



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA**

**TRABAJO DE TITULACIÓN COMO REQUISITO PREVIO
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGRÓNOMO**

**EFFECTO DE FUNGICIDAS EN EL MANEJO DEL
MANCHADO DEL GRANO DEL ARROZ EN CONDICIONES DE
CAMPO, PALESTINA**

AUTOR

MORÁN MANZABA JEANCARLOS FRANCISCO

TUTORA

ING. NAVARRETE CHEVEZ DIOSELINA, MSc.

GUAYAQUIL-ECUADOR

2026



**UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA**

APROBACIÓN DEL TUTOR

YO, **ING. DIOSELINA NAVARRETE CHEVEZ** docente de la Universidad Agraria del Ecuador, en mi calidad de Tutora, certifico que el presente trabajo de titulación: **EFFECTO DE FUNGICIDAS EN EL MANEJO DEL MANCHADO DEL GRANO DEL ARROZ EN CONDICIONES DE CAMPO, PALESTINA** realizado por la estudiante **JEANCARLOS FRANCISCO MORÁN MANZABA**; con cédula de identidad N° **0920496510** de la carrera de Agronomía, Unidad Académica campus Ciencias Agrarias Guayaquil, ha sido orientado y revisado durante su ejecución; y cumple con los requisitos técnicos y legales exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador; por lo tanto, se aprueba la presentación del mismo.

Atentamente,

Ing. Dioselina Navarrete Chevez
Firma del Tutor

Guayaquil, 28 de Junio del 2026



UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
CARRERA AGRONOMÍA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Los abajo firmantes, docentes designados por el H. Consejo Directivo como miembros del Tribunal de Sustentación, aprobamos la defensa del trabajo de titulación: “ **EFFECTO DE FUNGICIDAS EN EL MANEJO DEL MANCHADO DEL GRANO DEL ARROZ EN CONDICIONES DE CAMPO, PALESTINA**” realizado por la estudiante, el mismo que cumple con los requisitos exigidos por la Universidad Agraria del Ecuador.

Atentamente,

Ing. Winston Espinoza Morán, MSc
PRESIDENTE

Ing. Darlyn Amaya Márquez, MSc
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Leonardo Morán Poveda, MSc
EXAMINADOR PRINCIPAL

Ing. Dioselina Navarrete Chevez, MSc
EXAMINADOR SUPLENTE

Guayaquil, 28 de Junio del 2026

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico de manera especial a mis dos pilares fundamentales en mi vida mis padres Janino Morán Avilés y Bélgica Manzaba Huacón, mis hermanas, hermano y mis sobrinos quienes me han apoyado para poder llegar hasta el final de mis estudios, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyar me moral y psicológicamente

También se la dedico con todo mi amor a mi amado hijo Joshua Morán Adrián, quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en mis estudios y ser un ejemplo de superación para él.

También se la dedico a mis dos amores Marina Avilés Bajaña e Irma Huacón Ruiz mis Abuelitas que gracias a su amor y cariño me enseñaron a nunca desmayar y a seguir a delante

AGRADECIMIENTO

Le doy gracias a Dios por ser quien me dio fuerzas para continuar en lo adverso, nunca me abandono y me dio sabiduría en el transcurso de mi carrera estudiantil,

Al mismo tiempo Agradecer a mi tutora de tesis Ing Dioselina Navarrete Chevez que me ayudo con esfuerzo a que este proyecto se desarrollara bien.

Agradezco a cada uno de los Ingenieros por su persistencia y esfuerzos que fueron guía en mi formación como profesional,

Le doy gracias al Ingeniero Raul Villegas Mosquera que medio mi oportunidad laboral para así poder crecer y enriquecerme de conocimientos en el campo profesional.

Autorización de Autoría Intelectual

Yo, MORÁN MANZABA JEANCARLOS FRANCISCO, en calidad de autora del proyecto realizado, sobre **“EFECTO DE FUNGICIDAS EN EL MANEJO DEL MANCHADO DEL GRANO DEL ARROZ EN CONDICIONES DE CAMPO, PALESTINA”** para optar el título de Ingeniera Agrónoma, por la presente autorizo a la UNIVERSIDAD AGRARIA DEL ECUADOR, hacer uso de todos los contenidos que me pertenecen o parte de los que contienen esta obra, con fines estrictamente académicos o de investigación.

Los derechos que como autor(a) me correspondan, con excepción de la presente autorización, seguirán vigentes a mi favor, de conformidad con lo establecido en los artículos 5, 6, 8; 19 y demás pertinentes de la Ley de Propiedad Intelectual y su Reglamento.

Guayaquil ,28 de junio del 2026

MORÁN MANZABA JEANCARLOS FRANCISCO
C.I. 0920496510

RESUMEN

El cultivo de arroz es fundamental para la seguridad alimentaria en muchas regiones, incluida Palestina, donde las condiciones climáticas pueden favorecer el desarrollo de diversas enfermedades. Una de las más prevalentes y perjudiciales es el manchado de grano, causado por un complejo de hongos y bacterias que afectan la calidad y el rendimiento del cultivo. Este problema no solo reduce el valor comercial del arroz debido a la decoloración y el deterioro del grano, sino que también puede disminuir la viabilidad de las semillas y su calidad molinera, impactando de manera negativa en la capacidad de almacenamiento y comercialización. La presente investigación fue realizada en el cantón Palestina, provincia del Guayas, sector El Silencio, cuya finalidad es la de evaluar el efecto causado por el hongo del manchado del grano en plantaciones de arroz variedad SFL 11, para el cual se manejó un diseño de bloques completos al azar el mismo constaba de 4 tratamientos y 4 repeticiones, siendo el T1(propiconazol + Tebuconazol), el T2(*Trichoderma spp*), T3 (*Bacillus spp*) y T4 (Testigo Absoluto) con intervalos de aplicación cada 15 días, manteniendo un manejo productivo sintético mediante el uso de fertilizantes químicos convencionales. Para lo cual se empleó un análisis de varianza al 95% de confianza. Dentro de los resultados obtenidos se tuvo Para esta investigación se evaluaron el uso de diferentes fungicidas químicos y biológicos en donde se utilizó Tebuconazol + propiconazol quien presentó una mayor eficacia en el control de la enfermedad con promedio de 51.80%, así mismo en lo referente a productividad el mismo tratamiento presenta promedios de 12.91 toneladas por hectárea y una relación costo beneficio de 1.64 en comparación con el testigo.

Palabras claves: *Bacillus spp*, *Propiconazol*, *productividad*, *tebuconazol*, *Trichoderma spp*;

ABSTRACT

Rice cultivation is essential for food security in many regions, including Palestine, where climatic conditions can favor the development of various diseases. One of the most prevalent and damaging is grain spot, caused by a complex of fungi and bacteria that affect the quality and yield of the crop. This problem not only reduces the commercial value of rice due to discoloration and deterioration of the grain but can also decrease seed viability and milling quality, negatively impacting storage and marketing capacity. This research was conducted in the Palestina canton, Guayas province, El Silencio sector, with the aim of evaluating the effect of the grain spot fungus on SFL 11 rice plantations. A completely randomized block design was used, consisting of 4 treatments and 4 replicates: T1 (propiconazole + tebuconazole), T2 (*Trichoderma* spp.), T3 (*Bacillus* spp.), and T4 (Complete Control) with application intervals every 15 days, maintaining synthetic production management through the use of conventional chemical fertilizers. For this purpose, an analysis of variance at a 95% confidence level was employed.

Among the results obtained, this study evaluated the use of various chemical and biological fungicides, with Tebuconazole + Propiconazole proving to be the most effective in controlling the disease, with an average efficacy of 51.80%. Likewise, in terms of productivity, the same treatment yielded an average of 12.91 tons per hectare and a cost-benefit ratio of 1.64 compared to the control.

Keywords: *bacillus* spp, propiconazole, productivity, tebuconazole, *thichoderma* spp. productivity

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR	ii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	iii
AGRADECIMIENTO	v
Autorización de Autoría Intelectual	vi
RESUMEN	vii
ABSTRACT.....	viii
ÍNDICE GENERAL.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
1. INTRODUCCIÓN	15
1.1 Antecedentes del problema.....	15
1.2 Planteamiento y formulación del problema	15
<i>1.2.1 Planteamiento del problema</i>	<i>15</i>
<i>1.2.2 Formulación del problema</i>	<i>16</i>
1.3 Justificación de la investigación	16
1.4 Delimitación de la investigación	16
1.5 Objetivo general	17
1.6 Objetivos específicos.....	17
1.7 Hipótesis	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 Estado de arte.....	18
2.2 Bases científicas y teóricas de la temática	20
2.2.1 Arroz.....	20
2.2.1.1. Origen del cultivo de arroz.....	20
2.2.2 Interacción entre fungicidas y fisiología de la planta de arroz	21
2.2.3 Relevancia de la producción arroceras y enfermedades fitosanitarias en su cultivo	22
2.2.4 Las principales enfermedades fúngicas que afectan al arroz	23
2.2.4.1. <i>Pyricularia oryzae</i>	23
2.2.4.2. <i>Rhizoctonia solani</i>	24

2.2.4.3. Alternaria alternata	24
2.2.5 Plagas en el arroz.....	24
2.2.6 Insectos plagas	25
2.2.7 Complejo del manchado del grano en arroz.....	25
2.2.7.1. Agentes casuales del manchado del grano en arroz.....	25
2.2.8 Manejo del manchado del grano en arroz.....	26
2.2.8.1. Fungicidas	26
2.2.8.1.1. Tebuconazole.	26
2.2.8.1.2. Propiconazol.....	26
2.2.9 Fungicidas químicos: modos de acción y formas de clasificarlo ..	27
2.2.10 Evaluación de la eficacia de varios fungicidas en ensayos de campo.....	28
2.3 Marco legal.....	28
2.3.1 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria	28
TITULO I: De La Institucionalidad.....	29
CAPITULO II: De La Regulación Y Control	29
TITULO II: Del régimen de sanidad vegetal	29
CAPITULO I: De la protección fitosanitaria	29
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1 Enfoque de la investigación	31
3.1.1 Tipo y alcance de la investigación	31
3.1.2 Diseño de investigación	31
3.2 Metodología	31
3.2.1 Variables	31
3.2.1.1. Variable independiente.....	31
3.2.1.2. Variable dependiente	31
3.2.1.2.1. Incidencia.	31
3.2.1.2.2. Severidad.....	31
3.2.1.2.3. Longitud de panícula.	32
3.2.1.2.4. Número de granos llenos.	32
3.2.1.2.5. Número de granos vanos.	32
3.2.1.2.6. Número de granos manchados.....	32
3.2.1.2.7. Eficacia.	32

3.2.1.2.8. Rendimiento de grano	32
3.2.1.2.9. Relación beneficio/costo (B/C)	33
3.2.2 Matriz de operacionalización de variables	33
3.2.3 Tratamientos	33
3.2.3 Diseño experimental	34
3.2.4 Recolección de datos	35
3.2.4.1. Recursos.....	35
3.2.4.2. Métodos y técnicas.....	35
3.2.4.2.2. Técnicas de investigación.....	35
3.2.5 Análisis estadístico.....	36
4. RESULTADOS.....	37
4.1 Determinación de la eficacia de los fungicidas seleccionados en la incidencia de enfermedades fúngicas en los tratamientos de estudio	37
4.1.1 Incidencia del hongo causante del manchado de grano en arroz..	37
4.1.2 Severidad del daño causado por manchado del grano en arroz	38
4.2 Comparación del rendimiento del arroz bajo los diferentes tratamientos de fungicidas químicos y biológicos.....	38
4.2.1 Número de granos llenos	38
4.2.2 Número de granos manchados.....	39
4.2.3 Número de granos llenos	40
4.2.4 Eficacia	40
4.2.5 Número de macollos por planta	41
4.2.6 Número de espigas por planta.....	41
4.2.7 Número de granos por espiga	42
4.2.8 Peso de 1000 semillas	43
4.2.9 Rendimiento por hectárea.....	43
4.3 Evaluación de la relación costo beneficio de aplicar fungicidas en los tratamientos a evaluar.	44
5. DISCUSION	47
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	49
6.1 Conclusiones.....	49
6.2 Recomendaciones.....	50
BIBLIOGRAFÍA	52

ANEXOS 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de las variables independientes	33
Tabla 2. Tratamientos de la investigación	33
Tabla 3. Características del ensayo	34
Tabla 4. Esquema de los grados de libertad del ANDEVA.....	34
Tabla 5. Tabla de Dosificación	34
Tabla 6. Incidencia del hongo.....	37
Tabla 7. Severidad del daño causado por manchado del grano en arroz	38
Tabla 8. Granos llenos por espiga.....	39
Tabla 9. Número de granos manchados	39
Tabla 10. Numero de granos llenos	40
Tabla 11. Eficacia de los tratamientos evaluados	40
Tabla 12. Número de macollos por planta.....	41
Tabla13. Número de espigas por planta	42
Tabla 14. Numero de granos por espiga	42
Tabla 15. Peso de 1000 granos	43
Tabla 16. Rendimiento	43
Tabla 17. Relación costo benéfico de los tratamientos	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ubicación de la hacienda “EL SILENCIO”</i>	57
Figura 2. <i>Tratamientos</i>	57
Figura 3. <i>División de parcelas</i>	58
Figura 4. <i>Siembra de muestras en cajas petri</i>	58
Figura 5. <i>Muestras de laboratorio</i>	59
Figura 6. <i>Preparación de mezcla</i>	¡Error! Marcador no definido.
Figura 7. <i>Fumigación del cultivo</i>	59
Figura 8. <i>Peso de granos</i>	60
Figura 9. <i>Visita de tutora</i>	60
Figura 10. <i>Medición de plantas</i>	61

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El manchado de grano es una enfermedad frecuente que afecta la calidad culinaria e industrial del grano de arroz, este es ocasionado por hongos y bacterias, siendo principal los hongos fitopatógenos, estos provocan granos yesosos o de diferentes tonalidades, da como resultado granos quebrados y mal material genético para uso de la semilla en la siembra de la siguiente campaña (Universidad Nacional del Nordeste [UNN], 2023).

El cultivo de arroz es fundamental para la seguridad alimentaria en muchas regiones, incluida Palestina, donde las condiciones climáticas pueden favorecer el desarrollo de diversas enfermedades. Una de las más prevalentes y perjudiciales es el manchado de grano, causado por un complejo de hongos y bacterias que afectan la calidad y el rendimiento del cultivo. Este problema no solo reduce el valor comercial del arroz debido a la decoloración y el deterioro del grano, sino que también puede disminuir la viabilidad de las semillas y su calidad molinera, impactando de manera negativa en la capacidad de almacenamiento y comercialización (Kapil & Rabin, 2022).

El arroz (*Oriza sativa L.*) es uno de los cereales fundamentales a nivel global, lo que resalta la importancia crucial de la calidad de su grano para la producción. Sin embargo, el “manchado de grano” representa una seria amenaza, ya que deteriora la excelencia del grano y perjudica la capacidad de germinación de las semillas en diversas regiones del mundo (Sandoval *et al.*, 2022).

La presencia de manchas en los granos del arroz es un indicador de infecciones, tanto fúngicas como bacterianas, y esto lleva a pérdidas económicas de alto impacto para los agricultores, estas afectaciones repercuten en la cadena alimentaria porque en los hogares ecuatorianos, el arroz es parte de los platos consumidos a diario (Srivastava *et al.*, 2023).

1.2 Planteamiento y formulación del problema

1.2.1 Planteamiento del problema

El manchado de grano es una enfermedad que ocasiona una disminución significativa en la calidad y el rendimiento del arroz, con pérdidas que pueden alcanzar hasta un 6% de la producción total (Del Monte AG, 2022). Este problema fitosanitario es recurrente en la mayoría de las zonas arroceras del país. Se

identifica por la aparición de manchas o decoloraciones en los granos, que suelen variar en tonalidad desde el marrón hasta el negro, y cuya forma y tamaño pueden diferir notablemente.

1.2.2 Formulación del problema

¿Cómo el efecto de fungicidas en tres variedades de arroz (*Oryza sativa* L) sobre el manchado de grano con dos métodos de siembra en el cantón Palestina provincia del Guayas?

1.3 Justificación de la investigación

El arroz es un cultivo que es producido a lo largo y ancho de la provincia del Guayas, muchas familias dependen en el ámbito económico de una manera total o parcial de este cultivo, tiene una significancia de alto valor. El arroz no solo es una gramínea de alto valor para el mundo, para los ecuatorianos es parte de la cultura, ya que la mayoría de su gastronomía lleva este grano en sus platos típicos.

La evaluación sobre el efecto de los fungicidas en las diferentes variedades del arroz puede variar en comportamiento y acción, por ello es determinante hacer estudios en el cantón Palestina para conocer los porcentajes de efectividad, y manejo sobre el manchado de grano.

La presencia de estos agentes causales puede provocar pérdidas económicas que no solo afectan a los agricultores y familias que dependen de ese cultivo, sino también al país entero, ya que la mayor parte producida es para consumo interno, si no llega a existir alternativas que ayuden al manejo de esa enfermedad el sector arrocero se verá afectado.

1.4 Delimitación de la investigación

- **Espacio:** Este proyecto se llevó a cabo en el cantón Palestina ubicado al Norte de la provincia del Guayas.
- **Tiempo:** Para la ejecución de este proyecto se consideró un tiempo de seis meses.
- **Población:** Productores arroceros que buscan alternativas para el control fitosanitario en sus plantaciones, miembros de la comunidad universitaria y demás integrantes de la cadena productiva del arroz.

1.5 Objetivo general

Evaluar el efecto de diferentes fungicidas para el manchado de grano en cultivo de arroz en el cantón Palestina.

1.6 Objetivos específicos

- Determinar la eficacia de los fungicidas seleccionados en la incidencia de enfermedades fúngicas en los tratamientos de estudio.
- Comparar el rendimiento del arroz bajo los diferentes tratamientos de fungicidas químicos y biológicos.
- Evaluar la relación costo beneficio de aplicación fungicidas en los tratamientos en el estudio..

1.7 Hipótesis

La aplicación de fungicidas reducirá significativamente la incidencia o severidad del manchado de grano en las tres variedades de arroz evaluadas en comparación con el control sin fungicida.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Estado de arte

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) constituye uno de los cereales de mayor importancia económica y alimentaria a nivel mundial, debido a que representa la base de la alimentación de más de la mitad de la población. Su producción depende de factores genéticos, edafoclimáticos y fitosanitarios que influyen directamente en el rendimiento y la calidad del grano. Entre las principales limitantes de la producción arroceras se encuentran las enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, las cuales afectan el desarrollo del cultivo y reducen el valor comercial del producto cosechado (DFGRUPO, 2023).

En los últimos años, el manchado del grano del arroz ha adquirido relevancia debido a las pérdidas económicas que ocasiona en diferentes regiones productoras. Esta enfermedad se caracteriza por la presencia de manchas de color marrón, negro o gris en la superficie del grano, ocasionadas por un complejo de hongos patógenos que afectan tanto el rendimiento como la calidad industrial y fisiológica de la semilla. Diversos estudios señalan que el problema se intensifica bajo condiciones de alta humedad relativa y temperaturas elevadas durante las etapas reproductivas del cultivo (Méndez, 2022).

Según Rivas (2024), en una investigación desarrollada en el cantón Palestina sobre el efecto de antifúngicos biológicos para el manejo del manchado del grano del arroz, los análisis estadísticos demostraron la presencia de diversos géneros de hongos fitopatógenos asociados a esta enfermedad. Los resultados confirmaron que estos microorganismos intervienen directamente en el deterioro sanitario de los granos, afectando su calidad física y comercial. El estudio destaca la necesidad de implementar estrategias de manejo fitosanitario orientadas al control eficiente de los agentes causales.

De igual forma, Sandoval et al. (2022) realizaron una investigación sobre hongos asociados al manchado del grano de arroz en Campeche, México, donde identificaron un complejo conformado por 18 especies fúngicas. Los autores determinaron que los géneros *Fusarium* (43.1%), *Bipolaris* (20.2%) y *Curvularia* (17.6%) presentaron la mayor incidencia en las muestras analizadas. Estos resultados evidencian que el manchado del grano constituye una enfermedad de

etiología compleja, cuya severidad depende de la interacción entre diferentes microorganismos patógenos y las condiciones ambientales predominantes.

Asimismo, Del Monte (2022) señala que el manchado del grano representa una amenaza creciente para los productores arroceros debido a que provoca vaneamiento, disminución del porcentaje de germinación y reducción de la calidad molinera. Además, los granos afectados presentan mayor fragilidad durante el proceso de pilado, incrementó la proporción de granos quebrados y yesosos, lo que reduce significativamente su valor comercial en el mercado.

Las condiciones climáticas de las zonas tropicales favorecen el desarrollo de los hongos responsables de esta enfermedad. Méndez (2022) indica que los meses comprendidos entre enero y mayo presentan condiciones óptimas para la proliferación de patógenos debido a la combinación de elevadas precipitaciones, alta humedad relativa y temperaturas favorables. Entre los géneros identificados con mayor frecuencia se encuentran *Verticillium*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Rhizoctonia*, *Curvularia* y *Fusarium*, los cuales afectan la calidad sanitaria de la semilla y disminuyen el potencial productivo del cultivo.

Diversas investigaciones recientes destacan que el uso de fungicidas constituye una de las herramientas más eficaces para el manejo integrado del manchado del grano. En Brasil, Silva et al. (2023) evalúan diferentes moléculas fungicidas en arroz y determinaron que las aplicaciones realizadas durante la etapa de floración redujeron significativamente la incidencia de hongos fitopatógenos y mejoran el rendimiento de grano. Los autores concluyen que la eficacia del control depende de la selección adecuada del ingrediente activo y del momento oportuno de aplicación.

De manera similar, Zhang et al. (2024) reportan que los fungicidas pertenecientes a los grupos de las estrobilurinas y triazoles presentan una elevada eficacia en la reducción de enfermedades fúngicas asociadas al grano de arroz. Los resultados demuestran disminuciones superiores al 60% en la severidad de la enfermedad, además de incrementos significativos en el peso y calidad del grano cosechado.

Por otra parte, Kumar et al. (2023) señalan que la integración de fungicidas sistémicos y de contacto permite ampliar el espectro de control sobre los complejos de hongos asociados al manchado del grano. Estos investigadores

indican que los programas de manejo basados en mezclas de ingredientes activos reducen el riesgo de resistencia de los patógenos y mejoran la persistencia del control durante el ciclo del cultivo.

Recientemente, López et al. (2025) evaluaron diferentes estrategias de manejo fitosanitario en arroz bajo condiciones tropicales y concluyeron que los tratamientos fungicidas aplicados en etapas reproductivas incrementaron significativamente el rendimiento y la calidad comercial del grano. Además, destacaron que la eficacia de los productos depende de factores como la presión de inóculo, las condiciones ambientales y la susceptibilidad varietal.

2.2 Bases científicas y teóricas de la temática

2.2.1 Arroz

El arroz se empezó a cultivar hace casi 10000 años en zonas húmedas de Asia tropical y subtropical. Puede que el primer lugar donde se cultivó haya sido la India, porque ahí existen muchos arroces silvestres. Pero donde se desarrolló su cultivo fue en China, desde las tierras bajas hasta las altas. Con el tiempo, el arroz asiático se llevó a otras partes del mundo por distintas rutas (Mendoza Avilés *et al.*, 2019).

El arroz es uno de los cereales más importantes del mundo, y más de la mitad se produce en China e India. Las dos variedades principales índica (grano largo) y japónica (grano corto). El arroz índico es el más difundido y se cultiva en Asia, América, Medio Oriente y Australia. El japonés se produce en lugares más templados como Japón, Corea, partes de China, Brasil, E.E.U.U, y Europa. Estas variedades se diferencian por su adaptación al clima y por las preferencias del consumidor. En 2017, se produjeron 417.3 millones de toneladas de índica y solo 71.3 millones de japónica. El comercio de la índica fue mucho mayor y sigue creciendo más rápido. Se estima que con el pasar de los años esta diferencia aumente aún más (Laval, 2019).

2.2.1.1. Origen del cultivo de arroz

Dentro del género *Oryza* se reconocen múltiples especies, sin embargo, solo *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima* han sido incorporadas al sistema de cultivo. *O. sativa* es la más común y se ha diversificado en subespecies adaptadas a distintos climas. Su diversidad genética es clave para enfrentar desafíos agrícolas actuales. En México, el Banco Nacional de Germoplasma de Arroz (BNGA)

conserva esta diversidad y ha sido fundamental para el desarrollo de variedades mejoradas desde los años 90. Además, apoya a centros de investigación dentro y fuera del país (Aragón et al., 2023). El arroz, tanto *Oryza sativa* como *Oryza glaberrima*, es un alimento esencial que sustenta a más de la mitad de la población mundial, especialmente en países en desarrollo. Es una planta anual con características herbáceas y un grano llamado cariósipide, clave para la alimentación humana. Su origen se sitúa en Asia hace más de 10000 años, con domesticación en china. Desde allí se expandió a Europa y América, marcando su importancia histórica y global (Ávilas, 2021).

El arroz (*Oryza sativa*) se originó en Asia, donde llegó a considerarse como uno de los alimentos básicos de mayor importancia para la población. Este cereal aporta con un aproximado de 20% del suministro de energía alimentaria a nivel mundial, ha sido fundamental para la seguridad alimentaria y nutricional de diversas poblaciones. Su alto valor nutricional, que incluye calorías, minerales y vitaminas, lo convierte en un recurso esencial en la dieta global. A lo largo de la historia, el arroz es cultivado en regiones tropicales y subtropicales, adaptándose a diferentes condiciones climáticas y sistemáticas agrícolas (Muthayya et al., 2014).

2.2.2 Interacción entre fungicidas y fisiología de la planta de arroz

Los fungicidas, además de cumplir su función en el control fitosanitario, desempeñan un papel relevante en la protección de los cultivos, presentan interacciones de las más diversas con relación a la fisiología de la planta de arroz. Las interacciones pueden ser positivas, neutras o negativas dependiendo del tipo de ingrediente activo de que se trate, del momento de aplicación del fungicida, de la dosis aplicada y de las condiciones del medio. En algunos casos, algunos fungicidas sistémicos son capaces de proteger la planta del ataque de los hongos, pero además inducen respuestas fisiológicas que incrementan el crecimiento y la tolerancia a estrés (Ramírez, 2024).

La movilidad del fungicida en el interior de la planta, de forma paralela, también determinará el contacto con la fisiología del arroz. Los fungicidas de contacto van a actuar sólo con las partes de la superficie foliar, los sistémicos tienen movilidad por la xilema e incluso por floema y pueden llegar así a tejidos nuevos o zonas infectadas. En este sentido, la acción sistémica de los fungicidas implica que puedan tener una acción preventiva más proximal y en algunas

situaciones incrementar la eficiencia en el cultivo. La perdurabilidad de la sustancia, no obstante, se tiene que valorar también desde la óptica de residuos en el grano o en el medio (Díaz, 2023).

Los fungicidas no solo tienen efecto sobre el patógeno, sino que también interactúan con diferentes funciones fisiológicas de la planta de arroz. Estas interacciones tienen que ser entendidas y tenidas en cuenta en los programas de manejo fitosanitario para optimizar los beneficios y minimizar los riesgos. Un uso racional, basado en el conocimiento técnico y en las condiciones concretas del cultivo, permite sacar el mayor partido del potencial de estos productos al mismo tiempo con el respeto de la salud de la planta y la sostenibilidad de su sistema productivo (Díaz, 2023).

2.2.3 Relevancia de la producción arroceras y enfermedades fitosanitarias en su cultivo

El arroz está entre los cultivos alimentarios más importantes del mundo, es considerado como alimento básico por más de la mitad de los habitantes del planeta. En el caso del Ecuador, el arroz tiene importancia nutricional, pero también, económica y social. Por ejemplo, el cantón Samborondón, en la provincia del Guayas, se distingue por su producción arroceras, favorecida por las características del clima y la disponibilidad de recursos hídricos. La producción de arroz es un medio importante de empleo e ingresos en la región, el cual favorece a los pequeños y medianos productores (Herrera et al., 2023).

Sin embargo, este sistema de producción tiene varias restricciones, una de las más notables son los inconvenientes fitosanitarios, que se consideran uno de los factores fundamentales que influyen en el crecimiento y la productividad del cultivo. Las enfermedades fúngicas constituyen una amenaza para la estabilidad y rentabilidad del cultivo. Dichos patógenos afectan diferentes estadios del cultivo, y su manejo y control en etapas iniciales son claves, ya que, de no enfrentarlos, pueden verse afectadas la cantidad y calidad del grano y con ello, de los ingresos de los productores.

En este sentido, hacer un adecuado uso de las enfermedades del arroz, no solamente para proteger el cultivo del arroz, sino asegurar las condiciones de seguridad alimentaria para miles de familias que dependen de forma directa o indirecta de esta actividad es la razón del por qué los agricultores como los de

otras zonas arroceras del país se ven obligados a usar estrategias apropiadas y eficaces para contener y controlar los brotes de enfermedades fúngicas claramente, garantizar una producción adyuvante y sostenible. Por este motivo, el conocimiento de las características de los patógenos, la manera de comportarse en el campo y la disponibilidad de herramientas de control, como los fungicidas químicos, es clave para afrontar este reto (Herrera et al., 2023).

2.2.4 Las principales enfermedades fúngicas que afectan al arroz

La producción de arroz, dada la forma en la que se siembra, favorece la aparición de daños producidos por enfermedades de naturaleza fúngicas. Esto se debe a que el cultivo se siembra en ambientes muy húmedos y cálidos y es muy común encontrar enfermedades que afectan al arroz que pueden ir desde leves hasta la pérdida total de la cosecha.

Las enfermedades se manifiestan en diferentes partes del arroz (hojas, tallos, raíces, vainas florales y granos), pero en su definición afectan a algunos de los diferentes procesos vitales para el arroz, como son la fotosíntesis, la floración o el llenado de grano o la maduración. La aparición de enfermedades depende de muchos factores, como son la variedad de arroz cultivada, el manejo agronómico, la densidad de siembra, el suelo y, sobre todo, el clima del entorno.

En la actualidad las enfermedades más comunes en los arrozales con los que se trabaja en Ecuador, y concretamente la mancha café, la escaldadura y la pudrición de la vaina, las cuales presentan síntomas diferentes entre sí, y también de forma distinta a los tratamientos, y que, por tanto, es importante saber identificar de forma correcta y rápida para una correcta gestión (Facuy Delgado et al., 2022).

2.2.4.1. *Pyricularia oryzae*

Es una enfermedad fúngica de gran impacto en los cultivos de arroz a nivel mundial. Su desarrollo se ve favorecido por condiciones ambientales específicas, principalmente en temperaturas de entre 22 °C y 30 °C con una humedad relativa superior a 90% durante varias horas, la presencia de nitrógeno estimula su aparición y propagación, dicha enfermedad representa un gran problema para la producción arroceras, especialmente cuando las condiciones climáticas son favorables para que el hongo crezca (Syngenta, 2021).

Pyricularia oryzae es un hongo ascomiceto perteneciente a la familia magnaporthaceae, caracterizado por producir ascosporas en estructuras llamadas ascas, ubicadas dentro del peritecios. Su micelio es septado y haploide, al igual que sus esporas. Aunque su etapa sexual solo se podrá observar en laboratorio, se sabe que es un órgano heterotálico con apareamiento bipolar. Su forma asexual, es la más común y produce conidios tricelulares en conidióforos. Estas esporas se generan en lesiones de hojas panícula o semillas (Tecnicoagricola, 2012).

2.2.4.2. *Rhizoctonia solani*

La *Rhizoctonia solani* fue reportado por primera vez en Japón en 1910 esta enfermedad fúngica de gran impacto económico en el cultivo de arroz a nivel mundial. Su manejo es complejo debido a la formación de esclerocios y su amplio rango de hospedantes, que incluyen más de 25^o especies. Afecta a cultivares de alto rendimiento en climas templados y tropicales, siendo un problema clave en el sistema de producción (De Silva, 2021).

Es una enfermedad fúngica sus síntomas iniciales son apariciones de lesiones en los pedúnculos (vainas) cerca de la línea de agua. Son lesiones acuosas ovas, tienen una longitud de entre 1 a 3 cm. Crecen irregularmente se tornan de un color gris a blanca con márgenes marrón (PLANTIX, 2025).

2.2.4.3. *Alternaria alternata*

La principal afección en el grano del arroz es la disminución del crecimiento y el vigor de las plantas, se lo puede identificar por sus manchas foliares de color pardo oscuro a negro, es uno de los causantes del manchado de grano en las glumas de los extremos del mismo, donde el desarrollo de micelio conidióforos y conidios son abundante (Troya y Vaca Granda, 2016).

2.2.5 Plagas en el arroz

El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es una estrategia utilizada en el cultivo de arroz para un controlar eficaz de las plagas sin afectar el equilibrio del agroecosistema. Este enfoque permite conservar la biodiversidad, proteger el medio ambiente y cuidar la salud de los productores, como de los consumidores. El MIP combina diferentes métodos como el control preventivo, mecánico, etológico y el uso de variedades resistentes. Solo se recurre al control químico si la plaga supera el umbral económico (Pérez Iglesias y Rodríguez Delgado, 2019).

2.2.6 Insectos plagas

En el cultivo de arroz tiene un agroecosistema que está formado por insectos dañinos que son los causantes de pérdidas en la producción, y también tienen un ecosistema de insectos útiles que ayudan al equilibrio de su ecosistema. La variación que se alimentan del cultivo, se realizó un estudio del comportamiento poblacional de los principales insectos plagas (Sánchez y Vélez, 2022).

El cultivo del arroz se ve afectada por diversas plagas que reducen su rendimiento y calidad del grano. Estas plagas representan un desafío importante para la producción arroceras y requiere estrategias integradas de manejo. Entre los más importantes se encuentra. El gusano barrenador del arroz (*chilo suppressalis*): cuyas larvas perforan los tallos interrumpiendo el flujo de nutrientes y favoreciendo infecciones. El salton de arroz (*Nephotettix virescens*): actúa como vector de virus como la hoja blanca, debilitando las plantas al succionar su savia. El caracol manzana dorado (*Pomacea canaliculata*): representa una amenaza para las plantulas jóvenes debido a su voracidad y alta capacidad reproductiva. La polilla del arroz (*Sitototroga cerealella*): afecta a los granos almacenados y disminuye su calidad mediante la actividad de sus larvas. La chinche acuática (*Tibraca limbativentris*): Daña los granos en formación, provocando malformaciones y facilitando el desarrollo de enfermedades (Axayacatl, 2023).

2.2.7 Complejo del manchado del grano en arroz

El manchado del grano de arroz es una enfermedad causada por hongos, que provoca manchas y deformaciones tanto en la cáscara como en el interior del grano. Esto afecta su apariencia, calidad culinaria y valor comercial. Los granos suelen ser yesosos o con tonalidad irregulares. En el proceso de su molienda los granos afectados se quiebran con facilidad. No se deben usar semillas enfermas éste puede actuar como transmisor de enfermedades ya que perjudica el rendimiento, calidad y sanidad del cultivo (Dirchwolf, 2023).

2.2.7.1. Agentes casuales del manchado del grano en arroz

La gravedad del manchado en el arroz difiere según la variedad, el microorganismo involucrado, las condiciones que favorecen la infección y el momento en que ocurre, siendo más dañino si sucede cuando la panoja emerge. Se han asociado ciertas pigmentaciones de la cariósida a la presencia de

especies o géneros fúngicos concretos. De este modo Los estudios muestran que la enfermedad es causada por hongos tales como *Alternaria alternata*, *Rhizoctonia solani*, *Pyricularia oryzae* ya que se encontraron muchos en las semillas afectadas y algunos replicaron el problema en experimentos. Además, también bacterias como *Pseudomonas* y *Erwinia* pueden provocar esta enfermedad (Batalla, 2014).

2.2.8 Manejo del manchado del grano en arroz

2.2.8.1. Fungicidas

2.2.8.1.1. Tebuconazole.

Es un fungicida sistémico, actúa inhibiendo uno de los componentes claves de la membrana celular del hongo. Es un fungicida del grupo de los triazoles. Su método de acción es preventiva, curativa y erradicante. Su actividad se basa en la interposición de la biosíntesis del ergosterol, que un componente fundamental de la membrana celular de los hongos (DeMonte, 2025).

El "tebuconazol" se utiliza para tratar semillas y para rociar plantas que ya están en estado vegetativo. Protege los cultivos de cereales de todo tipo de roya. El efecto dura tres semanas. En las semillas inhibe los patógenos que causan la pudrición de las raíces, los hongos hollín y el moho. La sustancia detiene la síntesis de ergosterol en las células patógenas, lo que provoca su muerte. Penetra fácilmente en las plantas y luego se extiende por toda la planta en dosis iguales. Tiene un efecto específico sobre los patógenos de la roya que parasitan los cereales. Tiene un efecto más débil sobre los patógenos del mildiú polvoriento (MyGarden, 2024).

2.2.8.1.2. Propiconazol.

Se trata de un fungicida de amplio espectro, destinado a prevenir y regular la mancha de grano provocada por *Helminthosporium* sp y otros hongos en la plantación de arroz. Las partes que participan en el proceso de asimilación absorben rápidamente la sustancia activa y su translocación es de manera acrópeta. Este movimiento sistémico garantiza la distribución en la planta y, adicionalmente, minimiza el peligro de que la sustancia activa sea lavada por el agua pluvial o de irrigación (RAINWOB, 2025).

2.2.9 Fungicidas químicos: modos de acción y formas de clasificarlo

Los fungicidas químicos con base en la naturaleza química de uno o más ingredientes activos, son fundamentales para las estrategias de protección fitosanitaria de cultivos, incluido el arroz, en particular aquellas situaciones en donde las condiciones ambientales son propicias para que la enfermedad se manifieste.

Su actividad biológica se manifiesta a partir de su capacidad para inhibir o eliminar los hongos fitopatógenos que provocan un daño que se manifiesta a nivel de las hojas, tallos, raíces y granos de arroz (Yumbo Grefa, 2022). Su efectividad depende de ciertos factores como la naturaleza del capítulo activo, el modo de acción, el momento de aplicación, entre otros, así como la consideración de las estrategias de rotación y mezcla para prevenir la aparición de resistencia.

Se pueden clasificar de diferentes maneras los fungicidas cuando se estudian los mecanismos de acción en la aplicación a los cultivos. Una de las formas de clasificación más usadas consiste en clasificar los fungicidas de acuerdo a su modo de acción siguiendo la siguiente lógica: los fungicidas protectores o preventivos se caracterizan por generar una barrera en la superficie de las plantas para evitar la penetración del hongo, los curativos actúan inhibiendo el desarrollo en las fases iniciales de la infección y, finalmente, los que impiden la expresión del patógeno cuando este ya está en unas estructuras de los tejidos internos.

Otra diferenciación importante de los fungicidas se basa en su movimiento dentro de la planta. Los fungicidas de contacto se quedan en la parte externa de las hojas y de las otras estructuras vegetales, presentando la necesidad de conseguir una buena cobertura para poder tener efecto, envase suficiente de producto por unidad de superficie. Los fungicidas sistémicos se incorporan en los tejidos y se distribuyen mediante el xilema o floema, permitiendo por tanto la protección de los nuevos brotes y en algunos casos la curación de infecciones recientes.

Si se utiliza de manera prolongada o de manera exclusiva un mismo grupo químico se puede producir la aparición de resistencias en las poblaciones de hongos, reduciendo la eficacia del tratamiento. Para evitar tal problema se recomienda utilizar productos con mecanismos de acción diferentes, alternar los

grupos químicos y complementar el manejo químico con otras prácticas del Manejo Integrado de Enfermedades (MIE) (Barroso y Arana, 2025). Importantes clases de fungicidas son los triazoles, estrobilurinas, carboxamidas, ditiocarbamatos y algunos compuestos cúpricos (Yumbo Grefa, 2022).

2.2.10 Evaluación de la eficacia de varios fungicidas en ensayos de campo

La evaluación de fungicidas mediante ensayos de campo es un método que permite comprobar su efectividad real bajo condiciones agroclimáticas verdaderas. Analizando el control de patógenos o la identidad de los mismos, así como la clasificación y características morfológicas obtenidas en ensayos de laboratorio (in vitro), se puede deducir algún tipo de información, pero la evaluación en los ensayos de campo proporciona la evaluación de la interacción entre la planta, el hongo, el producto químico y el medio ambiente. De esta manera, al realizar ensayos de campo, no sólo se determina la acción curativa o preventiva que se espera que haga un fungicida, sino que además se puede observar su persistencia, fitotoxicidad y su efecto en la productividad del cultivo del arroz (Rodríguez, 2025).

La aplicación de los fungicidas se realiza durante la evaluación experimental, ajustándose estrictamente a lo indicado por el fabricante en cuanto a la dosis, frecuencia y estado fenológico del cultivo. A continuación, se hace un seguimiento periódico, en el que se, registra la incidencia y severidad de la enfermedad, aplicando escalas, escalas visuales promovidas, de acuerdo con el procedimiento validado, por ejemplo, en el caso de la piriculariosis usando la escala IRRI. Así mismo, se recoge información de las variables agronómicas de interés, como la altura de planta, el número de macollos, el peso de 1000 granos y el rendimiento por hectárea para poder correlacionar la sanidad vegetal y la productividad (Rodríguez, 2025).

2.3 Marco legal

2.3.1 Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria

Artículo 1.- Objeto. - La presente Ley regula la sanidad agropecuaria, mediante la aplicación de medidas para prevenir el ingreso, diseminación y establecimiento de plagas y enfermedades; promover el bienestar animal, el control y erradicación de plagas y enfermedades que afectan a los vegetales y animales y que podrían representar riesgo fito y zoonosanitario.

Regula también el desarrollo de actividades, servicios y la aplicación de medidas fito y zoonosanitarias, con base a los principios técnico-científicos para la protección y mejoramiento de la sanidad animal y vegetal, así como para el incremento de la producción, la productividad y garantía de los derechos a la salud y a la vida; y el aseguramiento de la calidad de los productos agropecuarios, dentro de los objetivos previstos en la planificación, los instrumentos internacionales en materia de sanidad agropecuaria, que forman parte del ordenamiento jurídico nacional.

TITULO I: De La Institucionalidad

CAPITULO II: De La Regulación Y Control

Art. 12.- De la regulación y control. - Créase la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, entidad técnica de derecho público, con personería jurídica, autonomía administrativa y financiera, desconcentrada, con sede en la ciudad de Quito y competencia nacional, adscrita a la Autoridad Agraria Nacional, adscrita a la Autoridad Agraria Nacional. A esta Agencia le corresponde la regulación y control de la sanidad y bienestar animal, sanidad vegetal y la inocuidad de los alimentos en la producción primaria, con la finalidad de mantener y mejorar el estatus fito y zoonosanitario de la producción agropecuaria. La estructura y organización de la Agencia en referencia se regulará por reglamento a esta Ley.

En la presente Ley la referencia al término "Agencia de Regulación y Control" o simplemente "la Agencia" se refiere a la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario.

TITULO II: Del régimen de sanidad vegetal

CAPITULO I: De la protección fitosanitaria

Art. 21.- Del control fitosanitario. - El control fitosanitario en los términos de esta Ley, es responsabilidad de la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoonosanitario, tiene por finalidad prevenir y controlar el ingreso, establecimiento y la diseminación de plagas que afecten a los vegetales, productos vegetales y artículos reglamentados que representen riesgo fitosanitario. El control fitosanitario y sus medidas son de aplicación inmediata y obligatoria para las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, dedicadas a la producción, comercialización, importación y exportación de tales plantas y productos.

Art. 22.- De las medidas fitosanitarias. - Para mantener y mejorar el estatus fitosanitario, la Agencia de Regulación y Control, implementará en el territorio nacional y en las zonas especiales de desarrollo económico, las siguientes medidas fitosanitarias de cumplimiento obligatorio:

- a) Requisitos fitosanitarios.
- b) Campañas de sanidad vegetal, de carácter preventivo, de control y erradicación.
- c) Diagnóstico, vigilancia y notificación fitosanitaria de plantas y productos vegetales.
- d) Tratamientos de saneamiento y desinfección de plantas y productos vegetales, instalaciones, equipos, maquinarias y vehículos de transporte que representen un riesgo fitosanitario.
- e) Cuarentena cuando se detecte una o varias plagas que represente un

riesgo fitosanitario.

f) Áreas libres de plagas y de escasa prevalencia de plagas.

g) Procedimientos fitosanitarios para la importación y exportación de plantas, productos vegetales y artículos reglamentados.

h) Las demás que establezca la Agencia.

Cuando la información científica sobre una nueva plaga o enfermedad sea insuficiente, la Agencia, definirá las medidas provisionales, de emergencia o previsión para aplicarse en caso de una situación fitosanitaria nueva o imprevista. (Asamblea Nacional del Ecuador, 2017, pp.4,5,6,7)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Enfoque de la investigación

El enfoque de esta investigación fue mixto, cuantitativo debido a que se centró en la recolección y análisis de datos numéricos que permitió identificar la eficacia del uso de fungicidas en el manejo del complejo manchado del grano en arroz y cualitativa porque analizó las sintomatologías asociadas a esta enfermedad en el cantón Palestina.

3.1.1 Tipo y alcance de la investigación

El tipo de investigación fue experimental y su alcance fue descriptivo, este estudio se enmarcó en esta categoría por la evaluación de diferentes fungicidas usados en el manejo del manchado del grano en arroz.

3.1.2 Diseño de investigación

Este proyecto de investigación fue de tipo experimental y se lo categorizó de esta manera porque el investigador manipuló una o más variables independientes para observar el efecto que tienen sobre una o más variables dependientes.

3.2 Metodología

3.2.1 Variables

3.2.1.1. Variable independiente

Arroz SFL 11

Fungicida

Microrganismo

3.2.1.2. Variable dependiente

3.2.1.2.1. Incidencia.

La incidencia se evaluó con la proporción de plantas afectadas por patógenos o plaga en relación con el total de plantas observadas. Este dato se expresó en porcentaje y permitió estimar el nivel de afectación en cada tratamiento.

3.2.1.2.2. Severidad.

La severidad se determinó mediante una escala visual que permite determinar el grado de daño en las partes afectadas de la planta, tales como en hojas, tallos o panículas. Se realizó evaluaciones periódicas para documentar el

avance de la severidad a lo largo del tiempo. Esta variable fue clave para estimar el impacto del agente causal sobre el rendimiento.

3.2.1.2.3. Longitud de panícula.

Se midió la longitud de la panícula en centímetros con una regla o cinta desde la base hasta el ápice. Dicha medición se realizó en una muestra aleatoria de plantas por parcela. La longitud de panícula es considerada uno de los indicadores indirectos del potencial de producción de granos.

3.2.1.2.4. Número de granos llenos.

Se contó los granos que estén en su totalidad formados y desarrollados en las panículas seleccionadas para el muestreo. Este conteo permitió estimar el grado de fertilización y llenado de grano bajo los diferentes tratamientos. Se tomó un promedio por parcela para el análisis estadístico.

3.2.1.2.5. Número de granos vanos.

Se registró el número de granos vanos y los que no logró su llenado por panícula para determinar posibles deficiencias durante la floración o el llenado de grano. Esta variable ayudó a identificar factores de estrés o la efectividad del manejo agronómico. Fue comparada con el número de granos llenos para calcular el índice de fertilidad.

3.2.1.2.6. Número de granos manchados.

Se llevó a cabo un conteo de granos que presenten manchas visibles, asociadas con las enfermedades patógeno o el mal manejo agronómico. Este parámetro se utilizó como criterio para evaluar la calidad del grano. Las observaciones se realizó al momento de la cosecha o postcosecha.

3.2.1.2.7. Eficacia.

Los tratamientos se evaluó mediante la comparación de los resultados obtenidos con respecto al tratamiento testigo (control). Se calculó un índice de eficacia que refleje la reducción de la incidencia/severidad de enfermedades o el aumento en la productividad

3.2.1.2.8. Rendimiento de grano.

El rendimiento se comprobó pesando el grano cosechado por unidad de superficie kg/ha o t/ha, luego de ser eliminadas las impurezas y de ser ajustada la

humedad. Esta variable indicó el principal indicador de éxito agronómico del ensayo. Las diferencias entre tratamientos serán sometidas a análisis estadístico.

3.2.1.2.9. Relación beneficio/costo (B/C).

Se calculó la relación entre los ingresos obtenidos por la venta del grano y los costos involucrados en cada tratamiento. Este análisis económico se tomó como criterio para la recomendación de manejo al productor.

3.2.2 Matriz de operacionalización de variables

Tabla 1.
Operacionalización de las variables independientes

Variables	Tipo	Nivel de medida	Descripción
Incidencia	Cuantitativa	Continua	Dos evaluaciones, antes de aplicar fungicida y después de aplicar fungicida
Severidad	Cualitativa	Ordinal	Escala de severidad
Longitud de panícula	Cuantitativa	Continua	Medición de longitud en cm
Número de granos llenos	Cuantitativa	Continua	Conteo de granos llenos.
Número de granos vanos	Cuantitativa	Continua	Conteo de granos vanos
Número de granos manchados	Cuantitativa	Continua	Conteo de granos manchados

Elaborado por: El autor, 2026

3.2.2 Tratamientos

Esta investigación se realizó mediante un diseño de bloques completos al azar. La combinación de estos factores da un total de 18 tratamientos.

Tabla 2.
Tratamientos de la investigación

Tratamiento	Combinación	
T1	a1; b1; c1.	SFL 11 + Bacillus sp + Trasplante
T2	a1; b2; c1.	SFL 11 + Trihoderma sp + trasplante
T3	a1; b2; c2.	SFL 11 + Difeconazole/Propiconazole + trasplante

Elaborado por: El autor, 2026

3.2.3 Diseño experimental

El diseño estadístico para utilizar es un diseño de bloques completos al azar, a continuación, se detallan los factores y los tratamientos.

Tabla 3.
Características del ensayo

Descripción	Cantidad
Número de tratamientos	4
Número de repeticiones	4
Número de unidades experimentales	16
Ancho de Parcela	5 m
Longitud de las parcelas	5 m
Hileras por parcela (trasplante)	20
Columna por parcelas (trasplante)	20
Distancia entre hileras (trasplante)	0.26
Distancia entre Repeticiones	Repeticiones separadas
Área total de la parcela	20(m ²)
Área total útil del ensayo	400 (m ²)
Área total de experimento	475
Métodos de siembra	Trasplante

Elaborado por: El autor, 2026

Tabla 4.
Esquema de los grados de libertad del ANDEVA

Fuente de variación	Fórmula	GL
Tratamientos	t-1	3
Repeticiones	r-1	3
Error experimental	(t-1)(r-1)	9
Total	(t*r) -1	15

Elaborado por: El autor, 2026

Tabla 5.
Tabla de Dosificación

Tratamiento	Descripción	Dosis ha	Dosis parcela frecuente
1	Bacillus sp	1lt	2.5cc
2	Trichoderma sp	1lt	2.5cc
3	Difeconazole/Propiconazole	250 cc	0.65cc
4	Testigo		

Elaborado por: El autor, 2026

3.2.4 Recolección de datos

3.2.4.1. Recursos

Recursos bibliográficos que se utilizó en esta investigación se componen de revistas, artículos científicos, boletines, tesis, libros y documentos web.

3.2.4.2. Métodos y técnicas

3.2.4.2.1. Método de investigación.

- **Método deductivo**

El método deductivo fue un proceso lógico que parte de lo general para llegar a lo particular, se empleó en esta investigación y permitió conocer el comportamiento del cultivo de arroz frente a la aplicación de fungicidas.

- **Método inductivo**

El método inductivo tuvo como objetivo es identificar patrones o tendencias en los datos para formular una hipótesis. En esta investigación contribuirá a identificar y recomendar el mejor tratamiento químico para el manejo del complejo manchado del grano en arroz.

- **Método analítico**

Mediante este método se analizó los resultados en las diferentes variables evaluadas y permitió presentar los resultados, discusiones y conclusiones de esta investigación.

3.2.4.2.2. Técnicas de investigación.

- **Preparación de suelo**

Se realizó mediante mecanización con el pase de fanguero y nivelación a fin de facilitar las labores de siembra por trasplante de la gramínea, Haciendo uso eficiente de las maquinarias se preparó área de semilleros.

- **Siembra**

Se utilizó el material de siembra SFL 11, el mismo se sembró a través de trasplante, se realizó semilleros y se procedió con la siembra indirecta a los 21 días.

- **Manejo del cultivo**

Se realizó tres fertilizaciones edáficas mediante la aplicación de fertilizantes que provean los macronutrientes N, P, K, Mg, Ca, S, y aplicación de fertilizantes foliares que contengan microelementos.

Se llevo a cabo la aplicación de lámina de riego de forma semanal a fin de dotar del requerimiento hídrico y realizar manejo de arvenses.

Para los insectos plagas se efectuó un monitoreo y aplicación de insecticidas de origen químico.

- **Muestreo**

Para determinar la incidencia y severidad de la enfermedad se evaluó e identificó el número de panículas con presencia de granos manchados y la severidad se determinó mediante la evaluación visual de la afectación en los granos.

3.2.5 Análisis estadístico

El análisis estadístico que se utilizó fue de tipo descriptivo, se realizó mediante el software Infostat. Se llevó a cabo mediante un análisis de varianza para identificar diferencias significativas entre tratamientos, se comparó las medias a través de la prueba de tukey al 5%.

Ha= Al menos uno de los tratamientos presenta control sobre el hongo causante del manchado de grano en cultivos de arroz

Ho= ninguno de los tratamientos presenta control sobre el hongo causante del manchado de grano en cultivos de arroz .

4. RESULTADOS

4.1 Determinación de la eficacia de los fungicidas seleccionados en la incidencia de enfermedades fúngicas en los tratamientos de estudio

De acuerdo a los análisis realizados mediante toma de muestras en campo para niveles de afectación en tejidos vegetales se tomó diez muestras al azar dentro del área útil de cada parcela experimental cuya finalidad es establecer el nivel de incidencia y severidad del daño causado por hongos fitopatógenos en el cultivo de arroz.

4.1.1 Incidencia del hongo causante del manchado de grano en arroz

Para la medición de esta variable se evaluó la presencia del complejo fúngico causante del manchado de grano en arroz donde se evidencia los siguientes resultados los mismos que se muestran en la tabla 6

Tabla 6.
Incidencia del hongo

Tratamiento	Medias	Significancia
T1 (Tebuconazol + propiconazole)	28%	a
T2 (<i>Trichoderma spp</i>)	34%	a b
T3 (<i>Bacillus spp</i>)	40%	a b
T4 (Testigo Absoluto)	56%	b

Elaborado por: El autor, 2026

La tabla 6 muestra los resultados obtenidos para la variable incidencia la cual evidenció diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T1, correspondiente a la aplicación de Tebuconazol + Propiconazol, presentó el menor porcentaje de incidencia con 28%, diferenciándose estadísticamente del testigo absoluto (T4), el cual registró la mayor incidencia de la enfermedad con 56%.

El comportamiento observado demuestra la efectividad del fungicida químico sistémico en la reducción del avance del complejo fúngico asociado al manchado del grano. Por otro lado, los tratamientos biológicos basados en *Trichoderma spp.* y *Bacillus spp.* mostraron niveles intermedios de incidencia con valores de 34% y 40%, respectivamente, se evidenció un control parcial de la enfermedad.

4.1.2 Severidad del daño causado por manchado del grano en arroz

Los resultados obtenidos mediante la medición de la presente variable muestran una tendencia media de afectación con lesiones mínimas poco visibles de forma aislada dentro de la plantación siendo los signos visibles presentes en las hojas del cultivo.

Tabla 7.

Severidad del daño causado por manchado del grano en arroz

Tratamiento	Medias	Significancia
T1 (tebuconazol + propiconazol)	1.72	a
T2 (<i>Trichoderma spp</i>)	1.94	a b
T3 (<i>Bacillus spp</i>)	2.00	a b
T4 (Testigo Absoluto)	2.14	b

Elaborado por: El autor, 2026

La evaluación de severidad mostró diferencias significativas entre los tratamientos. El menor nivel de severidad fue registrado en el tratamiento T1 (Tebuconazol + Propiconazol), con una media de 1.72, lo que indica un bajo grado de afectación en los tejidos vegetales y presencia reducida de síntomas visibles.

En contraste, el tratamiento testigo absoluto presentó el mayor nivel de severidad con una media de 2.14, se reflejó una mayor colonización del tejido vegetal por parte de los agentes fitopatógenos.

Los tratamientos biológicos T2 (*Trichoderma spp.*) y T3 (*Bacillus spp.*) registraron valores intermedios de 1.94 y 2.00 respectivamente, se mostró capacidad de mitigación del daño, aunque en menor magnitud respecto al tratamiento químico.

4.2 Comparación del rendimiento del arroz bajo los diferentes tratamientos de fungicidas químicos y biológicos.

4.2.1 Número de granos llenos

El análisis estadístico para la variable número de granos llenos por espiga no mostró diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, se observó una tendencia favorable hacia el tratamiento químico T1 (Tebuconazol + Propiconazol), el cual alcanzó el mayor promedio con 199.99 granos llenos por espiga.

El tratamiento T2 basado en *Trichoderma spp.* obtuvo un promedio de 186.61 granos llenos, mientras que T3 (*Bacillus spp.*) registró 180.49 granos. El menor promedio correspondió al testigo absoluto con 162.13 granos llenos por espiga como se muestra en la tabla 8.

Estos resultados sugieren que el manejo fitosanitario contribuyó positivamente al llenado de grano.

Tabla 8.
Granos llenos por espiga

Tratamiento	Medias	Significancia
Tebuconazol + Propiconazole	120	a
Trichoderma	187	a
Bacillus	180	a
Testigo Absoluto	162	a

Elaborado por: El autor, 2026

4.2.2 Número de granos manchados.

Para la variable número de granos manchados no se detectó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. No obstante, se observó que el tratamiento T1 presentó el mayor número de granos manchados con 40.10 unidades, situación atribuida al mayor número total de granos producidos por espiga.

Por otra parte, el testigo absoluto registró el menor número de granos manchados (32.45), aunque este resultado estuvo asociado a una menor producción general de granos por planta.

Tabla 9.
Número de granos manchados

Tratamiento	Medias	Significancia
T1 (Tebuconazol + propiconazole)	40.10	a
T2 (<i>Trichoderma spp.</i>)	37.33	a
T3 (<i>Bacillus spp.</i>)	36.10	a
T4 (Testigo absoluto)	32.45	a

Elaborado por: El autor, 2026

La tabla 9 muestra que el comportamiento observado indica que la presencia de granos manchados estuvo relacionada con el potencial productivo de cada tratamiento y no únicamente con la incidencia de la enfermedad.

4.2.3 Número de granos llenos

Para esta variable los resultados del análisis de varianza evidenciaron diferencias significativas entre tratamientos para esta variable. El tratamiento T1 (Tebuconazol + Propiconazole) presentó el mayor promedio con 172.48 granos llenos, diferenciándose estadísticamente del testigo absoluto, que registró 139.83 granos.

Los tratamientos biológicos T2 y T3 alcanzó valores intermedios de 160.93 y 155.65 granos llenos respectivamente.

Tabla 10.
Número de granos llenos

Tratamiento	Medias	Significancia
Tebuconazol + Propiconazole	172	a
<i>Trichoderma</i>	160	a b
<i>Bacillus</i>	155	b
Testigo Absoluto	139	c

Elaborado por: El autor, 2026

El incremento en el número de granos llenos en los tratamientos con aplicación de fungicidas evidencia una mejor protección sanitaria del cultivo durante las etapas de floración y llenado, favorecen el desarrollo fisiológico de las panículas.

4.2.4 Eficacia

Para la medición de la eficacia se utilizó la fórmula de Aboott con la finalidad de medir el alcance de la enfermedad de cada tratamiento con relación al testigo

Tabla 11.
Eficacia de los tratamientos evaluados

Tratamiento	Medias (%)
Tebuconazol + Propiconazole	51.8
<i>Trichoderma</i>	41.1
<i>Bacillus</i>	30.4
Testigo Absoluto	0.0
Coeficiente de variación	7.61

Elaborado por: El autor, 2026

El tratamiento T1 (Tebuconazol + Propiconazole) presentó la mayor eficacia de control con 51.8%, demostrando superioridad en el manejo del

complejo del manchado del grano. El tratamiento T2 (*Trichoderma spp.*) alcanzó una eficacia de 41.1%, mientras que T3 (*Bacillus spp.*) registró 30.4%.

Los resultados indican que los tratamientos biológicos ejercieron un efecto moderado sobre la enfermedad; sin embargo, factores edáficos como salinidad y acidez del suelo posiblemente limitaron el establecimiento y actividad de los microorganismos benéficos en campo.

En contraste, el fungicida químico mostró una acción más rápida y eficiente bajo las condiciones ambientales presentes en el cantón Palestina.

4.2.5 Número de macollos por planta

Para esta variable se realizó una evaluación a los 75 días después de la siembra en donde, luego de realizar un análisis de varianza y un comparador de medias mediante el test de Tuckey, el análisis mostró diferencias significativas entre tratamientos para la variable número de macollos por planta, obteniéndose un coeficiente de variación de 7.61% y un valor de p menor a 0.05.

El tratamiento T1 presentó el mayor promedio con 78.38 macollos por planta, superando significativamente al testigo absoluto, el cual registró 54.18 macollos.

Los tratamientos T2 y T3 alcanzó valores similares de 60.78 macollos por planta, evidenció una respuesta intermedia.

Tabla 12.
Número de macollos por planta

Tratamientos	Medias
T1 (Tebuconazole + Propiconazole)	78.38 a
T2 (<i>Trichoderma</i>)	60.78 b
T3 (<i>Bacillus</i>)	60.78 b
Testigo	54.18 b

Elaborado por: El autor, 2026

En la tabla 12 se muestran los resultados que indican que un adecuado manejo fitosanitario favorece el desarrollo vegetativo del cultivo, incrementando la capacidad de macollamiento y, por ende, el potencial productivo del arroz.

4.2.6 Número de espigas por planta

Para la variable número de espigas por planta fue posible evidenciar que luego de haber realizado un análisis de varianza se obtuvo un coeficiente de

variación de 7.89 mostrándose que existe diferencia significativa entre los tratamientos evaluados

Tabla 13.
Número de espigas por planta

Tratamientos	Medias
T1 (Tebuconazole + Propiconazole)	71.25 a
T2 (<i>Trichoderma</i>)	55.25 b
T3 (<i>Bacillus</i>)	55.25 b
Testigo	49.25 b

Elaborado por: El autor, 2026

En la tabla 9 se muestra que existe significancia entre los tratamientos evaluados en donde el T1 presenta mayor número de espigas por planta con promedios de 71.25 espigas por planta, en tanto que los valores más bajos presento el testigo con promedios 49.25 espigas respectivamente lo cual indica que los tratamientos presentan influencia sobre la variable.

4.2.7 Número de granos por espiga

Los resultados del análisis de varianza determinan diferencias significativas entre tratamientos para esta variable, obteniéndose un coeficiente de variación de 4.85%.

El tratamiento T1 alcanzó el mayor promedio con 202.75 granos por espiga, seguido por T2 y T3 con 198.25 y 191.275 granos respectivamente. El menor promedio fue registrado por el testigo absoluto con 172.25 granos.

Los resultados reflejan que la reducción de la incidencia y severidad de la enfermedad favoreció la formación y llenado de granos por espiga.

Tabla 14.
Número de granos por espiga

Tratamientos	Medias
T1 (Tebuconazole + Propiconazole)	202.75 a
T2 (<i>Trichoderma</i>)	198.25 a
T3 (<i>Bacillus</i>)	191.75 a
Testigo	172.25 b

Elaborado por: El autor, 2026

4.2.8 Peso de 1000 semillas

Esta variable presentó diferencias significativas entre tratamientos. El mayor promedio correspondió al tratamiento T1 con 35.75 g, superan estadísticamente al resto de tratamientos.

Los tratamientos T2 y T3 registran promedios de 33.25 g y 32.25 g respectivamente, mientras que el testigo absoluto presentó el menor peso.

El incremento en el peso de los granos indica una mejor calidad física y mayor acumulación de reservas, asociadas al control eficiente de la enfermedad durante la etapa de llenado.

Tabla 15.
Peso de 1000 granos

Tratamientos	Medias
T1 (Tebuconazole + Propiconazole)	35.75 a
T2 (Trichoderma)	33.25 b
T3 (Bacillus)	32.25 b
Testigo	32.25 b

Elaborado por: El autor, 2026

4.2.9 Rendimiento por hectárea

El análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre tratamientos para el rendimiento de grano.

Tabla 16.
Rendimiento

Tratamientos	Kilogramos por hectárea	Toneladas por hectárea
T1 (Tebuconazole + Propiconazole)	12911.10 a	12.91 a
T2 (Trichoderma)	9104.94 b	9.10 b
T3 (Bacillus)	8541.56 b	8.54 b
Testigo	6839.67 b	6.84 b

Elaborado por: El autor, 2026

Como muestra la tabla 16 el tratamiento T1 (Tebuconazol + Propiconazol) presentó el mayor rendimiento con 12.91 t/ha, superó significativamente al resto de tratamientos. Los tratamientos T2 y T3 registraron

rendimientos de 9.10 y 8.54 t/ha respectivamente, mientras que el testigo absoluto alcanzó únicamente 6.84 t/ha.

Los resultados demuestran que el control efectivo del manchado del grano permitió mejorar los componentes de rendimiento del cultivo, incrementando la productividad final.

4.3 Evaluación de la relación costo beneficio de aplicar fungicidas en los tratamientos a evaluar.

El análisis económico determinó que el tratamiento T1 (Tebuconazol + Propiconazol) presentó la mayor rentabilidad económica con una relación beneficio/costo de 1.64. Esto significa que por cada dólar invertido el productor obtiene una ganancia neta de USD 0.64.

Los tratamientos biológicos mostraron relaciones beneficio/costo positivas, aunque inferiores al tratamiento químico, obteniendo valores de 1.13 para *Trichoderma spp.* y 1.05 para *Bacillus spp.*

El testigo absoluto presentó una relación beneficio/costo de 0,88, reflejando pérdidas económicas debido a la alta incidencia de la enfermedad y la reducción del rendimiento del cultivo.

Tabla 17.
Relación costo benéfico de los tratamientos

Ingresos		T1	T2	T3	T4
	Productividad	12911.1	9104.94	8541.56	6839.67
	Precio de venta (kg)	0.2	0.2	0.2	0.2
	Ingresos por venta	2582.22	1820.99	1708.31	1367.93
Egresos					
Cantidad					
	Alquiler del terreno	300	300	300	300
1	Semillas SFL 11	65	65	65	65
	Costo de trasplanté	220	220	220	220
	Maquinaria	120	120	120	120
Fertilización					

4	urea pilada 50k	112	112	112	112
1	DAP	48	48	48	48
2	sulfato de amonio	66	66	66	66
2	Muriato de potasio	60	60	60	60
Fungicidas					
	Tebuconzale + Propiconazole	15			
	Trichoderma spp		45		
	Basillus spp			60	
Costos directos					
15	Trabajadores	150	150	150	150
	Transporte	300	300	300	300
	Insecticida	60	60	60	60
	Herbicida	50	50	50	50
	Bioestimulantes	10	10	10	10
Total de costos		1576	1606	1621	1561
Beneficio bruto		1006.2	215.0	87.3	193.1
Relación beneficio costo		1.64	1.13	1.05	0.88

Elaborado por: El autor, 2026

De acuerdo con los datos de la tabla 17 es posible indicar que el tratamiento a base de Tebuconazole + propiconazol genera un mayor indicador con una relación de 1.64 es decir que por cada dólar invertido se genera una utilidad de 64 centavos respectivamente, mientras que el tratamiento mas bajo para este indicador lo tiene el testigo con un déficit financiero de 12 centavos de dólar por cada dólar invertido.

Los resultados evidencian que, aunque la aplicación de fungicidas incrementa los costos de producción, el aumento en rendimiento y calidad del grano compensa ampliamente la inversión realizada.

En consecuencia, el tratamiento químico basado en Tebuconazol + Propiconazol constituye la alternativa más rentable y eficiente para el manejo del complejo del manchado del grano en arroz bajo las condiciones agroecológicas del cantón Palestina.

La comprobación de la hipótesis se realizó mediante el análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad, con el propósito de determinar el efecto de los fungicidas sobre el manejo del manchado del grano del arroz bajo condiciones de campo en el cantón Palestina.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados para variables agronómicas y productivas. El tratamiento T1 (Tebuconazol + Propiconazol) presentó los mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas, alcanzando una eficacia de control de 51.8% y un rendimiento de 12.91 t/ha¹, superior al resto de tratamientos y al testigo absoluto.

En consecuencia, se acepta la hipótesis alternativa (H_1), la cual plantea que la aplicación de fungicidas produce diferencias significativas en el manejo del manchado del grano del arroz y mejora las variables agronómicas y productivas del cultivo bajo las condiciones agroecológicas del cantón Palestina.

5. DISCUSION

La menor incidencia de la enfermedad registrada en el tratamiento químico (28%) coincide con lo señalado por DelMonte (2025), quien menciona que el tebuconazol actúa inhibiendo la biosíntesis del ergosterol en la membrana celular de los hongos fitopatógenos, esto provoca la interrupción del crecimiento del micelio y reducen el avance de las infecciones. De igual manera, RAINWOB (2025) sostiene que el propiconazol posee acción sistémica y preventiva sobre enfermedades causadas por hongos asociados al manchado del grano, favoreciendo una protección prolongada del tejido vegetal.

Los resultados también concuerdan con lo expuesto por Sandoval et al. (2022), quienes identifican a géneros como *Fusarium*, *Curvularia* y *Bipolaris* como los principales agentes involucrados en el complejo del manchado del grano del arroz, causando deterioro de la calidad física y fisiológica de la semilla. En el presente estudio, el testigo absoluto presenta una incidencia de 56%, esto demuestra que la ausencia de manejo fitosanitario favorece el desarrollo de estos patógenos bajo condiciones de alta humedad y temperatura propias de la zona de Palestina.

En relación con la severidad de la enfermedad, el tratamiento T1 muestra el menor valor promedio (1.72), se diferencia estadísticamente del testigo absoluto. Estos resultados son similares a los reportados por Syngenta (2021), quienes afirman que los fungicidas triazoles presentan una elevada capacidad para disminuir la severidad de enfermedades fúngicas en arroz, especialmente durante las etapas de embuchamiento y floración, fases críticas para la infección de las panículas y el llenado del grano.

Respecto al uso de agentes biológicos, los tratamientos basados en *Trichoderma spp.* y *Bacillus spp.* presentan un comportamiento intermedio en el control de la enfermedad. Estos resultados guardan relación con la investigación realizada por Rivas Fajardo (2024), quien determina que los antifúngicos biológicos poseen capacidad para disminuir la presencia de patógenos asociados al manchado del grano; sin embargo, su eficacia depende considerablemente de las condiciones ambientales y edáficas donde se desarrollen.

De igual manera, Méndez (2022) menciona que el establecimiento de cepas de *Trichoderma spp.* puede verse afectado por factores como salinidad,

acidez del suelo y disponibilidad de materia orgánica, esto limita su actividad antagonista sobre los hongos fitopatógenos. Esta situación podría explicar los resultados obtenidos en el presente ensayo, donde los tratamientos biológicos alcanzaron eficacias de 41.1% y 30.4%, inferiores al tratamiento químico.

Asimismo, Del Monte AG (2022) señala que el manchado del grano ocasiona pérdidas significativas en rendimiento y calidad molinera, debido a la formación de granos quebradizos y yesosos. En el presente estudio, el testigo absoluto registró el menor rendimiento con 6.84 t/ha, esto evidencia el efecto negativo que genera la enfermedad sobre la productividad del cultivo.

Desde el punto de vista económico, el análisis beneficio/costo demuestra que el tratamiento químico basado en Tebuconazol + Propiconazol fue el más rentable, con una relación B/C de 1.64. Estos resultados permiten corroborar lo mencionado por Pérez Iglesias y Rodríguez Delgado (2019), quienes indican que el manejo integrado de enfermedades en arroz constituye una herramienta indispensable para garantizar la sostenibilidad económica del sistema productivo y reducir las pérdidas ocasionadas por agentes fitopatógenos.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Los resultados obtenidos demuestran que el tratamiento fungicida a base de Tebuconazol + Propiconazol fue la alternativa más eficiente para el manejo del manchado del grano del arroz, al registrar la menor incidencia (28 %) y severidad (1,72) de la enfermedad. Su eficacia permitió reducir significativamente el desarrollo de los patógenos asociados al complejo fúngico, constituyéndose en una estrategia efectiva para el control de la enfermedad bajo las condiciones agroecológicas del cantón Palestina.

Los tratamientos biológicos basados en *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp. mostraron una reducción de la incidencia y severidad respecto al testigo absoluto; sin embargo, su desempeño fue inferior al tratamiento químico. Este comportamiento sugiere que la eficacia de estos microorganismos en condiciones de campo está influenciada por factores edafoclimáticos que afectan su establecimiento, supervivencia y actividad antagonista frente a los fitopatógenos.

En las variables agronómicas evaluadas, el tratamiento con Tebuconazol + Propiconazol presentó los mejores resultados en número de macollos, espigas por planta, granos por espiga, peso de 1000 semillas y rendimiento, alcanzando una productividad de 12,91 t ha⁻¹. Esto evidencia que un manejo fitosanitario eficiente contribuye a preservar el potencial productivo del cultivo y mejorar significativamente su rendimiento.

Por el contrario, el testigo absoluto registró el menor rendimiento (6,84 t ha⁻¹) y los valores más bajos en todas las variables agronómicas analizadas. La ausencia de medidas de control favoreció el establecimiento y desarrollo del complejo fúngico, provocando pérdidas importantes en la productividad y calidad comercial del grano.

Desde el punto de vista económico, el tratamiento con Tebuconazol + Propiconazol presentó la mayor relación beneficio/costo (1,64), lo que confirma que la inversión en un programa de control químico eficiente se traduce en mayores rendimientos y rentabilidad para el productor. En contraste, el testigo absoluto obtuvo una relación beneficio/costo de 0,88, reflejando pérdidas económicas asociadas a la reducción de la productividad.

Los resultados obtenidos evidencian una relación directa entre el control efectivo del manchado del grano y el incremento de los componentes del rendimiento. La reducción de la incidencia y severidad de la enfermedad favorece el desarrollo vegetativo y reproductivo del cultivo, disminuye las pérdidas ocasionadas por los patógenos y mejora la productividad del sistema arrocero.

Asimismo, se determina que el uso de fungicidas debe integrarse dentro de un programa de manejo fitosanitario que incluya monitoreo permanente, utilización de semilla certificada, fertilización balanceada, manejo adecuado del agua y prácticas agronómicas orientadas a reducir la presión de inóculo y la dependencia exclusiva del control químico.

Finalmente, se acepta la hipótesis planteada en la investigación al comprobarse diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento conformado por Tebuconazol + Propiconazol se consolidó como la alternativa de mayor eficiencia técnica, agronómica y económica para el manejo del manchado del grano del arroz en las condiciones del cantón Palestina, constituyéndose en una recomendación técnicamente sustentada para los productores de la zona y de regiones con características similares.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda a los productores arroceros implementar aplicaciones oportunas de Tebuconazol + Propiconazol durante las etapas de embuchamiento y floración, debido a que en estas fases el cultivo presenta mayor susceptibilidad al ataque del complejo del manchado del grano. Esta práctica permitirá reducir la incidencia y severidad de la enfermedad, preservando el potencial productivo y económico del cultivo.

Con el fin de prevenir la aparición de poblaciones resistentes de hongos fitopatógenos, es recomendable establecer programas de rotación de fungicidas con diferentes mecanismos de acción e integrar prácticas de manejo como la eliminación de residuos infectados, la rotación de cultivos y el uso de variedades con mayor tolerancia a la enfermedad.

Se recomienda continuar las investigaciones relacionadas con el uso de *Trichoderma* spp. y *Bacillus* spp., evaluando nuevas cepas, dosis, formulaciones y estrategias de integración con fungicidas compatibles, con el propósito de

incrementar su eficacia y consolidar alternativas sostenibles para el manejo fitosanitario del cultivo.

Es importante implementar programas permanentes de monitoreo fitosanitario que permitan detectar oportunamente los primeros síntomas de la enfermedad y facilitar la toma de decisiones para la aplicación eficiente de medidas de control.

Asimismo, se recomienda fortalecer las prácticas agronómicas mediante el uso de semilla certificada, fertilización basada en análisis de suelo, manejo adecuado de la lámina de riego, control eficiente de malezas y regulación de la densidad de siembra, con el fin de reducir las condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades.

Desde el punto de vista económico, se recomienda considerar la relación beneficio/costo como un criterio fundamental para la selección de estrategias de manejo fitosanitario, priorizando aquellas alternativas que permitan maximizar la productividad y rentabilidad del cultivo.

Finalmente, se sugiere que las instituciones de investigación, universidades y organismos de extensión agrícola fortalezcan los programas de capacitación dirigidos a productores y técnicos sobre manejo integrado del manchado del grano. Además, se recomienda desarrollar investigaciones en diferentes localidades y condiciones ambientales para validar los resultados obtenidos y generar alternativas de manejo más sostenibles y adaptadas a las condiciones productivas del Ecuador.

BIBLIOGRAFÍA

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2017, 3 de julio). *Ley Orgánica de Sanidad Agropecuaria*. Editora Nacional. <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/Ley-Organica-de-Sanidad-Agropecuaria.pdf>
- Axayacatl, O. (2023, 16 de diciembre). *Plagas y enfermedades del arroz*. Blog Agricultura. <https://blogagricultura.com/plagas-enfermedades-arroz/>
- Batalla, A. (2014, 6 de marzo). *Incidencia del manchado de grano en arroz*. Engormix. https://www.engormix.com/agricultura/cultivo-arroz/incidencia-manchado-grano-arroz_a30824/
- De Silva Lobo, V. L. (2021, 13 de enero). *Cómo controlar el tizón de la vaina del arroz*. Revista Cultivar. <https://revistacultivar-es.com/noticias/como-manejar-a-queima-da-bainha-em-arroz>
- [Del Monte AG]. (2022, febrero). *El manchado de grano es una amenaza para la producción de arroz*. <https://delmonteag.com.ec/el-manchado-de-grano-es-una-amenaza-para-la-produccion-de-arroz/>
- [Del Monte AG]. (2022). Calidad del grano de arroz afectada por enfermedades fungosas en zonas tropicales. *Revista Internacional de Ciencias Agrícolas*, 18(2), 55–66.
- [DelMonte]. (2025). *Ficha técnica del producto Logic® (Tebuconazole 250 g/L EC)*. https://delmonteag.com.ec/wp-content/uploads/2021/10/FT.FUN_.23-LOGIC-Tebuconazole-250-gl-EC.docx.pdf
- [DFGRUPO]. (2023). *La importancia mundial del arroz*. <https://www.dfgrupo.com/la-importancia-mundial-del-arroz/>
- [DFGRUPO]. (2023). *Producción y manejo agronómico del cultivo de arroz*. DF Grupo Editorial.
- Dirchwolf, P. (2023, 28 de julio). *Manchado del grano de arroz: aporte de la UNNE sobre una patología que afecta el rendimiento productivo*. UNNE Medios. <https://medios.unne.edu.ar/>

- Kapil, S., & Rabin, T. (2022). Rice blast, a major threat to the rice production and its various management techniques. *Turkish Journal of Agriculture and Food Science and Technology*, 10(2), 147–157. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v10i2.147-157.4548>
- Kongcharoen, N., Kaewsalong, N., & Dethoup, T. (2020). Eficacia de fungicidas en el control del tizón del arroz y enfermedades de la panícula sucia en Tailandia. <https://doi.org/10.1038>
- Kumar, S., Patel, R., & Singh, V. (2023). Integrated fungicide strategies for controlling rice grain discoloration disease. *Crop Protection*, 171, Article 106326. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106326>
- Laval Molkenbuhr, E. (2020, agosto). *Arroz: temporada 2019/20–2020/21* (14 p.). Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Ministerio de Agricultura de Chile, Centro de Información Silvoagropecuaria (CIS). <https://hdl.handle.net/20.500.12650/70425>
- López, J., Ramírez, M., & Torres, P. (2025). Fungicide management strategies for improving grain quality and yield in tropical rice production systems. *Agronomy*, 15(2), Article 415. <https://doi.org/10.3390/agronomy15020415>
- Manoranjan, S., Ajit, T., Sharma, C., Kumar, E. R., Kumar, P. B., Bollined, H., Vinod, K. K., Singh, K. A., & Gopala, K. S. (2022). Fisiopatología de *Rhizoctonia solani* Kühn: Estado y perspectivas del manejo de la enfermedad del tizón de la vaina en arroz. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389>
- Maridueña, J. P., Navarrete, E. C., Arteaga, C. C., Vásquez, G. G., & Paredes, J. L. (2018). Interacción de fungicidas y fertilizantes sobre el complejo manchado de grano en arroz de secano. *Revista Sembrando*, 1(1).
- Martínez, D. M. (2020). *Arroz: plagas y enfermedades*. Sanidad Vegetal. 1, 1–10.
- Méndez, B. (2022). *Evaluación de cepas de Trichoderma spp. sobre enfermedades del complejo manchado de grano en el cultivo de arroz en*

el cantón Salitre [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de Información Agraria. <https://cia.uagraria.edu.ec>

Méndez, R. (2022). Hongos fitopatógenos asociados al manchado del grano en arroz bajo condiciones tropicales. *Revista Científica Agropecuaria*, 13(1), 25–35.

Mendoza Avilés, H. E., Loor Bruno, Á. C., & Vilema Escudero, S. F. (2019). Rice and its importance in rural entrepreneurs of agricultural business as a local development mechanism of Samborondón. *Universidad y Sociedad*, 11(1), 324–330.

[MyGarden]. (2024). *Tebukonazol: Características y aplicaciones*. Decorexpro. <https://mygarden-es.decorexpro.com/fungitsidy/tebukonazol.html>

Pérez Iglesias, H., & Rodríguez Delgado, I. (2019). *Manual integrado de los principales insectos plagas en el cultivo de arroz en el Ecuador*. *IOSR Journal of Engineering*, 9(5), 53–61. https://iosrjen.org/Papers/vol9_issue5/Series-1/H0905015361.pdf

[PLANTIX]. (2025). *Rice sheath blight*. Plantix. <https://plantix.net/es/library/plant-diseases/100080/rice-sheath-blight/>

[RAINBOW Agro]. (2025). *Información de Propiconazol Rainbow 250 EC*. <https://www.rainbowagrolatam.com/co/informacion-de-propiconazol-rainbow-250-ec---col-373>

Rivas, J. (2024). Efecto de antifúngicos biológicos en el control del manchado del grano del arroz en el cantón Palestina. *Revista Ecuatoriana de Ciencias Agrícolas*, 19(1), 44–56.

Rivas Fajardo, R. K. (2024). *Efecto de antifúngicos biológicos sobre agentes causales del manchado del grano en arroz (Oryza sativa L.)*, Santa Lucía, Guayas [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. Centro de Información Agraria. <https://cia.uagraria.edu.ec>

- Sánchez, E., & Vélez, M. (2022). *Dinámica poblacional de los principales insectos plaga y benéficos en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.)*, Durán, Guayas. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://doi.org/10.978-9978-371-40-4>
- Sandoval, E., Martínez, J., & Gómez, A. (2022). Hongos asociados al manchado del grano de arroz en Campeche, México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 40(3), 280–292.
- Sandoval-Martínez, M. I. E., Osnaya-González, M., Soto-Rojas, L., & Nava-Díaz, C. (2022). Hongos asociados al manchado del grano del arroz: Una revisión. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 45(4), 509–517. <https://doi.org/10.35196/rfm.2022.4.509>
- Silva, R., Ferreira, L., & Costa, M. (2023). Fungicide efficacy against grain discoloration pathogens in irrigated rice. *Crop Protection*, 168, Article 106214. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106214>
- Srivastava, D., Mobeen, M., & Upadhyay, R. A. (2023). Enfermedades fúngicas del arroz y su manejo. En *Advances in Rice Disease Management* (Vol. 15, cap. 15). Apple Academic Press. <https://doi.org/10.1201/9781003332169-15>
- [Syngenta]. (2018, 3 de septiembre). *Ficha técnica Score® 250 SC*. https://www.syngenta.com.ec/sites/g/files/kgtney1171/files/media/document/2018/09/03/ec_ficha_tecnica_score_250_sc_mar17.pdf
- [Syngenta]. (2021, 16 de junio). *Manejo de enfermedades en arroz* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=jXHeY2yLRd0&list=PLoOEATXM2otL-MrDohoLrIHvS2SfPR5cN5&index=14>
- [Tecnicoagricola]. (2012, 12 de octubre). *Pyricularia oryzae en arroz*. <https://www.tecnicoagricola.es/pyricularia-oryzae-en-arroz/>

Troya, C., & Vaca Granda, L. (2016). *Manual para la Red Nacional de Vigilancia Fitosanitaria: Sensores fitosanitarios, acuerdo AGROCALIDAD–PITPPA*. Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD) y Proyecto de Irrigación Tecnificada para Pequeños y Medianos Productores y Productoras (PITPPA), Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca (MAGAP). <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2016/01/manual-Sensores-para-la-web.pdf>

[Universidad Nacional del Nordeste]. (2023, 28 de julio). *Manchado del grano de arroz: aporte de la UNNE sobre una patología que afecta el rendimiento productivo*. <https://medios.unne.edu.ar/2023/07/28/manchado-del-grano-de-arroz-aporte-de-la-unne-sobre-una-patologia-que-afecta-el-rendimiento-productivo/>

Zhang, Y., Liu, H., Wang, X., & Chen, Z. (2024). Efficacy of triazole and strobilurin fungicides for rice grain disease management. *Plant Disease*, 108(4), 1125–1134. <https://doi.org/10.1094/PDIS-108-4-1125>

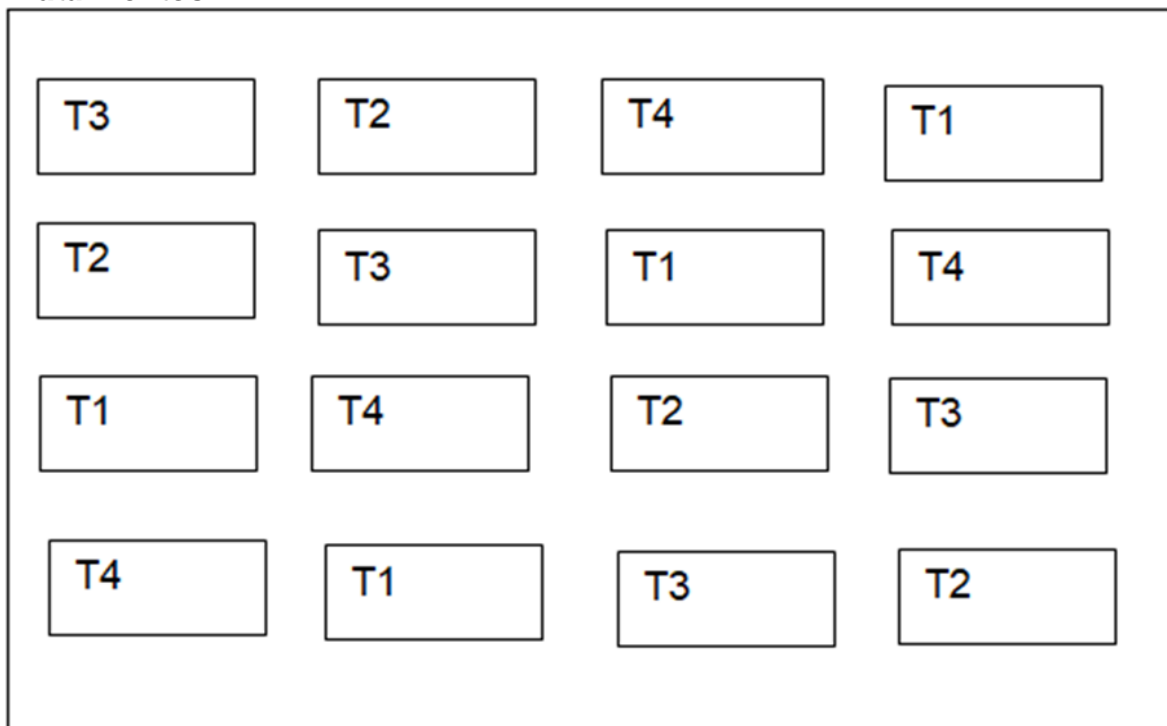
ANEXOS

Figura 1.
Ubicación de la hacienda "EL SILENCIO"



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 2.
Tratamientos



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 3.
División de parcelas



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 4.
Siembra de muestras en cajas petri



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 5.

Muestras de laboratorio



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 6.

Fumigación del cultivo



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 7.
Peso de granos



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 8.
Visita de tutora



Elaborado por: El Autor, 2026

Figura 9.
Medición de plantas



Elaborado por: El Autor, 2026