiores del tallo joven y estas últimas sustituyen a las raíces seminales (Martillo 2020).

2.2.1.2.2. Tallo

El tallo está formado por nudos e entrenudos alternos, siendo cilíndrico, erecto, nudoso, glabro y de 60 a 120 cm de longitud (Martillo 2020).

2.2.1.2.3. Hojas

Las hojas son cambiantes, envainadoras, con el limbo lineal, agudo, alargado y plano; en la punta de la vaina y el limbo hay una lígula membranosa, bífida, erecta, con una serie de cirros largos y sedosos en la parte inferior (Ortega y Obando 2018).

2.2.1.2.4. Flores

Son de color verde blanquecino, dispuestas en espiguillas, que juntas forman una enorme panícula, terminal, estrecha y que se pone después de la floración; cada espiguilla es unifloral y está provista de una gluma con dos foliolos pequeños, extremadamente cóncavos, aquillados y limpios; la glumilla tiene además foliolos aquillados (Ortega y Obando 2018).

2.2.1.2.5. Inflorescencia

Es una panícula está situada sobre el tallo terminal, siendo una espiguilla la unidad de la panícula, y consta de dos lemmas estériles: la raquilla y el flósculo (Pérez *et al* 2018).

2.2.1.2.6. Grano

El grano de arroz es el ovario maduro; cuando está descascarillado se denomina arroz "paddy"; y cariósida descascarillada, con pericarpio parduzco, se conoce lejos como arroz integral; el grano de arroz no descascarillado con pericarpio rojo se conoce como "arroz rojo" (Ronquillo 2020).

2.2.2. Hongos fitopatógenos que afectan el cultivo de arroz

2.2.2.1. *Rhizoctonia solani*

Este hongo es una de las causas predominantes de enfermedades de alto riesgo en América Latina en países como Argentina, Brasil, Venezuela, Uruguay, Costa Rica, Colombia y México; en Colombia las pérdidas alcanzan hasta el 40 % y en Ecuador su prevalencia es cada vez mayor (Viancha 2020).

Este hongo genera esclerocios dentro de las lesiones que al principio son de poco color para luego volverse amarillo-marrón en plantas viejas; los esclerocios de este hongo son irregularmente semiesféricos, aplanados en la parte inferior, blancos cuando inician su formación y en vegetación añeja café oscuro (Viancha 2020).

R. Solani es un hongo, determinado por Kühn en 1858, reconocido como un gran patógeno de plantas, adverso y muy versátil; tiene una amplia gama de hospederos de los cuales se alimenta y a las que causa daños, además de la pudrición de las semillas, la podredumbre de las raíces y algunas enfermedades foliares (Jiménez 2019).

R. Solani, la especie más importante del género *Rhizoctonia*, es un patógeno transmitido por el suelo de efecto agrícola primario con una considerable diversidad en agresividad, morfología cultural y variedad de hospedadores; a pesar de su historia como patógeno dañino de plantas económicamente cruciales en todo el mundo y entre las muchas enfermedades con las que se ha asociado, el tizón de la vaina del arroz es una de las enfermedades más importante, especialmente en las regiones arroceras de América (Jiménez 2019).

2.2.2.1.1. Clasificación taxonómica

Según Guzmán (2019) *R. solani* presenta la siguiente clasificación taxonómica:

- **Dominio:** Eucariotas
- **Reino:** Hongos
- **Subreino:** Dikarya
- **Phyllum:** Basidiocomycota
- **Subphyllum:** Agaricomycotina
- **Clase:** Basidiomycetes
- **Subclase:** Agaricomycetidae
- **Orden:** Polypolares
- **Familia:** Corticiaceae
- **Género:** *Rhizoctonia*
- **Nombre científico:** *Rhizoctonia solani*

2.2.2.1.2. Biología y morfología

Las condiciones favorables para la presencia de esta enfermedad son; una baja luminosidad, humedad cercana al noventa y cinco por ciento con una temperatura de 28 a 32 °C, con esos factores la infección se propaga inmediatamente más cerca de la parte más alta de la planta, que consiste en la hoja bandera y la vegetación adyacente (Guzmán 2019).

El hongo *R. solani* produce hifas de color marrón pálido a marrón, ramificándose en ángulos constreñidas en el punto de la ramificación (Figura 1); miden de 6 a 10 µm de ancho, sin conexiones ni conidios; las hifas adultas se vuelven rígidas a causa del engrosamiento de las paredes celulares (Fernández 2020).

Los esclerocios se producen superficialmente en el tejido infectado o cerca de él; al cabo de unos seis días, aparecen los síntomas primarios; no están muy unidos, ya que se desprenden fácilmente de la planta cuando maduran (García 2019).

Los esclerocios formados por *R. solani*, tiene la capacidad de vivir dentro del suelo y desplegarse al arar, aporcar y luego con el riego, por lo que se inicia la contaminación, en contacto con los tallos de las plantas (García 2019).

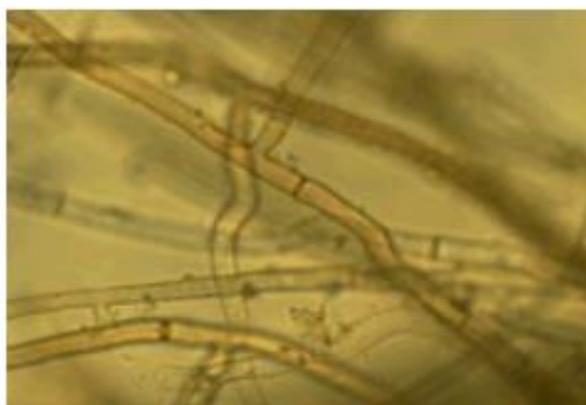


Figura 1. Estructuras microscópicas de *R. solani*

2.2.2.1.3. Síntomas

La mayoría de los síntomas de esta enfermedad se observan en la parte inferior de los tallos, en la extensión del agua de riego, y comienzan con una mancha circular, acuosa, oblonga, verde y rectangular de aproximadamente 1 cm de longitud, luego se desarrollan hasta alcanzar 2-4 x 1-1,5 cm de longitud, volviéndose de color marrón claro o blanquecino en el centro, con un halo marrón a su alrededor (Figura 2); en situaciones favorables para el hongo, la enfermedad puede alcanzar las hojas superiores, generando síntomas similares a los que se

producen en las vainas, y si estas situaciones persisten las lesiones pueden coalescer y motivar la desecación de hojas y tallos, las pérdidas de rendimiento pueden alcanzar del cinco al 50 % (Achicano 2019).

Los primeros signos aparecen en el grado de ahijamiento, junto con una mancha circular o elíptica gris-inexperencial de 1 cm de longitud, que se produce en el interior de la vaina de la hoja, cerca de la línea de agua, la lesión es de aproximadamente 2 a 3 cm de longitud y 1 cm de diámetro y en el centro de la lesión se determina un tono verde pálido o blanco que está rodeado a través de un borde anormal de color rosa-marrón; las lesiones también pueden coalescer causando la desaparición de las hojas superiores (Achicano 2019).

Las plantas infectadas producen granos vanos en la parte inferior de la panícula, además hay pérdidas de rendimiento causadas por el descuento de los macollos, la contaminación dentro de los tejidos de la vaina debilita las plantas y provoca la muerte del tallo (Adames 2018).

El tizón de la vaina (*R. solani*) burocratiza manchas elípticas oscuras que se tornan verdes con un centro blanco grisáceo; influye especialmente en tallos y hojas, provocando la muerte de los tejidos; no existen variedades tolerantes o resistentes a esta enfermedad; la diseminación y el desarrollo del hongo se favorecen mediante temperaturas excesivas (30°C), humedad relativa excesiva (>96 %), alta densidad de plantación y exceso de fertilizantes nitrogenados (Adames 2018).



Figura 2. Colonia de *R. solani* con coloración blanca cremoso amarillenta con formación de esclerotes de color marrón oscuro a negro

2.2.2.1.4. Dispersión

La utilización de variedades susceptibles y los cambios en las prácticas culturales asociadas a esas plantas han contribuido al rápido despliegue de la enfermedad en las zonas arroceras de todo el mundo, debido a sus excesivas necesidades de nitrógeno; al igual que los factores de alta humedad y baja temperatura favorecen el desarrollo temprano de la dolencia en la fase de crecimiento, lo que hace que la enfermedad sea extra excesiva (Briones 2020).

Generalmente las socas del cultivo anterior deben destruirse, ya que los esclerocios adheridos en condiciones favorables pueden germinar; es necesario destruir constantemente los hospedadores de *R. Solani*, en particular las arvenses de gramíneas y ciperáceas (García *et al* 2020).

2.2.2.2. *Gaeumannomyces graminis*

2.2.2.2.1. Biología y morfología

G. graminis es un patógeno que se propaga ampliamente en zonas en las que la temperatura oscila entre 15 y 35 C°, en las que se utiliza riego ininterrumpido, su mejora se ve beneficiada por suelos húmedos, suelos deficientes en nitrógeno, fósforo o cobre; la gravedad aumentará mientras los suelos sean alcalinos, mal drenados o compactados, favoreciendo el desarrollo de la enfermedad (Bermúdez 2019).

El hongo *G. graminis* produce peritecios ovales y ligeramente aplastados en el sentido dorso ventral; ascas unitunicadas, ascosporas de color amarillo pálido, ligeramente curvadas, con los extremos redondeados, miden 80-100 x 2.5-3 µm; amorfo que forman hifas pardas unidas en hebras, hifas laterales que forman hifopodios que permiten la entrada en el huésped (Pinilla 2019).

Las colonias de *G. graminis* son de color marrón oliváceo a negro; conidióforos ramificados, lisos, de color marrón (Figura 3), llevan en el extremo

conidias simples con un septo, elipsoidales a oblongas, incoloras, de 5 x 2 μm de medida (Pinilla 2019).

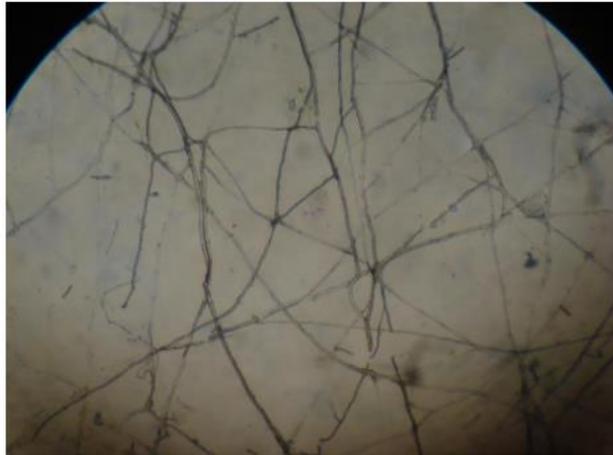


Figura 3. Estructuras microscópicas de *G. graminis*

2.2.2.2.2. Clasificación taxonómica

Según Rivera (2021) *G. graminis* presenta la siguiente clasificación taxonómica:

- **Dominio:** Eucariotas
- **Reino:** Hongo
- **Phyllum:** Ascomycota
- **Subphyllum:** Pezizomycotina
- **Clase:** Sordariomycetes
- **Familia:** Magnaporthaceae
- **Género:** *Gaeumannomyces*
- **Nombre científico:** *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*

2.2.2.2.3. Síntomas

G. graminis afecta a las plantas dándoles un aspecto atrofiado o clorótico, en el inicio del ciclo de la agresión en el sistema radicular toma un color marrón oscuro a negro con lesiones, antes de lograr la fase de madurez, la vegetación enferma muestra una coloración blanquecina y una vez afectados mueren

prematuramente (Figura 4), causando algunas áreas con manchas, induciendo a disminuciones de rendimiento considerables (Martínez *et al* 2020).

Su ataque se produce en la parte inferior de la planta muy cerca del suelo e inicia su daño desde los grados preliminares del cultivo, sin embargo, en el máximo de los casos el daño no es visible y esto hace que sea difícil de percibir; normalmente, el daño visto de esta dolencia se manifiesta en el pico de la planta y en el principal simplemente después de la floración, causando una tonalidad dentro de la hoja bandera o las hojas apicales, que es de color naranja en la mitad de la lámina foliar, y en algunas circunstancias se encuentran las manchas negras, la mayoría de las veces con una necrosis robusta, esos signos se ven en la parte inferior del tallo (Gómez 2022).

Algunos de estos síntomas se encuentran en las vainas en la línea de flotación como manchas oblongas de color marrón grisáceo a marrón oscuro, con bordes bien definidos; en ataques muy avanzados, se forman peritecios oscuros dentro del tejido, que sobresalen del mismo y pueden ser visibles a simple vista como manchas oscuras ligeramente elevadas; en la cara interna de las vainas, se puede observar una amplia mejora micelial oscura o marrón que forma rizomorfos, que se amplifican en el suelo de la vaina desde la parte crítica en dirección al umbral de las vainas; la presencia de rizomorfos y peritecios en las vainas enfermas es una prueba disciplinaria para el diagnóstico de la enfermedad (Orrala 2021).

En las áreas afectadas, pueden observarse la maduración prematura de las plantas o incluso la pérdida de vida de los macollos secundarios, dependiendo del nivel de mejora de la planta y del momento de la infección, ya que, si la infección se produce antes de tiempo, la enfermedad no provoca la disminución del tamaño total de la planta, pero puede provocar el aborto floral y el blanqueamiento de las espiguillas (Salazar 2019).

Cuando los signos y síntomas aparecen debido a *G. graminis*, el daño dentro de la planta ya se ha completado y en esa etapa, casi ningún producto puede llegar al lugar de la infección (Ospina 2019).



Figura 4. Pudrición gradual generada por *G. graminis* en la base de los tallos de plantas de arroz

2.2.2.2.4. Dispersión

El hongo *G. graminis* se disemina a través de la semilla, se dispersa junto con pequeñas porciones de tejido en el momento del fanguero, ya que el inóculo del igual se posiciona dentro del suelo dentro de los primeros 1 cm de la capa arable (Valencia 2021).

El sistema radicular es destruido progresivamente, llegando a matar la planta completa, ya que produce hifas rastreras en las raíces del igual; también forman estructuras llamadas hifopodios que le sirven para alimentarse; sus sistemas reproductivos corresponden a ascosporas en ascos dentro de los peritecios (Valencia 2021).

Los métodos tradicionales en que el hombre disemina el hongo *G. graminis* se basan totalmente en el riego y en los equipos agrícolas, consistentes en tractores a la hora de labrar el suelo bajo el agua o embarrado, y cosechadoras, no realizan la limpieza respectiva, llevando en el suelo el inóculo

del patógeno a diferentes lugares, produciendo la diseminación del hongo (Briones 2020).

2.2.3. Antecedentes investigativos sobre el control de *R. solani* y *G. graminis*

García (2018), indica que la aplicación del fungicida Propiconazole (250 g/l) en la impregnación de semillas de arroz por 30 minutos, para su posterior siembra a nivel *in vitro* e inoculación con *G. graminis* y *R. solani*, permitió reducir el ritmo de crecimiento radial de los hongos fitopatógenos *G. graminis* (3.12 mm) y *R. solani* (3.00 mm).

Mosquera (2014), demostró que los aislados *G. graminis* y *R. solani* inoculados en semillas de arroz a nivel *in vitro*, presentan una reducción de la media de crecimiento radial con la aplicación de Propiconazole (600 ml/kg de semilla) y Carboxin (100 ml/kg de semilla).

García (2018), indica que la aplicación del fungicida Propiconazole (250 g/l) en la impregnación de semillas de arroz por 30 minutos, para su posterior siembra a nivel *in vitro* e inoculación con *G. graminis* y *R. solani*, permitió reducir el ritmo de crecimiento radial de los hongos fitopatógenos *G. graminis* (3.12 mm) y *R. solani* (3.00 mm).

Fernández (2017), indica que la aplicación de Propiconazole (800 ml/kg de semilla) en semillas de arroz inoculada con *G. graminis*, *R. solani* y *Helminthosporium spp.* a nivel de laboratorio en medio de cultivo PDA, provoca una disminución de la tasa de crecimiento radial en los fitopatógenos *G. graminis* (0.10 mm.h⁻¹), *R. solani* (0.05 mm.h⁻¹) y *Helminthosporium oryzae* (0.10 mm.h⁻¹).

Briones (2018), expresa que mediante un ensayo encontró que tratamientos que contenían Tebuconazol + Carbendazin y Difenconazol + Propiconazole lograron 98.5 % de porcentaje de inhibición micelial sobre *G. graminis* y *R. solani*, que el testigo absoluto que registro 24.94 % de porcentaje

de inhibición micelial.

Carrera y Guillot (2017), mencionan que la aplicación de (Carboxin – Thiram) y Sisthane para el tratamiento de semillas de arroz para prevenir la presencia de fitopatógenos, en dosis altas tiende a aumentar los días a germinación de las semillas de arroz sin afectar su calidad fisiológica.

Rodríguez (2016) expresa que la aplicación de Tebuconazol + Carbendazin y Difenconazol + Propiconazole, inhiben la acción del esteroide desmetilante, que actúa en la biosíntesis del ergosterol y actúa inhibiendo el desarrollo de los tubos germinales, la formación de apresorios y el crecimiento del micelio de los hongos fitopatógenos *G. graminis*, *R. solani* y *Helminthosporium spp.*

2.2.4. Productos fungicidas

2.2.4.1. Carboxin + Thiram

Es un fungicida con una concentración de 200 gr/kg de formulación más Thiram 200 g/kg, posee acción sistémica que permite en las semillas una actividad fúngica persistente hasta cuando la plántula inicia la formación de su segundo par de hojas; además posee acción protectante favoreciendo al defensa contra los agentes causales de pudrición de plántulas (Adama 2020).

2.2.4.2. Azoxystrobin + Difenconazole

Es un fungicida sistémico con una concentración de 200 g/l, presenta una acción preventiva y curativa de una amplia gama de enfermedades en cualquier etapa del cultivo de arroz, permitiendo un mayor rendimiento y calidad de la cosecha; tiene una acción prolongada y antiesporulante, que se distribuye de manera uniforme en la lámina foliar y llega a los brotes nuevos de la planta y puede ser aplicado en semillas (Agripac 2020).

2.2.4.3. Propiconazole

Es un fungicida sistémico con el ingrediente activo de Propiconazole con una concentración 250 g/l, de acción preventiva y curativa, que pertenece al grupo de los triazoles; su aplicación es eficiente para el control de varias enfermedades en cultivos de banano, arroz, soya, maíz; es un inhibidor de la desmetilación esteroidea (Crystal chemical 2020).

CAPITULO III.- METODOLOGÍA.

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación que se realizó es de campo/laboratorio, con estadística inferencial descriptiva.

3.1.2. Línea de investigación

Dominio: Recursos Agropecuarios, ambiente, biodiversidad y Biotecnología.

Línea: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable.

3.1.3. Diseño de investigación

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar en arreglo factorial AXB con 9 tratamientos y 4 repeticiones, donde el factor A son los productos fungicidas y el factor B son las dosis aplicadas.

3.2. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Operacionalización de las variables

Tipo de Variable		Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Tipo de medición	Instrumentos de medición
Independiente	Dosis fungicidas desinfectantes de semillas.	Dosis de fungicidas	Resultados obtenidos de los tratamientos evaluados en el laboratorio	Dosificación de desinfectantes de semillas.	Cuantitativo	Datos de comparación Tablas de referencias

Dependiente	Crecimiento de <i>R. solani</i> y <i>G. graminis</i> a nivel de laboratorio	Acciones que reflejan el crecimiento de los fitopatógenos	Factores que afectan la sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales	Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales	Cuantitativo	Observación directa Tabla de datos
-------------	---	---	---	---	--------------	---------------------------------------

3.3. Población y muestra de la investigación

El presente estudio se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicada en el Km 7,5 de la vía Babahoyo - Montalvo, provincia de Los Ríos. Las coordenadas de ubicación en el centro del área de investigación son: longitud 147503 m y latitud 7929046 m de la zona 17, según la proyección UTM y el sistema de referencia WGS84.

Se evaluaron los tratamientos constituidos por diferentes dosis de fungicidas desinfectantes y semillas de arroz inoculadas con *R. solani* y *G. graminis*, tal como se indican en la siguiente Tabla 2:

Tabla 2: Tratamientos estudiados en el ensayo, Dosis y aplicación de tres fungicidas para la desinfección de semilla de arroz inoculada con *R.solani* y *G. graminis*

Factor A (Productos)	Concentración	Factor B (Dosis/kg de semilla)
Carboxin – Thiram	200 g/l	100 ml
Carboxin – Thiram	200 g/l	200 ml
Carboxin – Thiram	200 g/l	350 ml
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	300 ml
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	500 ml
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	700 ml
Propiconazole	250 g/l	500 ml
Propiconazole	250 g/l	700 ml
Propiconazole	250 g/l	900 ml

3.3.1. Características de unidad experimental

La unidad experimental estuvo constituida por 36 cajas de Petri, de 90 mm de diámetro, en la cual se establecieron los tratamientos respectivos.

3.4. Técnicas e instrumentos de medición

3.4.1. Material de siembra en laboratorio

Para las pruebas *in vitro* de laboratorio se utilizó el material de siembra de arroz variedad Ferón, el mismo que presenta las siguientes características agronómicas (Tabla 3):

Tabla 3: Características agronómicas de la variedad de arroz Ferón

Características Agronómicas	Ferón
Rendimiento del cultivo (t/ha ⁻¹)	Hasta 10 t/ha
Ciclo del cultivo (días)	125 – 130
Altura de planta (cm)	130 – 140
Granos/panícula	Intermedio
Índice de pilado	72%
Peso de 1000 semillas en cascara	28,4 gr
Longitud del grano (mm)	10 descascarado
Ancho del grano (mm)	2,5
Centro blanco	1 a 2%
% Grano entero	64
% Grano quebrado	8
Traslucencia del grano	99%
Contenido de amilosa	30%

Fuente: INIA (2015)

3.4.2. Insumos, materiales, equipos, reactivos y medios de cultivos de laboratorio

3.4.2.1. Insumos (fungicidas)

- Carboxin + Thiram
- Azoxystrobin + Difenoconazole

- Propiconazole

3.4.2.2. Materiales de laboratorio

- Placas de Petri
- Asas de platino
- Cubre objetos
- Porta objetos
- Algodón
- Gasa, Mascarilla, Guantes
- Mecheros
- Vasos de precipitación
- Matraz erlenmeyer
- Cinta de parafina
- Pissetas
- Pipetas
- Agitadores de vidrios
- Papel aluminio

3.4.2.3. Equipos de laboratorio

- Estufa
- Autoclave
- Microscopio invertido compuesto
- Estereomicroscopio
- Calentador
- Baño maría

3.4.2.4. Reactivos de laboratorio

- Hipoclorito de sodio 5 %
- Alcohol 90 %

- Agua destilada
- Ácido láctico

3.4.3. Recolección de muestras

Para las pruebas de sensibilidad de hongos fitopatógenos a fungicidas desinfectantes se emplearon dos inóculos de hongos fitopatógenos *R. solani* y *G. graminis*; estos inóculos fueron aislados de plantaciones de arroz de la Estación Experimental Tropical Pichilingue del INIAP, que reposan en la colección de hongos del Laboratorio de Fitopatología de la misma estación experimental.

3.4.4. Factores estudiados

Variables Dependientes: Crecimiento de *R. solani* y *G. graminis* a nivel de laboratorio

Variable Independiente: Dosis fungicidas desinfectantes de semillas.

3.4.5. Métodos

En la presente investigación se emplearon los métodos siguientes:

- Deductivo - inductivo
- Inductivo - deductivo
- Experimental

3.4.6. Manejo del ensayo

3.4.6.1. Desinfección de materiales

Previo a realizar el ensayo se desarrolló una desinfección de los materiales de laboratorio que se utilizaron en el proceso de los tratamientos. La desinfección se realizó ubicando los materiales de vidrio, algodón, gaza, entre otros en un equipo llamado esterilizador o estufa, por un tiempo de 24 horas a

80 °C.

3.4.6.2. Preparación de medio de cultivo PDA

Para preparar el medio de cultivo PDA, se pesó 39 g en una balanza digital, luego en un matraz Erlenmeyer se disolvió lentamente, con acción de temperatura a 150 °C, hasta que quedo totalmente disuelto. Luego se procedió a esterilizar el medio de cultivo PDA en una autoclave por 15 minutos a 121 °C, con 15 psi de presión.

Dentro de la preparación de los discos de agar, se pesó 5 gr de agar sintético por litro de agua, después en un matraz Erlenmeyer se disolvió lentamente, con acción de la temperatura a 150 °C, hasta que quedo totalmente disuelto. Luego se esterilizo el medio de agar en una autoclave por 15 minutos a 121 °C, con 15 psi de presión.

3.4.6.3. Desinfección de semillas

Las semillas de arroz ferón fueron sumergidas en las respectivas dosis de los fungicidas desinfectantes establecidas en los tratamientos, por un tiempo de 20 minutos para su impregnación.

3.4.6.4. Inoculación de fitopatógenos

En cada unidad experimental con 15 ml de medio de cultivo PDA, se colocaron dos semillas de arroz ferón en la parte céntrica de la caja de Petri; posteriormente se estableció dos sacabocados de 5 mm de agar al 5 %, uno en cada extremo de la caja de Petri, para luego realizar la inoculación individual de los fitopatógenos a partir de una solución de esporas a una concentración de 10^8 , de *R. solani* y *G. graminis*.

3.4.7. Variables evaluadas

3.4.7.1. Variables de crecimiento

Las variables de crecimiento fueron medidas cada 24 horas de forma simultánea en las pruebas de sensibilidad *in vitro* durante 5 días.

3.4.7.1.1. Ritmo de crecimiento radial

Se expresa como el incremento radial promedio de la colonia del patógeno y antagonista expresado en mm/día-1, a través de la metodología propuesta por French & Hebert (1982) con algunas modificaciones (Figura 5), se marcó en el reverso de un plato de Petri cuatro radios equidistantes a partir del centro, enumerando cada radio a favor de las manecillas del reloj y para cada replica se le asignó una letra. Se marcó y se registró el avance promedio diario hasta que la colonia llenó completamente el plato de Petri.

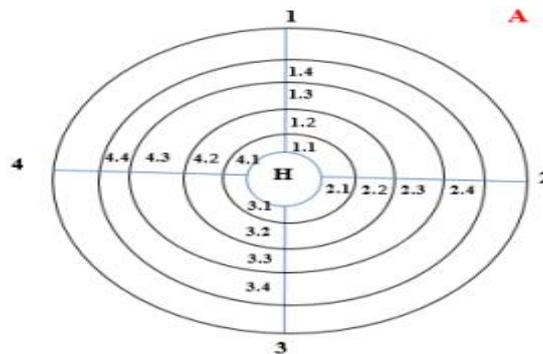


Figura 5. Proceso de medición del crecimiento radial para hongos, French & Hebert (1982).

3.4.7.1.2. Media de crecimiento radial

Es el promedio del crecimiento radial acumulado de la colonia del hongo patógeno expresado en mm, procedente de una inoculación.

3.4.7.1.3. Tasa de crecimiento radial

Es el valor promedio de crecimiento radial del patógeno y antagonista que aumenta cada día, expresado en mm/día-1. Se calculó mediante la fórmula propuesta por Guigón *et al.* (2010):

$$TC = \frac{(\text{Crecimiento radial final} - \text{Crecimiento radial inicial})}{\text{Tiempo de incubación}}$$

3.4.7.2. Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales

La sensibilidad de los aislados se determinó a partir del porcentaje de inhibición del crecimiento micelial (ICM), utilizando las medidas de los testigos y los tratamientos, calculando mediante la siguiente fórmula empleada por Michereff *et al.* (1994).

$$ICM (\%) = \frac{CMT - CMT_r}{CMT} \times 100$$

Donde, ICM (%) es el porcentaje de inhibición del crecimiento micelial, CMT corresponde a la longitud media del crecimiento micelial testigo y CMT_r es la longitud media del crecimiento micelial en los tratamientos.

3.4.7.3. Germinación de semillas

Esta variable se verificó, cuando las semillas impregnadas con las diferentes dosis de fungicidas germinaron en su totalidad dentro de las cajas de Petri.

3.5. Procesamiento de datos

Las comparaciones de las medias se efectuaron con la prueba de Tukey al 5% de significancia estadística. Para todos los análisis se aplicaron en el software de análisis estadístico *Infostat*.

3.5.1. Análisis de la varianza

Tabla 4. Fuentes de variación y grados de libertad

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamiento	8
Factor A	2
Factor B	2
Interacción A x B	4
Error	27
Total	35

3.6. Aspectos éticos

En el contexto de la investigación científica, el plagio consiste en utilizar ideas o contenidos ajenos como si fueran propios. Es plagio, tanto si obedece a un acto deliberado como a un error. La práctica de aspectos éticos, se garantiza de conformidad en lo establecido en el Código de Ética de la UTB.

Para la aprobación de la UIC, se generó un reporte del software para verificar la coincidencia y así garantizar la aplicación de aspectos éticos, con los que el estudiante demostrará honestidad académica, principalmente al momento de redactar su trabajo de investigación. Los profesores procederán de conformidad a lo establecido en el Código de Ética de la UTB, y demostrarán honestidad académica, principalmente al momento de orientar a sus estudiantes en el desarrollo de la UIC.

Artículo 25.- Criterios de Similitud en la Unidad de Integración Curricular. – En la aplicación del Software anti-plagio se deberá respetar los siguientes criterios:

Porcentaje de 0 al 15%: Muy baja similitud (TEXTO APROBADO)

Porcentaje de 16 al 20%: Baja similitud (Se comunica al autor para corrección)

Porcentaje de 21 al 40%: Alta similitud (Se comunica al autor para revisión con el tutor y corrección)

Porcentaje Mayor del 40%: Muy Alta Similitud (TEXTO REPROBADO)
(UTB (Universidad Técnica de Babahoyo) 2021).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Variables de crecimiento

4.1.1.1. Ritmo de crecimiento radial

En la Tabla 5 se muestran los valores correspondientes al crecimiento radial acumulado de los aislados de *G. graminis* y *R. solani*. El análisis de varianza determinó significancia estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando promedios de 9.53 y 9.59 mm, con un coeficiente de variación de 11.83 y 10.32 %, respectivamente.

En relación al ritmo de crecimiento acumulado del fitopatógeno *G. graminis*, el tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla permitió el mayor crecimiento radial acumulado (14.15 mm), estadísticamente igual al tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 100 ml/kg de semilla (14.00 mm), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los menores promedios de crecimiento radial acumulado de *G. graminis* se evidenció en los tratamientos Propiconazole en dosis de 500 ml/kg de semilla (6.05 mm), Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (3.90 mm) y Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (3.40 mm).

Respecto al ritmo de crecimiento acumulado del fitopatógeno *R. solani*, se evidenció en el tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla el mayor crecimiento radial acumulado (14.13 mm), estadísticamente igual al tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla (13.80 mm) y Carboxin – Thiram en dosis de 100 ml/kg de semilla (12.20 mm), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los menores promedios de crecimiento radial acumulado de *R. solani* se evidenció en los tratamientos Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (3.80 mm) y Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (3.45 mm).

Tabla 5. Ritmo de crecimiento radial acumulado (mm): Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*. 2023.

Factor A (Productos)	Concentración	Factor B (Dosis/kg de semilla)	Ritmo de crecimiento radial acumulado (mm)	
			<i>G. graminis</i>	<i>R. solani</i>
Carboxin – Thiram	200 g/l	100 ml	14.00 ab	12.20 ab
Carboxin – Thiram	200 g/l	200 ml	14.15 a	14.13 a
Carboxin – Thiram	200 g/l	350 ml	12.83 abc	13.80 a
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	300 ml	9.68 d	9.48 cd
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	500 ml	11.35 bcd	10.10 bcd
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	700 ml	10.48 cd	11.18 bc
Propiconazole	250 g/l	500 ml	6.05 e	8.23 d
Propiconazole	250 g/l	700 ml	3.40 e	3.45 e
Propiconazole	250 g/l	900 ml	3.90 e	3.80 e
Promedio general			9.53	9.59
Significancia estadística			*	*
Coeficiente de variación (%)			11.83	10.32

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.1.2. Media de crecimiento radial

En la Tabla 6 se muestran los valores correspondientes a la media de crecimiento radial acumulado de los aislados de *G. graminis* y *R. solani*. El análisis de varianza determinó significancia estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando promedios de 4.68 y 4.79 mm, con un coeficiente de variación de 17.36 y 10.32 %, respectivamente.

En relación a la media de crecimiento acumulado del fitopatógeno *G. graminis*, el tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla presentó la mayor media de crecimiento radial acumulado (7.08 mm), estadísticamente igual al tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla (6.41 mm) y Carboxin – Thiram en dosis de 100 ml/kg de semilla (6.23

mm), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los menores promedios de crecimiento radial acumulado de *G. graminis* se evidenció en los tratamientos Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (1.95 mm) y Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (1.70 mm).

Respecto a la media de crecimiento acumulado del fitopatógeno *R. solani*, se evidenció en el tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla el mayor promedio de media de crecimiento radial acumulado (7.06 mm), estadísticamente igual al tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla (6.90 mm) y Carboxin – Thiram en dosis de 100 ml/kg de semilla (6.10 mm), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los menores promedios de media de crecimiento radial acumulado de *R. solani* se evidenció en los tratamientos Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (1.90 mm) y Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (1.73 mm).

Tabla 6. Media de crecimiento radial (mm): Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*. 2023.

Factor A (Productos)	Concentración	Factor B (Dosis/kg de semilla)	Media de crecimiento radial (mm)	
			<i>G. graminis</i>	<i>R. solani</i>
Carboxin – Thiram	200 g/l	100 ml	6.23 ab	6.10 ab
Carboxin – Thiram	200 g/l	200 ml	7.08 a	7.06 a
Carboxin – Thiram	200 g/l	350 ml	6.41 ab	6.90 a
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	300 ml	4.84 bc	4.74 cd
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	500 ml	5.68 ab	5.05 bcd
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	700 ml	5.24 ab	5.59 bc
Propiconazole	250 g/l	500 ml	3.03 cd	4.11 d
Propiconazole	250 g/l	700 ml	1.70 d	1.73 e
Propiconazole	250 g/l	900 ml	1.95 d	1.90 e
Promedio general			4.68	4.79
Significancia estadística			*	*
Coeficiente de variación (%)			17.36	10.32

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.1.3. Taza de crecimiento radial

En la Tabla 7 se muestran los valores correspondientes a la tasa de crecimiento radial de los aislados de *G. graminis* y *R. solani*. El análisis de varianza determinó significancia estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando promedios de 0.30 y 0.32 mm.h⁻¹, con un coeficiente de variación de 31.38 y 28.72 %, respectivamente.

En relación a la tasa de crecimiento radial del fitopatógeno *G. graminis*, el tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla presentó la mayor tasa de crecimiento radial (0.60 mm.h⁻¹), estadísticamente igual al tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 100 ml/kg de semilla (0.59 mm.h⁻¹) y Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla (0.46 mm.h⁻¹), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los menores promedios de tasa de crecimiento radial de *G. graminis* se evidenció en los tratamientos Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (0.00 mm.h⁻¹) y Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (0.00 mm.h⁻¹).

Respecto a la tasa de crecimiento radial del fitopatógeno *R. solani*, se evidenció en el tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla el mayor promedio de tasa de crecimiento radial (0.58 mm.h⁻¹), estadísticamente igual al tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 100 ml/kg de semilla (0.53 mm.h⁻¹), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los menores promedios de tasa de crecimiento radial de *R. solani* se evidenció en los tratamientos Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (0.00 mm.h⁻¹) y Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (0.00 mm.h⁻¹).

Tabla 7. Tasa de crecimiento radial (mm.h⁻¹): Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*. 2023.

Factor A (Productos)	Concentración	Factor B (Dosis/kg de semilla)	Tasa de crecimiento radial (mm.h ⁻¹)	
			<i>G. graminis</i>	<i>R. solani</i>
Carboxin – Thiram	200 g/l	100 ml	0.59 a	0.53 ab
Carboxin – Thiram	200 g/l	200 ml	0.46 ab	0.50 abc
Carboxin – Thiram	200 g/l	350 ml	0.60 a	0.58 a
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	300 ml	0.44 abc	0.44 abc
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	500 ml	0.28 bcd	0.35 bcd
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	700 ml	0.23 cd	0.29 cd
Propiconazole	250 g/l	500 ml	0.09 de	0.21 de
Propiconazole	250 g/l	700 ml	0.00 e	0.00 e
Propiconazole	250 g/l	900 ml	0.00 e	0.00 e
Promedio general			0.30	0.32
Significancia estadística			*	*
Coeficiente de variación (%)			31.38	28.72

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.1.4. Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales

En la Tabla 8 se muestran los valores correspondientes al porcentaje de inhibición micelial lograda por fungicidas comerciales sobre los aislados de *G. graminis* y *R. solani*. El análisis de varianza determinó significancia estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando promedios de 88.39 y 88.34 %, con un coeficiente de variación de 2.01 y 1.67 %, respectivamente.

El aislado de *G. graminis* mostró mayor sensibilidad al ser inhibido por el fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (95.89 %), estadísticamente igual al tratamiento Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (95.28 %) y Propiconazole en dosis de 500 ml/kg de semilla (92.63 %), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que los

menores promedios de sensibilidad sobre *G. graminis* se evidenció en los tratamientos Carboxin – Thiram en dosis de 100 ml/kg de semilla (82.96 %) y Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla (82.81 %).

Respecto al aislado de *R. solani*, se evidenció mayor sensibilidad por el fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (95.83 %), estadísticamente igual al tratamiento Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (95.40 %), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor promedio de sensibilidad sobre *R. solani* se evidenció en el tratamiento Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla (82.84 %).

Tabla 8. Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales: Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*. 2023.

Factor A (Productos)	Concentración	Factor B (Dosis/kg de semilla)	Porcentaje de inhibición micelial (%)	
			<i>G. graminis</i>	<i>R. solani</i>
Carboxin – Thiram	200 g/l	100 ml	82.96 c	85.13 cde
Carboxin – Thiram	200 g/l	200 ml	82.81 c	82.84 e
Carboxin – Thiram	200 g/l	350 ml	84.34 bc	83.24 de
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	300 ml	88.21 b	88.48 bc
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	500 ml	86.19 bc	87.73 bc
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	700 ml	87.24 b	86.37 cd
Propiconazole	250 g/l	500 ml	92.63 a	90.06 b
Propiconazole	250 g/l	700 ml	95.89 a	95.83 a
Propiconazole	250 g/l	900 ml	95.28 a	95.40 a
Promedio general			88.39	88.34
Significancia estadística			*	*
Coeficiente de variación (%)			2.01	1.67

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.1.1.5. Germinación de semillas

En la Tabla 9 se muestran los valores correspondientes a la germinación de semillas. El análisis de varianza determinó significancia estadística en cada una de las evaluaciones efectuadas, alcanzando un promedio de 4.58 días y un coeficiente de variación de 28.09 %.

El tratamiento fungicida Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla provocó el mayor periodo de germinación de semilla (6.75 días), estadísticamente igual al tratamiento Azoxystrobin -Difenoconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (6.00 días), Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla (5.75 días) y Carboxin – Thiram en dosis de 200 ml/kg de semilla (5.50 días), y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor periodo de germinación de semilla se presentó en el tratamiento Propiconazole en dosis de 900 ml/kg de semilla (1.25 días).

Tabla 9. Germinación de semillas: Aplicación de tres fungicidas en semillas de arroz inoculada con *R. solani* y *G. graminis*. 2023.

Factor A (Productos)	Concentración	Factor B (Dosis/kg de semilla)	Germinación de semillas (días)
Carboxin – Thiram	200 g/l	100 ml	4.75 ab
Carboxin – Thiram	200 g/l	200 ml	5.50 a
Carboxin – Thiram	200 g/l	350 ml	6.75 a
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	300 ml	4.25 abc
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	500 ml	5.00 ab
Azoxystrobin – Difenoconazole	200 g/l	700 ml	6.00 a
Propiconazole	250 g/l	500 ml	2.00 bc
Propiconazole	250 g/l	700 ml	5.75 a
Propiconazole	250 g/l	900 ml	1.25 c
Promedio general			4.58
Significancia estadística			*
Coeficiente de variación (%)			28.09

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey

Ns= no significativo

*= significativo

** = altamente significativo

4.2. Discusión

Los resultados obtenidos en el presente trabajo determinaron que las aplicaciones de los fungicidas comerciales, tuvieron una incidencia significativa sobre las variables de crecimiento y sensibilidad de los fitopatógenos *G. graminis* y *R. solani*, al igual que sobre la germinación de semillas de arroz.

En el desarrollo de la investigación se evaluó variables de crecimiento, mismas que los autores Dennis y Webster (1971), definen que la velocidad de crecimiento es un factor con ventajas en la disputa por colonizar un área específica, compitiendo por espacio y nutrientes.

En la variable ritmo de crecimiento radial el fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla disminuyó significativamente el crecimiento radial acumulado de *G. graminis* (3.40 mm) y *R. solani* (3.45 mm), esto hace referencia a un estudio realizado por García (2018), quien indica que la aplicación del fungicida Propiconazole (250 g/l) en la impregnación de semillas de arroz por 30 minutos, para su posterior siembra a nivel *in vitro* e inoculación con *G. graminis* y *R. solani*, permitió reducir el ritmo de crecimiento radial de los hongos fitopatógenos *G. graminis* (3.12 mm) y *R. solani* (3.00 mm).

En relación a la variable media de crecimiento radial el fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla disminuyó significativamente la media de crecimiento radial de *G. graminis* (1.70 mm) y *R. solani* (1.73 mm), estos resultados son similares a los obtenidos por Mosquera (2014), quien demostró que los aislados *G. graminis* y *R. solani* inoculados en semillas de arroz a nivel *in vitro*, presentan una reducción de la media de crecimiento radial con la aplicación de Propiconazole (600 ml/kg de semilla) y Carboxin (100 ml/kg de semilla).

Respecto a la variable tasa de crecimiento radial el fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla redujo significativamente la tasa de crecimiento radial de *G. graminis* (0.00 mm.h⁻¹) y *R. solani* (0.00 mm.h⁻¹),

estos resultados se basan a los obtenidos por Fernández (2017), quien indica que la aplicación de Propiconazole (800 ml/kg de semilla) en semillas de arroz inoculada con *G. graminis*, *R. solani* y *Helminthosporium spp.* a nivel de laboratorio en medio de cultivo PDA, provoca una disminución de la tasa de crecimiento radial en los fitopatógenos *G. graminis* (0.10 mm.h⁻¹), *R. solani* (0.05 mm.h⁻¹) y *Helminthosporium oryzae* (0.10 mm.h⁻¹).

El fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla provocó mayor sensibilidad sobre los fitopatógenos *G. graminis* (95.89 %) y *R. solani* (95.83 %), estos resultados se basan a los obtenidos por Briones (2018), quien encontró que tratamientos que contenían Tebuconazol + Carbendazin y Difenconazol + Propiconazole lograron 98.5 % de porcentaje de inhibición micelial sobre *G. graminis* y *R. solani*, que el testigo absoluto que registro 24.94 % de porcentaje de inhibición micelial.

El tratamiento fungicida Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla aumentó el periodo de germinación de las semillas de arroz (6.75 días), lo cual hace referencia Carrera y Guillot (2017), quienes mencionan que la aplicación de Carboxin – Thiram y Sistine para el tratamiento de semillas de arroz para prevenir la presencia de fitopatógenos, en dosis altas tiende a aumentar los días a germinación de las semillas de arroz sin afectar su calidad fisiológica.

CAPITULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. Conclusiones

Según los resultados obtenidos en este ensayo se concluye lo siguiente:

Las aplicaciones de los fungicidas, tuvieron una incidencia significativa sobre las variables de crecimiento de los fitopatógenos *G. graminis* y *R. solani*.

Las aplicaciones de los fungicidas comerciales, provocaron una alta sensibilidad de inhibición micelial sobre los fitopatógenos *G. graminis* y *R. solani*.

El fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla disminuyó significativamente el crecimiento radial acumulado de *G. graminis* (3.40 mm) y *R. solani* (3.45 mm).

El fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla disminuyó significativamente la media de crecimiento radial de *G. graminis* (1.70 mm) y *R. solani* (1.73 mm).

El fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla redujo significativamente la tasa de crecimiento radial de *G. graminis* (0.00 mm.h⁻¹) y *R. solani* (0.00 mm.h⁻¹).

El fungicida Propiconazole en dosis de 700 ml/kg de semilla provocó mayor sensibilidad sobre los fitopatógenos *G. graminis* (95.89 %) y *R. solani* (95.83 %).

El tratamiento fungicida Carboxin – Thiram en dosis de 350 ml/kg de semilla aumentó el periodo de germinación de las semillas de arroz (6.75 días).

5.2. Recomendaciones

En base a las conclusiones se recomienda:

Aplicar como tratamiento de semillas de arroz el fungicida Propiconazole para evitar el crecimiento de *G. graminis* y *R. solani*.

Realizar nuevos estudios con el fungicida Propiconazole con diferentes dosis, bajo condiciones de laboratorio e invernadero para evidenciar su eficacia en el control de *G. graminis* y *R. solani*.

Establecer tratamientos en combinación con otros fungicidas para ampliar su espectro de control sobre *G. graminis* y *R. solani*.

REFERENCIAS

- Achicano, H. 2019. Estrategias integradas para el control de enfermedades de las plantas. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín 54(2): 1251-1273.
- Adames, A. 2018. Evaluación de genotipos de arroz por época de siembra en la zona noroeste de la República Dominicana. Revista Agropecuaria Forestal AFP 3(1): 9- 16.
- Almaguer, M., Rojas, T., Hernández, A. 2018. Perspectivas de los estudios aeromicológicos para la protección del cultivo del arroz. Revista de Protección Vegetal 23(3): 137-143.
- Alvarado, O. 2020. Efecto de micorrizas sobre las características agronómicas y sanitarias en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*. L) INIAP 14. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UG. 88 p.
- Agripac. 2020. Amistar top (en línea). Ficha Técnica. Consultado 05 abr. 2023. Disponible en https://agripac.com.ec/wp-content/uploads/2020/11/AMISTAR-TOP_FT.pdf
- Adama. 2020. Vitavax (en línea). Ficha Técnica. Consultado 05 abr. 2023. Disponible en <https://www.adama.com/colombia/es/agroquimicos/fungicida/vitavax-wp>
- Briones, G. 2020. Calidad de semilla de arroz en función de la incidencia y severidad de enfermedades en la zona de Daule. Tesis Ing. Agr. Ecuador. UG. 51 p.
- Briones, F. 2018. Efecto a nivel *in vitro* de la aplicación de fungicidas Difenconazol + Propiconazole en semillas de arroz inoculadas con *G. graminis* y *R. solani*. Revista Sanidad Vegetal 8(5): 89-108.

- Briones, G. 2020. Efecto de *Trichoderma asperellum* sobre la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en la zona de Daule. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UG. 64 p.
- Bermúdez, M. 2019. Efecto del silicio como inductor de resistencia sistémica ante *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*, agente causal del ‘mal del pie’ en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Tesis Ing. Agr. Tolima. UT. 85 p.
- Carrera, D., Guillot, F. 2017. Efecto de la aplicación de fungicidas de Vitavax (Carboxin – Thiram) y Sisthane el tratamiento de semillas de arroz. *Revista Agronomía* 7(3): 64-79.
- Crystal chemical. 2020. Crysconazol (en línea). Ficha Técnica. Consultado 05 abr. 2023. Disponible en <https://crystalchemical.com.ec/wp-content/uploads/2023/02/FICHA-TECNICA-CRYSCONAZOL.pdf>
- Cardona, R., Rodríguez, H., Nass, H. 2019. *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*, hongo causante de la pudrición negra de la hoja envainadora del arroz en Venezuela. *Bioagro* 7(2): 31-37.
- Delgado, N., Rodríguez, H., Ramón, M. 2017. Evaluación de métodos de inoculación de *Rhizoctonia solani* sobre germoplasma de arroz en campo. *Revista de la Facultad de Agronomía* 21(4): 122-137.
- Echeverri, J. 2019. Mal del pie, objetivo prioritario de la investigación en arroz. *Revista Arroz* 64 (13): 10-19.
- Fernández, L. 2020. Ficha técnica de pudrición de la raíz *Rhizoctonia solani*. SENASICA. 21 p.
- Fernández, S. 2017. Evaluación a nivel *in vitro* del efecto de aplicación de fungicidas protectantes en la impregnación de semillas de arroz

- inoculadas con *G. graminis* y *R. solani*. Revista Sanidad Vegetal 7(4): 67-80.
- Guzmán, L. 2019. Manejo Integrado del Ácaro del Arroz (*Steneotarsonemus spinki* Smiley) y las enfermedades asociadas. OIRSA. El Salvador. 57 p.
- García, D. 2019. Principales enfermedades que afectan al cultivo de arroz en Ecuador y alternativas para su control. Revista científica Agroecosistema 6(1): 16-20.
- García, P., Cabrera, S., R., Sánchez, J., Pérez, A. 2020. Evaluación de un biofungicida para el control de la mancha bandeada del maíz causada por *Rhizoctonia Solani* Kühn en siembras comerciales en Portuguesa, Venezuela. Agronomía Tropical 58(4): 383-390.
- García, A. 2018. Evaluación a nivel *in vitro* del efecto de aplicación del fungicida Propiconazole y Tebuconazole en la impregnación de semillas de arroz inoculadas con *G. graminis* y *R. solani*. Revista Fitopatología Vegetal 15(6): 125-137.
- García, L. 2018. Efecto de aplicación del fungicida Propiconazole (250 g/l) en la impregnación de semillas de arroz inoculadas con *G. graminis* y *R. solani* bajo condiciones de laboratorio. Revista Protección Vegetal 14(5): 78-89.
- Gómez, A. 2022. Efecto de dos cepas de *Bacillus* en la prevención de enfermedades del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) En dos métodos de siembra. Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. 91 p.
- Jiménez, D. 2019. Evaluación de fungicidas de síntesis química en mezcla con un fisioactivador sobre efectos de rendimiento y enfermedades fúngicas en arroz (*Oryza sativa*) var. Fedearroz 68 en la inspección palmeras, San Carlos de Guaroa. Tesis Ing. Agr. Colombia. ULL. 75 p.

- Khagura, R., Barbetti, M., Sweetingham, M. Khagura. 2019. Caracterización y patogenicidad de especies de *Rhizoctonia* en arroz. *Plant Dis* 83(12): 714 – 721.
- López, G., Toledo, O., Meza, J. 2019. La producción de arroz en la provincia del Guayas en el período 2011-2015. Principales afectaciones. *Revista científica Agroecosistemas* 5(1): 47-53.
- Martínez de la Parte, E., Abreu, J., García, D. 2019. Presencia de *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* y *Magnaporthe salvinii* en variedades de arroz cultivadas en Cuba. *Fitosanidad* 18(3): 163-168.
- Martínez, E., Cabrera, J., García, D. 2020. Presencia de *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* en variedades de arroz cultivadas. *Fitosanidad* 3(18): 163–168.
- Mendoza, L. 2019. Evaluación de nuevas líneas promisorias de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UG. 85 p.
- Martillo, J. 2020. Evaluación de *Rhizoctonia solani*, mediante la aplicación combinada de fungicidas de diferente acción, en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L), Santa Lucia, Guayas. Tesis MSc. Guayaquil. Ecuador. UAE. 83 p.
- Masapanta, R. 2019. Fungicidas químicos para el manejo de síntomas de vaneamiento y manchado de grano en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Vergel. Ecuador. UTEQ. 94 p.
- Mosquera, E. 2014. Evaluación a nivel *in vitro* del efecto de aplicación del fungicida Propiconazole en la impregnación de semillas de arroz inoculadas con *G. graminis* y *R. solani*. *Revista Fitopatología Vegetal* 14(5): 78-89.

- Ospina, G. 2019. Alternativas de control de la mancha naranja (*Gaeumannomyces graminis* var. *Graminis*). REVISTA ARROZ 57(579): 13- 21.
- Orrala, K. 2021. Efecto de fungicidas para el manejo del manchado del grano de arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. 78 p.
- Ortega, F., Obando, M. 2018. Evaluación de tres fungicidas químicos para el control del Anublo de la vaina (*Rhizoctonia solani* K.), en el cultivo de arroz (*Oriza sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UG. 102 p.
- Pabón, H. 2019. Pudrición de la Vaina del Arroz. Manejo y Control. CORCOPIA. 45 p.
- Pérez, H., Rodríguez, L., García, R. 2018. Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. Revista Científica Agroecosistemas 6(1): 16-27.
- Pinilla, N. 2019. Efecto del silicio como inductor de resistencia sistémica ante *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*, agente causal del ‘mal del pie’ en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*). Tesis Ing. Agr. Tolima. Colombia. UT. 85 p.
- Ronquillo, J. 2020. Búsqueda de alternativas para el manejo integrado del tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani* Kuhn) en arroz (*Oryza sativa* L.). Tesis Ing. Agr. Guayaquil. Ecuador. UG. 98 p.
- Ramírez, G. 2021. Evaluación de fungicidas biológicos para el control de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis*, en tres variedades de arroz (*Oryza sativa*) en Babahoyo. Tesis MSc. Babahoyo, Ecuador. UTB. 82 p.
- Rivera, R. 2021. Morfología, proceso infeccioso y sensibilidad a fungicidas

comerciales de tres aislados de *Gaeumannomyces* spp en Nicaragua. Tesis Ing. Agr. Managua. Nicaragua. UNA. 74 p.

Rodríguez, H., Cardona, R., Arteaga, L., Alemán, L. 2020. Control químico del añublo de la vaina causado por *Rhizoctonia solani* Kühn en arroz. *Bioagro* 13(1): 32-38.

Rodríguez, G. 2016. Aplicación de fungicidas Tebuconazol + Carbendazin y Difenconazol + Propiconazole en el tratamiento de semillas de arroz para control de enfermedades. *Revista Mesoamérica* 5(2): 78-92.

Salazar, L. 2019. Elaboración de escalas diagramáticas de severidad en hoja y tallos para evaluar la enfermedad “mal del pie” (*Gaeumannomyces graminis* Sacc.) Von Arx & d. Oliver var. *graminis* en diferentes estados fenológicos del arroz. Tesis Ing. Agr. Palmira. Colombia. UNC. 77 p.

Schule, S., Koch, H., Marlander, B., Varrelman, M. 2019. Effect of sugar beet variety and nonhost plant on *Rhizoctonia solani* AG2-2IIIB soil inoculum potential measured in soil DNA extracts. *Phytopathology* 106(9): 1047 – 1054.

Troya, B. 2020. Protección del ataque de *Rhizoctonia solani* en arroz con *Trichoderma harzianum*. Tesis Ing. Agr. Zamorano. Honduras. EZ. 20 p.

Valencia, L. 2021. Evaluación de las cepas *Bacillus subtilis* EA-CB0015 y *Bacillus amyloliquefaciens* EA-CB0959 sobre cuatro hongos patógenos de arroz. Tesis Ing. Agr. Colombia. EAFIT. 62 p.

Viancha, H. 2020. Evaluación en campo de la incidencia de *Rhizoctonia solani* en arroz *Oryza sativa*, luego de la inoculación en semilla de un formulado comercial a base del antagonista *Trichoderma harzianum*. Tesis Micro. Bogotá. Ecuador. PUJ. 86 p.

Zambrano, E., Andrade, A., Carreño, W. 2019. Factores que inciden en la productividad del cultivo de arroz en la provincia Los Ríos. Revista Universidad y Sociedad 11(5): 270-285.

Zurita, A. 2021. Adaptación de cuatro variedades de arroz (*Oryza sativa* L.) A las condiciones agroclimáticas de Mocache, 2021. Tesis Ing. Agrp. Los Ríos, Ecuador. UTEQ. 67 p.

ANEXOS



Figura 6. Limpieza de materiales de laboratorio



Figura 7. Esterilización de los materiales en la autoclave.



Figura 8. Medio de cultivo PDA



Figura 9. Desinfección de las semillas de arroz con fungicidas



Figura 10. Inoculación de *R. Solani* y *G. graminis* en cada sacabocado identificado.



Figura 11. Incubación de tratamientos.



Figura 12. Observación y medición de variables de crecimiento micelial de *R. solani* y *G. graminis*



Figura 13. Observación de la germinación de la semilla de arroz



Figura 14. Visita académica del tutor y el coordinador de titulación

Cronograma

Tabla 10. Cronograma de actividades del ensayo

Actividades	Abril		
	S1	S2	S3
Desinfección de materiales de laboratorio	X		
Preparación de medio de cultivo PDA	X		
Preparación de discos de agar	X		
Desinfección de semillas		X	
Inoculación de fitopatógenos		X	
Evaluación de variables de crecimiento		X	X
Sensibilidad de aislados a fungicidas comerciales		X	X
Germinación de semillas		X	X

Elaborado por: El Autor

Presupuesto

Tabla 11. Presupuesto en el ensayo

Presupuesto			
Cantidad	Descripción	Valor Unitario \$	Valor Total \$
1	Funda de algodón	2.00	2.00
36	Cajas de Petri	1.00	36.00
1 L	Medio de cultivo PDA	80.00	80.00
250 cc	Agar	40.00	40.00
2	Bisturí	1.00	2.00
1 L	Alcohol 90 %	5.00	5.00
250 cc	Vitavax (Carboxin – Thiram)	10.00	10.00
250 cc	Amistar Top (Azoxystrobin – Difenconazole)	8.00	8.00
250 cc	Crysconazol (Propiconazole)	10.00	10.00
Total			193.00

Elaborado por: El Autor

Análisis de la varianza

Ritmo de crecimiento radial (mm)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ritmo de crecimiento radia..	36	0.94	0.92	11.83

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	551.17	8	68.90	54.15	<0.0001
Tratamientos	551.17	8	68.90	54.15	<0.0001
Fitopatogeno 1	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno 2	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	34.35	27	1.27		
Total	585.52	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.68366

Error: 1.2723 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
T2	14.15	4	0.56	A			
T1	14.00	4	0.56	A	B		
T3	12.83	4	0.56	A	B	C	
T5	11.35	4	0.56		B	C	D
T6	10.48	4	0.56			C	D
T4	9.68	4	0.56				D
T7	6.05	4	0.56				E
T9	3.90	4	0.56				E
T8	3.40	4	0.56				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Ritmo de crecimiento radial (mm)1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Ritmo de crecimiento radia..	36	0.95	0.93	10.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	483.90	8	60.49	61.68	<0.0001
Tratamientos	483.90	8	60.49	61.68	<0.0001
Fitopatogeno 1	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno 2	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	26.48	27	0.98		
Total	510.38	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=2.35618

Error: 0.9807 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.				
T2	14.13	4	0.50	A			
T3	13.80	4	0.50	A			
T1	12.20	4	0.50	A	B		
T6	11.18	4	0.50		B	C	
T5	10.10	4	0.50		B	C	D
T4	9.48	4	0.50			C	D
T7	8.23	4	0.50				D
T9	3.80	4	0.50				E
T8	3.45	4	0.50				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Media de crecimiento radial (mm) 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Media de crecimiento radia..	36	0.88	0.84	17.36

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	126.17	8	15.77	23.88	<0.0001
Tratamientos	126.17	8	15.77	23.88	<0.0001
Fitopatogeno 1	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno 2	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	17.83	27	0.66		
Total	144.00	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.93354

Error: 0.6605 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	7.08	4	0.41	A	
T3	6.41	4	0.41	A	B
T1	6.23	4	0.41	A	B
T5	5.68	4	0.41	A	B
T6	5.24	4	0.41	A	B
T4	4.84	4	0.41	B	C
T7	3.03	4	0.41		C D
T9	1.95	4	0.41		D
T8	1.70	4	0.41		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Medio de crecimiento radial (mm) 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Medio de crecimiento radia..	36	0.95	0.93	10.32

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	120.97	8	15.12	61.68	<0.0001
Tratamientos	120.97	8	15.12	61.68	<0.0001
Fitopatogeno 1	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno 2	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	6.62	27	0.25		
Total	127.59	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=1.17809

Error: 0.2452 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.		
T2	7.06	4	0.25	A	
T3	6.90	4	0.25	A	
T1	6.10	4	0.25	A	B

T6	5.59	4	0.25	B	C	
T5	5.05	4	0.25	B	C	D
T4	4.74	4	0.25		C	D
T7	4.11	4	0.25			D
T9	1.90	4	0.25			E
T8	1.73	4	0.25			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Taza de crecimiento radial (mm.h-1)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Taza de crecimiento radial..	36	0.88	0.85	31.38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.80	8	0.23	25.82	<0.0001
Tratamientos	1.80	8	0.23	25.82	<0.0001
Fitopatogeno	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno1	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	0.24	27	0.01		
Total	2.04	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.22234

Error: 0.0087 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.					
T3	0.60	4	0.05	A				
T1	0.59	4	0.05	A				
T2	0.46	4	0.05	A	B			
T4	0.44	4	0.05	A	B	C		
T5	0.28	4	0.05		B	C	D	
T6	0.23	4	0.05			C	D	
T7	0.09	4	0.05				D	E
T9	0.00	4	0.05					E
T8	0.00	4	0.05					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Taza de crecimiento radial (mm.h-11)

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Taza de crecimiento radial..	36	0.87	0.83	28.72

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.50	8	0.19	22.16	<0.0001
Tratamientos	1.50	8	0.19	22.16	<0.0001
Fitopatogeno	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno1	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	0.23	27	0.01		
Total	1.72	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=0.21863

Error: 0.0084 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T3	0.58	4	0.05	A		
T1	0.53	4	0.05	A	B	
T2	0.50	4	0.05	A	B	C
T4	0.44	4	0.05	A	B	C
T5	0.35	4	0.05		B	C D
T6	0.29	4	0.05			C D
T7	0.21	4	0.05			D E
T8	0.00	4	0.05			E
T9	0.00	4	0.05			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Inhibicion del crecimiento micelial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Inhibicion del crecimiento..	36	0.91	0.88	2.01

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	819.20	8	102.40	32.55	<0.0001
Tratamientos	819.20	8	102.40	32.55	<0.0001
Fitopatogeno	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno1	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	84.95	27	3.15		
Total	904.15	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=4.22014

Error: 3.1462 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T8	95.89	4	0.89	A		
T9	95.28	4	0.89	A		
T7	92.63	4	0.89	A		
T4	88.21	4	0.89		B	
T6	87.24	4	0.89		B	
T5	86.19	4	0.89		B	C
T3	84.34	4	0.89		B	C
T1	82.96	4	0.89			C
T2	82.81	4	0.89			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Inhibicion del crecimiento micelial

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Inhibicion del crecimiento..	36	0.92	0.90	1.67

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	719.11	8	89.89	41.20	<0.0001
Tratamientos	719.11	8	89.89	41.20	<0.0001

Fitopatogeno	0.00	0	0.00	sd	sd
Fitopatogeno1	0.00	0	0.00	sd	sd
Error	58.91	27	2.18		
Total	778.03	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.51449

Error: 2.1820 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T8	95.83	4	0.74	A		
T9	95.40	4	0.74	A		
T7	90.06	4	0.74		B	
T4	88.48	4	0.74		B	C
T5	87.73	4	0.74		B	C
T6	86.37	4	0.74		C	D
T1	85.13	4	0.74		C	D E
T3	83.24	4	0.74			D E
T2	82.84	4	0.74			E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Germinación (días)	36	0.71	0.62	28.09

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	108.00	8	13.50	8.15	<0.0001
Tratamientos	108.00	8	13.50	8.15	<0.0001
Error	44.75	27	1.66		
Total	152.75	35			

Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=3.06299

Error: 1.6574 gl: 27

Tratamientos	Medias	n	E.E.			
T3	6.75	4	0.64	A		
T6	6.00	4	0.64	A		
T8	5.75	4	0.64	A		
T2	5.50	4	0.64	A		
T5	5.00	4	0.64	A	B	
T1	4.75	4	0.64	A	B	
T4	4.25	4	0.64	A	B	C
T7	2.00	4	0.64		B	C
T9	1.25	4	0.64			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

