



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



ESCUELA DE AGRICULTURA, SILVICULTURA, PESCA Y
VETERINARIA
CARRERA DE AGROPECUARIA

TRABAJO DE TITULACIÓN

Componente práctico del Examen de carácter Complexivo,
presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito
previo para obtener el título de:

INGENIERO AGROPECUARIO

TEMA:

“Medidas preventivas para evitar la pudrición de la vaina (*Sarocladium
Oryzae*) en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L.*)”

AUTOR:

Jhonatan Carlos Velasco Guerrero

TUTOR:

Ing. Agr. Tito Xavier Bohórquez Barros, MAE.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador

2024

RESUMEN

El presente documento detalla sobre las medidas preventivas para evitar la pudrición de la vaina (*Sarocladium Oryzae*) en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L.*), el cual se elaboró a través de bibliografía utilizando muchas fuentes, incluidas tesis de pregrado y posgrado, artículos científicos de alto impacto, revistas, libros indexados, sitios web y estudios de investigación de autoridades competentes. Los objetivos planteados fueron detallar los síntomas y daños que causa la pudrición de la vaina en el cultivo de arroz y especificar las deferentes medidas preventivas en el desarrollo de la enfermedad. Las conclusiones demostraron que los síntomas inducidos por *S. oryzae* consisten en lesiones irregulares de color marrón oscuro que se forman en la vaina de la hoja bandera, impidiendo así la emergencia de la panícula y el llenado del grano. El daño causado por el hongo es más perjudicial cuando ocurre al inicio de la aparición de las espigas, lo que puede provocar pérdidas de rendimiento de hasta el 85 %; es primordial mantener los campos en condiciones limpias, libres de malezas, para prevenir el desarrollo de enfermedades. Además, es probable que las plantas bien nutridas presenten una susceptibilidad reducida a los ataques de patógenos y la implementación de productos preventivos que faciliten el establecimiento de una barrera protectora sobre la planta para impedir la diseminación de patógenos. Es recomendable iniciar medidas preventivas desde el semillero hasta la etapa de espigado, o el control de patógenos previa evaluación.

Palabras claves: enfermedades, prevención, hongos, rendimiento, arroz.

SUMMARY

This document details preventive measures to avoid sheath rot (*Sarocladium Oryzae*) in rice cultivation (*Oryza Sativa* L.), which was prepared through bibliography using many sources, including undergraduate and graduate theses, High-impact scientific articles, magazines, indexed books, websites and research studies from competent authorities. The objectives were to detail the symptoms and damage caused by sheath rot in rice crops and to specify the various preventive measures in the development of the disease. The conclusions showed that the symptoms induced by *S. oryzae* consist of irregular dark brown lesions that form on the flag leaf sheath, thus preventing panicle emergence and grain filling. Damage caused by the fungus is most damaging when it occurs at the beginning of spike emergence, which can cause yield losses of up to 85%; It is essential to keep fields in clean conditions, free of weeds, to prevent the development of diseases. Furthermore, well-nourished plants are likely to have reduced susceptibility to pathogen attacks and the implementation of preventive products that facilitate the establishment of a protective barrier on the plant to prevent the spread of pathogens. It is advisable to start preventive measures from the seedbed to the heading stage, or control pathogens after evaluation.

Keywords: diseases, prevention, fungi, yield, rice.

CONTENIDO

RESUMEN	II
SUMMARY	III
1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema.....	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. Líneas de investigación	4
2. DESARROLLO	5
2.1. Marco conceptual	5
2.2. Marco metodológico	14
2.3. Resultados.....	14
2.4. Discusión de resultados.....	16
3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	17
3.1. Conclusiones.....	17
3.2. Recomendaciones.....	19
4. REFERENCIAS Y ANEXOS	20
4.1. Referencias bibliograficas	20
4.2. Anexos	25

1. CONTEXTUALIZACIÓN

1.1. Introducción

El arroz (*Oryza sativa* L.) es uno de los cultivos alimentarios más importantes del mundo, utilizado por más de la mitad de la población mundial como su principal fuente diaria de calorías y proteínas. Durante la producción de este grano se cosechan aproximadamente 164 millones de hectáreas, lo que representa aproximadamente el 10 % de la tierra cultivable del planeta. La producción promedio mundial de arroz (2018-2023) se estima en 514 millones de toneladas, lo que apenas cubre la demanda de este grano (512 millones de toneladas en promedio) y su participación en el comercio mundial, lo que, sumado a la baja producción de arroz, indica que la mayor parte de la producción de arroz está destinada al consumo doméstico. Esto crea características únicas en el producto, lo que obliga a los países consumidores a mejorar sus sistemas de producción para garantizar la nutrición de sus poblaciones (Álvarez *et al.* 2023).

El arroz (*Oryza sativa* L.) es una hierba muy importante en la dieta humana como fuente de carbohidratos. Es un alimento básico en muchos países asiáticos y algunos países de América del Sur. En Ecuador el consumo promedio de este grano por parte de los ecuatorianos es de 43-45 kg (Durán *et al.* 2021).

El cultivo tiene un ciclo de cultivo corto, con un promedio de 120 a 130 días. Esto se ha convertido en una parte importante del desarrollo económico de Ecuador, principalmente para los estados productores de arroz como Guayas, Los Ríos, El Oro y Loja. Esta cultura es una de las culturas que garantiza la soberanía alimentaria de la nación. En todo el mundo se cultivan más de 164 millones de hectáreas de este grano, produciendo un promedio aproximado de 756 millones de toneladas de grano. En Japón, el arroz se produce en dos estaciones: dos cosechas en invierno y dos cosechas en verano (Velásquez *et al.* 2023).

En las condiciones ambientales de este país, los cultivos se ven afectados por enfermedades fúngicas, bacterianas y virales, cuyas principales enfermedades

son el tizón foliar o blusón, la pudrición de la vaina, manchado de grano, la pudrición negra, el tizón de la vaina y el virus de la hoja blanca (Pérez *et al.* 2018).

Este cultivo se ve afectado por numerosas cuestiones bióticas y abióticas que afectan la plena expresión de su potencial genético de rendimiento. Entre los problemas biológicos, las enfermedades son una de las principales limitaciones en la producción, una de las cuales es la pudrición del fruto provocada por el hongo *Sarocladium oryzae* sawada (Durán *et al.* 2021).

Sarocladium oryzae ingresa a las plantas de arroz a través de estomas y heridas causadas por el debilitamiento fisiológico de las plantas de arroz por insectos, arañas y muchos factores abióticos (Paz 2023).

Para reducir la incidencia de la enfermedad, se puede optar por utilizar diversas técnicas como el control cultural, químico y biológico, pero entre todas estas medidas de control, la mayoría de los productores de arroz se inclinan por el uso de fungicidas porque son fácilmente disponibles y productos de acción rápida. Sin embargo, debido al uso continuo de estos medicamentos, muchas bacterias y hongos fitopatógenos han desarrollado resistencia a los medicamentos, lo que hace que el uso de fungicidas sea una pérdida de recursos económicos (Tutiven 2022).

Las estrategias fitosanitarias implementadas comprenden aplicaciones foliares preventivas en diversas etapas del ciclo del cultivo, tratamiento químico de semillas, utilización de semillas certificadas y, aunque no se mencionan explícitamente, existen algunos cultivares que exhiben baja susceptibilidad a *Sarocladium oryzae*. Sin embargo, es imperativo conocer su susceptibilidad a las enfermedades fúngicas inherentes a este cultivo para poder proponer estrategias de control adaptadas a esta variedad en particular (Rivero *et al.* 2019).

1.2. Planteamiento del problema

Uno de los problemas más graves que enfrenta este cultivo a nivel mundial son los patógenos biológicos (bacterias, espiroquetas, hongos, protozoos,

micoplasmas, nematodos, virus), que pueden provocar una reducción de los rendimientos, lo que a su vez afecta las ganancias de los agricultores.

Las enfermedades son el principal factor biológico que limita el rendimiento del arroz y pueden reducir el rendimiento entre un 20 y un 100 % dependiendo de la gravedad de la enfermedad. Las tres enfermedades consideradas más devastadoras en la mayoría de las regiones productoras de arroz son el tizón de las hojas causado por la bacteria *Xanthomonas oryzae* pv, *Pyricularia oryzae*, plaga de *Rhizoctonia solani*. Sin embargo, varias enfermedades como la pseudoantracnosis (*Ustilaginoidea virens*), la enfermedad de las manchas (factores bióticos y abióticos) y la pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) han surgido como problemas graves.

Los primeros síntomas de la pudrición de la vaina en arroz son el desarrollo de manchas oblongas a irregulares en las hojas (0.5 a 1,5 mm) que envuelven las panículas. Las manchas se caracterizan por tener centros grises y márgenes de color marrón y frecuentemente se unen y provocan la putrefacción y la posterior decoloración de las vainas foliares. Cuando se producen infecciones graves, las panículas jóvenes posiblemente no emerjan. Las vainas foliares afectadas pueden mostrar un abundante crecimiento fúngico polvoriento blanquecino visible en la superficie externa. Los granos de las panículas que emergen se decoloran y se vuelven estériles. Las panículas que no pueden emerger producen flósculos que se tornan de color marrón rojizo a marrón oscuro. La infección es más perjudicial cuando se desarrolla en las etapas tardías del encañado y puede causar daños graves.

1.3. Justificación

Es importante controlar la enfermedad porque los granos de las panículas que emergen se decoloran y se vuelven estériles. Las panículas que no pueden emerger producen flósculos que se tornan de color marrón rojizo a marrón oscuro. La infección es más perjudicial cuando se desarrolla en las etapas tardías del encañado y puede causar daños graves, lo que ocasiona pérdidas en el rendimiento.

Los métodos para controlar enfermedades agrícolas dependen de la estabilidad económica del agricultor y la disponibilidad de insumos. Disminuir enfermedades y su severidad. Estos métodos requieren conocer su impacto ambiental. Usar el mismo fungicida repetidamente puede hacer que los patógenos se vuelvan incontrolables y tengan un impacto negativo en la salud de los trabajadores. Alternativas sostenibles incluyen el uso de biofungicidas de microorganismos que combaten patógenos del suelo (Tutiven 2022).

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Describir las medidas preventivas en el manejo de la pudrición de la vaina (*Sarocladium Oryzae*) en el cultivo de arroz (*Oryza Sativa L.*)

1.4.2. Objetivos específicos

Detallar los síntomas y daños que causa la pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) en el cultivo de arroz.

Especificar los métodos de control de la enfermedad.

1.5. Líneas de investigación

Dominios: Recursos agropecuarios, Medio Ambiente, Biodiversidad, Biotecnología.

Líneas: Desarrollo agropecuario, agroindustrial sostenible y sustentable.

Sublínea: Agricultura sostenible y sustentable.

2. DESARROLLO

2.1. Marco conceptual

2.1.1. Síntomas y daños de *Sarocladium oryzae*

En el Ecuador, el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) es la principal fuente alimenticia, forma parte de la dieta básica de los ecuatorianos, es el cultivo más extenso y ocupa más de la tercera parte de la superficie cultivada. Sin embargo, a pesar de poseer grandes extensiones de terrenos aptos y con condiciones climáticas favorables para el cultivo, presenta un rendimiento promedio de producción de 4,35 t ha⁻¹, el cual se considera bajo en comparación con otros países de la región; las principales causas son la utilización de variedades susceptibles a enfermedades y escaso uso de semillas certificadas, entre otros factores (Pérez *et al.* 2018).

Sarocladium oryzae (Gams y Hawksworth, 1976) es un hongo filamentoso que se encuentra comúnmente en el suelo y que tiene la capacidad de colonizar endofíticamente malezas y pastos y es el agente causal de la pudrición de la vaina del arroz. *S. oryzae* se denominó inicialmente *Acrocylindrium oryzae* (Sawada, 1922), luego *Cephalosporium caerulens* (Matsumae *et al.*, 1963), y más tarde *Sarocladium attenuatum* (Gams y Hawksworth, 1976), hasta la nomenclatura actual (Cortes *et al.* 2021).

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un cereal alimentario importante a nivel mundial. Más del 90 % del arroz se cultiva en China, Japón, India, Pakistán, Vietnam y Tailandia. La producción de arroz se ve afectada por diversas limitaciones bióticas y abióticas, que reducen el rendimiento y la calidad del grano. De los 52 patógenos fúngicos que infectan el arroz, cuarenta y uno informaron ser transmitidos por las semillas; entre ellos, *Sarocladium oryzae*, responsable de causar

enfermedades destructivas como la pudrición de la vaina. *S. oryzae* se había aislado de las cáscaras y los granos de las semillas de arroz (Prasannakumar *et al.* 2021).

El arroz es un cultivo ampliamente cultivado en todo el mundo que desempeña un papel importante en la seguridad alimentaria. La enfermedad de pudrición de la vaina causada por *Sarocladium oryzae* ((Sawada) W. Gams & D. Hawksw) es una amenaza emergente para la producción de arroz, y cuya infección causa pérdidas de rendimiento del 20 al 85% (Zhang *et al.* 2021).

El género *Sarocladium* comprenden una alta diversidad de hongos morfológica y genéticamente relacionados que generalmente se encuentran en el medio ambiente, aunque algunas especies, principalmente *Sarocladium kiliense*, también pueden estar involucradas en muchas infecciones humanas. El manejo clínico de las infecciones oportunistas causadas por estos hongos es muy complejo, ya que su correcta identificación no es confiable y generalmente muestran una pobre respuesta antifúngica (Pérez y Guarro 2020).

S. oryzae generalmente invade el arroz a través de las vainas de las hojas bandera durante la etapa de arranque, y los síntomas típicos son lesiones de color marrón grisáceo que ocurren en la floración y que gradualmente evolucionan hacia la pudrición de todas las flores (Zhang *et al.* 2021).

El patógeno *S. oryzae* es el agente causal de la pudrición de la vaina, constituye un importante problema ocasional en el cultivo del arroz, tiene reportes en todos los países productores de arroz del mundo, además, se conoce que produce compuestos fitotóxicos, aislados para su respectivo estudio (Macias 2019).

Presenta mancha inicial de forma oblonga, irregular, con centro gris y bordes marrones. Las manchas se unen y cubren completamente la

vaina. Ataques tempranos impiden la formación de las espigas, produce esterilidad y vaneamiento de las espigas, granos livianos y manchados del grano (Rojas y Velasco 2019).

El síntoma más característico de *S. oryzae* se presenta en las hojas superiores enfocándose sobre todo en la hoja bandera, estas lesiones presentan una coloración gris en el centro y hacia el exterior de color café, de forma ovalada, a medida que la enfermedad progresa, los daños se alargan y colisionan. Cuando la infección aparece en una etapa temprana de desarrollo y de una forma severa, la panícula no emerge, o lo hace parcialmente y en ocasiones se pudre. Otros de los síntomas característicos asociado a esta enfermedad es la esterilidad y vaneamiento de los granos (Pérez *et al.* 2018).

Sarocladium oryzae posee una gran viabilidad fisiológica y patogénica. La alta humedad favorece se presencia en el campo, formando una capa blanca de micelio y conidios entre la vaina infectada y el tallo. Puede sobrevivir en los residuos de la cosecha y ser transmitido por semillas lo que constituye una de las fuentes de inóculo primario en la plantación y punto de partida para que los conidios se diseminen por diferentes vías (Rojas y Velasco 2019).

La pudrición de la vaina se ha convertido en un obstáculo importante en la producción de arroz en varios países asiáticos y su aparición ha sido constante tanto en sistemas de tierras bajas como de tierras altas. La pudrición de la vaina del arroz está relacionada con varios patógenos, incluidos hongos (*Fusarium* spp., *Cochliobolus lunatus*, *Gaeumannomyces graminis*, *Sclerotium hydrophilum*, *Rizoctonia* spp. y *S. oryzae*) y bacterias (*Pseudomonas* spp., *Pantoea ananatis*, *Acidovorax oryzae* y *Burkholderia* spp.) (Cortes *et al.* 2021).

La pudrición de la vaina de la hoja del arroz es un nuevo tipo de enfermedad fúngica que ha surgido en los últimos años y ha ocurrido en las principales regiones productoras de arroz de todo el mundo. El

síntoma típico de esta enfermedad es que se producen lesiones de pudrición de la vaina en la vaina de la hoja bandera del arroz en la etapa de arranque, lo que eventualmente resulta en pudrición de la vaina de la hoja a medida que la lesión se expande. Los patógenos de la pudrición de la vaina de la hoja del arroz son un tipo de flora compleja (Zhang *et al.* 2022).

Los síntomas que presenta la enfermedad son lesiones oblongas y alargadas con borde café y centro grisáceo que aparecen en las vainas superiores y de la hoja bandera, conforme progresa la enfermedad las lesiones se alargan. El ataque severo del patógeno en edades tempranas no permite que la panícula emerja completamente y en algunas ocasiones se pudra; si las panículas logran emerger presentan flores curvas y de color café oscuro. También puede causar esterilidad y el vaneamiento de los granos (Rojas y Velasco 2019).

“El daño ocasionado por el hongo es muy peligroso y destructivo si ocurre al inicio de la emergencia de la espiga, llegando a provocar pérdidas en el rendimiento hasta en un 85 %” (Macias 2019).

Los patógenos vegetales transmitidos por las semillas causan pérdidas de rendimiento y calidad, así como una fuente vital de patógenos, propagación y diseminación. El número de patógenos transmitidos por las semillas que amenazan la producción de arroz es excepcionalmente alto y, por lo tanto, el mantenimiento de semillas de arroz de alta calidad es necesario para asegurar la producción de alimentos (Prasannakumar *et al.* 2021).

El hongo puede sobrevivir a los residuos de las cosechas y se transmite por la semilla. Se favorece por altas densidades de siembra, déficit de nutrientes y mal uso de herbicidas. Además, los síntomas aparecen en la panícula y se muestran manchas oscuras, y granos vanos. El agente causal se introduce por los estomas y lesiones que provocan insectos, esencialmente ácaros, barrenadores y chinches. El porcentaje de

humedad y temperatura influye en la proliferación del hongo (Ilvay 2021).

Estudios anteriores han demostrado que los patógenos que pueden causar síntomas de pudrición de la vaina de la hoja incluyen *Sarocladium oryzae* (*S. oryzae*), *Gibberella fujikuroi* complex, *Fusarium graminearum* y *Pseudomonas fuscovaginae*, entre otros. Entre ellos, *S. oryzae* es el principal patógeno. Sin embargo, el efecto de la infección por *S. oryzae* sobre la abundancia relativa de la comunidad endofítica aún no está claro. Por lo tanto, detectar el agente causal dominante de la pudrición de la vaina de la hoja después de la infección por *S. oryzae* y explorar estrategias efectivas contra la infección por *S. oryzae* son cruciales para comprender el mecanismo patógeno y desarrollar una agricultura sostenible (Zhang *et al.* 2022).

2.1.2. Medidas preventivas para evitar el desarrollo de la enfermedad

Es necesario integrar un grupo de estrategias (legal, genético, etológico, cultural, mecánico, biológico y en última instancia el químico) que permitan atenuar o evitar las afectaciones a la producción arroceras, sin embargo, la protección de los cultivos, la resistencia o tolerancia de las plantas y los enemigos naturales, son los métodos que ofrecen las mejores posibilidades para perfeccionar constantemente el manejo del cultivo y el cuidado de la naturaleza (Rodríguez *et al.* 2018).

Para minimizar los daños causados por el hongo *Sarocladium oryzae*, se deben seguir las siguientes recomendaciones: uso de semilla de calidad (semilla sana), proteger las semillas con fungicidas, sembrar variedades tolerantes a la enfermedad, evitar dañar las plantas por mal uso de herbicidas, controlar insectos que provoquen heridas al cultivo, realizar una fertilización balanceada, densidades de siembra adecuadas y evitar la deficiencia de agua (Borbor 2019).

Para disminuir los daños causados por el hongo *S. oryzae* se

recomienda:

- Utilizar materiales de siembra que posean alta tolerancia a la enfermedad.
- Usar semilla de calidad (certificada, sana y desinfectada).
- Realizar un adecuado manejo cultural y destruir los residuos de cosecha, pues es una de las principales causas de la pudrición de la vaina.
- Emplear un adecuado programa nutricional en base al requerimiento del cultivo.
- Utilizar una adecuada densidad de siembra.
- Realizar un buen control de insectos plagas.
- Usar los herbicidas de tal manera que no se cause daños físicos a las plantas (Rodríguez *et al.* 2018).

En el manejo integrado del cultivo de arroz existen una serie de elementos y labores integradas desde la planificación, administración, la variedad, el clima, la nutrición, los insectos y enfermedades entre otros. El control integrado ofrece mejoras sustanciales, pero raras veces los técnicos y agricultores lo practican en forma consecuente. Dentro de las bases a tener en cuenta en especial en el manejo integrado de patógenos esta evadir las condiciones favorables, evitar la acumulación de inóculo, aumentar la resistencia del cultivo y por último y de gran importancia favorecer el establecimiento de microorganismos antagonistas (Pérez y Saavedra 2011).

Entre otras medidas preventivas, se puede detallar:

- Selección de materiales tolerantes.
- Sembrar en la época de menor riesgo
- Dejar descansar los lotes.
- Desbrozar el tamo y residuos de cosecha.
- Aplicar *Trichoderma* en dosis de 250 gramos por hectárea.
- Rotar con cultivos de frijol e incorporar los abonos verdes en inicio de floración.

- Evitar sembrar en suelos compactados.
- Emplear semilla certificada, con densidad recomendada y nutrición adecuada para cada variedad.
- En la nutrición no se debe exceder con el nitrógeno y efectuar la fertilización mediante la interacción orgánica-inorgánica (Pérez y Saavedra 2011).

Usar variedades tolerantes; evitar densidades de siembra muy altas y desequilibrios de nutrientes en el suelo; sembrar semilla certificada, pues es transmitido en el interior y exterior de la semilla; evitar estrés por agua; destruir residuos de cosecha; emplear semilla de buena calidad libre del patógeno y controlar insectos asociados con la enfermedad (Bruzzone y Heros 2018).

Para tratar de disminuir los daños ocasionados por la enfermedad de la pudrición de la vaina se recomienda:

- Utilizar líneas que tengan un alto nivel de tolerancia *S. oryzae*.
- Usar semilla certificada, sana y desinfectada.
- Realizar un apropiado manejo cultural y eliminar los residuos de cosecha, ya que se reporta como una de las principales causas de esta enfermedad.
- Garantizar un balance nutricional de acuerdo a los requerimientos del cultivo.
- Lograr una adecuada densidad de siembra.
- Mantener un buen control de insectos plagas.
- Manejar las aplicaciones de herbicidas de forma tal, que la planta no sufra daño físico.
- En último lugar realizar aplicaciones de fungicidas, ya que éstos resultan caros y perjudiciales para el ser humano y al medio ambiente (Pérez *et al.* 2018).

Variedades resistentes

Una de las enfermedades de gran importancia y que ataca a los cultivos

de arroz a nivel mundial y en el país es la pudrición de la vaina causada por el hongo *S. oryzae*, que puede ocasionar reducciones en el rendimiento de más del 20%, donde el método de control más utilizado han sido el uso de variedades resistentes (Borbor 2019).

Una alternativa duradera, económica y amigable con el ambiente es la obtención de cultivares de arroz resistentes a *Sarocladium Oryzae*, siendo necesaria la identificación de genes que confieren resistencia a la enfermedad (Cardona y Delgado 2019).

“Las tres principales labores culturales para el control de la pudrición de la vaina son: Tratamiento de semillas, eliminación de malezas hospederas y uso de variedades resistentes a la enfermedad” (Gutiérrez y Cúndom 2013).

Diagnóstico temprano

“El diagnóstico temprano de hongos patógenos transmitidos por semillas es esencial para evitar la propagación incontrolada de patógenos a través del intercambio a larga distancia de dicho material, lo que previene pérdidas económicas y el uso innecesario de fungicidas” (Prasannakumar *et al.* 2021).

Control químico

Para el control de la enfermedad, se han usado productos químicos, pero en los últimos años, por su impacto ambiental negativo, ha generado preocupación por el abuso del uso de agroquímicos en campos comerciales de arroz (Cardona y Delgado 2019).

Las pudriciones de tallos y vainas del arroz, es causada por hongos patógenos del suelo que afectan al cultivo durante toda su etapa de desarrollo generando daños en las vainas y afectando la producción. El uso de fungicidas foliares para reducir la severidad de esta enfermedad es una práctica común en el cultivo de arroz, con aplicaciones tempranas desde el embuchado hasta la floración (Garrido y Vilela 2019).

Control biológico

Las aplicaciones de *Trichoderma* después del fangueo para controlar estos hongos, por su alto potencial de control biológico, tienen diversas ventajas, pues crece y desarrolla muy rápido, pero además produce una gran cantidad de enzimas, metabolitos secundarios como compuestos orgánicos volátiles y mecanismos de acción como: una competencia física por el espacio y los nutrientes del medio; la producción de metabolitos secundarios con actividad antibiótica o anti-fúngica; parasitismo directo o inducción de resistencia; convirtiéndose en una alternativa de control para mejorar la nutrición y resistencia de las plantas, así como disminuir la incidencia de enfermedades (Garrido y Vilela 2019).

El manejo correcto de enfermedades fúngicas en el arroz permite que este mejore su calidad de desarrollo y aumente su productividad. Su manejo involucra la utilización de microorganismos benéficos que pueden contribuir a la disminución de la carga fúngica perjudicial, promueve un manejo sustentable del cultivo de arroz. Se ha estudiado la inclusión de *Trichoderma harzianum* en semillas como parte de tratamientos para evitar la enfermedad (Bedor 2023).

Aplicación de fertilizantes

Numerosas especies de plantas han demostrado que el silicio tiene efectos positivos y, cuando hay problemas fitosanitarios, puede hacer que las plantas sean más resistentes a los patógenos. Al depositarse, crear una barrera mecánica y actuar como inductor del proceso de resistencia, el silicio puede conferir resistencia a las plantas (Bravo 2023).

Cuando la cantidad de Si en el tejido vegetal es mayor, se reduce la incidencia de enfermedades. Se ha demostrado que el Silicio tiene una excelente resistencia contra enfermedades como *Rhizoctonia*,

Pyricularia, *Helminthosporium*, *Sarocladium*, etc. En el caso específico del arroz, *Sarocladium* ha sido una de las enfermedades más comentadas en los últimos años y sus esporas son transportadas por *S. spinky* provocando pudrición de las vainas y manchado del grano, lo que constituye un complejo de enfermedades. Todas estas enfermedades importantes en la producción de arroz dependen de la variedad y la época de siembra (Bravo 2023).

Las enfermedades son una de las principales limitantes de la productividad del arroz y una causa de la inestabilidad del rendimiento de este cereal, también es importante resaltar que las inadecuadas prácticas de fertilización, preparación del suelo y uso del agua, lo mismo que el uso de variedades no adaptadas a las condiciones agroclimáticas y deterioro genético, conllevan a un bajo rendimiento de este cultivo (Castañeda et al. 2017).

2.2. Marco metodológico

Este documento se elaboró a través de bibliografía utilizando muchas fuentes, incluidas tesis de pregrado y posgrado, artículos científicos de alto impacto, revistas, libros indexados, sitios web y estudios de investigación de autoridades competentes.

Luego de seleccionar información de diversas fuentes, se realizó análisis, síntesis y síntesis con el objetivo de obtener información relevante al tema de investigación y extraer conclusiones que cumplan con los objetivos. El propósito es claro y fácil de dar. Las explicaciones son fáciles de entender para el lector, sobre el tema bajo investigación.

2.3. Resultados

Los resultados planteados son:

Las condiciones climáticas en Ecuador favorecen la proliferación de

enfermedades bióticas provocadas por patógenos o transmitidas por agentes biológicos. Cada una de las enfermedades impacta a la planta en diversas etapas de su desarrollo, provocando una disminución tanto en la calidad como en la cantidad de la producción.

Los síntomas iniciales de *Sarocladium oryzae* se manifiestan como la aparición de manchas oblongas a irregulares (0,5 a 1,5 mm) en las hojas que rodean las panículas. Las manchas se identifican por sus centros grises y márgenes marrones, que a menudo se fusionan para inducir la descomposición y la posterior decoloración de las vainas de las hojas. En situaciones de infecciones severas, es probable que las brácteas jóvenes no lleguen a desarrollarse.

Las vainas de las hojas afectadas pueden exhibir un crecimiento fúngico en polvo blanco visible en la superficie externa. Los granos de las panículas emergentes se decoloran y se vuelven estériles. Las panículas que no pueden emerger desarrollan floretes que pasan de un color marrón rojizo a marrón oscuro. La infección representa una amenaza mayor cuando ocurre en etapas avanzadas y tiene el potencial de causar daños importantes.

La infección conduce a la formación de granos decolorados y deformados, impactando así la viabilidad y calidad nutricional de la semilla al reducir los niveles de proteínas y almidones.

Las medidas más significativas para el control adecuado de *Sarocladium oryzae* son:

- Eliminar restos vegetales.
- Optar por la siembra de semillas de calidad y seleccionar variedades menos vulnerables a la enfermedad.
- Densidades de siembra adecuadas.
- Evitar retrasar la fecha de la siembra.
- Evitar la sobreutilización de fertilizantes nitrogenados.
- El cultivo de arroz se ve obstaculizado por enfermedades que afectan directamente el rendimiento de los cultivos.

2.4. Discusión de resultados

Ecuador exhibe un clima propicio para el surgimiento de enfermedades bióticas originadas por patógenos o vehiculadas por agentes biológicos. Cada una de las enfermedades impacta a la planta en diversas etapas de su desarrollo, provocando una disminución tanto en la calidad como en la cantidad de la producción, como lo señala Pérez *et al.* en el 2018, el cultivo de arroz representa la parte más extensa de la superficie cultivada en nuestro país, abarcando más de un tercio de la misma. Sin embargo, a pesar de la disponibilidad de vastas extensiones de tierra adecuada, las condiciones climáticas favorecen tanto el crecimiento de los cultivos como la propagación de enfermedades.

Los síntomas iniciales de *Sarocladium oryzae* se manifiestan como la formación de manchas oblongas a irregulares en las hojas que rodean las panículas. Las manchas se distinguen por centros grises y márgenes marrones, que a menudo se fusionan para inducir la pudrición y la posterior decoloración de las vainas de las hojas. En presencia de infecciones graves, es probable que las panículas jóvenes no logren emerger. Las estructuras foliares dañadas pueden exhibir un profuso desarrollo de micelio fúngico blanco que es perceptible en la parte externa. Esta afirmación se alinea con los hallazgos de Rojas y Velasco (2019), que indican que la enfermedad se manifiesta con una mancha inicial oblonga e irregular con un centro gris y bordes marrones. Las manchas se unen y cubren completamente la vaina. La presencia de infestaciones tempranas conlleva la inhibición del desarrollo de las espigas, resultando en esterilidad y marchitez de las mismas, así como en la producción de granos de peso reducido y con manchas.

La infección provoca granos moteados y deformados, y los informes indican que estos daños afectan la viabilidad y el valor nutritivo de la semilla al reducir el contenido de proteínas y almidón, lo que se atribuye a Macías (2019) que indica que el daño causado por el hongo es muy peligroso y destructivo cuando ocurre al inicio de la emergencia de las espigas, lo que potencialmente resulta en pérdidas de rendimiento de hasta el 85%.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. Conclusiones

Las conclusiones expuestas son las siguientes:

El arroz (*Oryza sativa* L.) puede verse impactado por enfermedades de origen microbiano a lo largo de su ciclo de cultivo, desde la etapa de germinación hasta la de maduración, con posibles consecuencias negativas en los rendimientos y la calidad de la cosecha.

Los síntomas inducidos por *Sarocladium oryzae* consisten en lesiones irregulares de color marrón oscuro que se forman en la vaina de la hoja bandera, impidiendo así la emergencia de la panícula y el llenado del grano. En casos de ataques severos, la oreja queda asfixiada y no logra emerger, o cuando ocurre la emergencia, es incompleta. Las semillas que no germinan se descomponen. Los granos inútiles adquieren una coloración rojo vino. Las semillas vanas adquieren una tonalidad de color vino.

El daño causado por el hongo es más perjudicial cuando ocurre al inicio de la aparición de las espigas, lo que puede provocar pérdidas de rendimiento de hasta el 85 %. La infección provoca la formación de granos manchados y deformes, lo que altera la viabilidad y la calidad nutritiva de la semilla al reducir los niveles de proteínas y almidones.

Las condiciones ambientales, las épocas de siembra, las variedades susceptibles y el manejo incorrecto de los cultivos, particularmente en términos de densidad y nutrición, tienen un impacto en la aparición de *S. oryzae*.

Se deben realizar evaluaciones de campo para ayudar a determinar la presencia o ausencia del patógeno. Tras la detección, se pueden tomar medidas inmediatas para controlar el problema. Es primordial mantener los campos en condiciones limpias, libres de malezas, para prevenir el desarrollo de

enfermedades. Además, es probable que las plantas bien nutridas presenten una susceptibilidad reducida a los ataques de patógenos.

La implementación de productos preventivos que faciliten el establecimiento de una barrera protectora sobre la planta para impedir la diseminación de patógenos. Es recomendable iniciar medidas preventivas desde el semillero hasta la etapa de espigado, o el control de patógenos previa evaluación.

Otras medidas preventivas son:

- Si es posible, considere utilizar semillas sanas certificadas.
- Las plantas deben mantener una distancia de separación amplia de 25 cm x 25 cm.
- Prevenir el monocultivo en un mismo campo incorporando un mínimo de dos variedades diferentes.
- Realizar inspecciones periódicas a los cultivos con el fin de detectar la presencia de plagas insectiles, tales como el ácaro de la panícula, y tomar medidas para su gestión y control.
- Administrar fertilizantes con contenido de potasio, sulfato de calcio o zinc durante la fase de desarrollo en la que la planta forma vástagos.
- Remover los restos de cultivos infectados y las plantas no deseadas del campo.

3.2. Recomendaciones

Las recomendaciones sugeridas son:

- Mantener las áreas sin cultivo por un período no menor a dos meses, seguido de la preparación del suelo mediante técnicas como la aradura con disco, el paso de la rastra y la nivelación adecuada. Posteriormente, se recomienda implementar un programado óptimo de riego, una fertilización adecuada, la erradicación de maleza y la utilización de variedades de cultivos resistentes a plagas.
- Proporcionar a los agricultores información sobre el uso de semillas certificadas y variedades resistentes con el fin de prevenir la incidencia de microorganismos perjudiciales para los cultivos.
- Realizar de estudios de diagnóstico de plagas y enfermedades es fundamental para tomar decisiones efectivas en cuanto a su control, así como establecer el nivel crítico de incidencia de hongos fitopatógenos en el cultivo de arroz.

4. REFERENCIAS Y ANEXOS

4.1. Referencias bibliograficas

Álvarez, R., Reyes, E., Alvarado, A., Valera, E., Linarez, Y., Ramos, N., Hernandez, E., De la Cruz, R. 2023. Caracteres morfológicos asociados a la calidad del grano de la variedad de arroz Venezuela 21. *Hatun Yachay Wasi* 2(1), 42 - 53. <https://doi.org/10.57107/hyw.v2i1.34>

Bedor Alvarado, P. 2023. Comportamiento de *Sarocladium* asociada al manejo de suelo en el cultivo de arroz. Universidad Agraria del Ecuador. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BEDOR%20ALVARADO%20PEDRO%20ANTONIO.pdf>

Borbor Andaluz, R. E. 2019. "Manejo integrado de la pudrición de la vaina (*Sarocladium oryzae*) en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.)" (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2019). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6021/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000135.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bravo Sellan, N. I. 2023. Efecto del silicio sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.). Disponible en <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14897/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000071.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bruzzone, C., & Heros, E. 2018. Manejo integrado en producción y sanidad de arroz. Universidad Nacional Agraria la Molina–Agro banco. Guía técnica. Lima, Perú. Disponible en https://www.agrobanco.com.pe/pdfs/CapacitacionesProductores/Arroz/Manejo_integrado_en_la_produccion_y_sanidad_del_arroz.pdf

Cardona, R., Delgado, N. 2019. Identificación de marcadores SSR asociados a la resistencia de arroz a *Rhizoctonia solani*. *Revista de la Facultad de*

Agronomía de La Universidad del Zulia, 36(1), 1-23. Disponible en https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=pudricion+de+la+vaina+en+arroz+2019&btnG=

Castañeda, M. A. C., Velásquez, L. E. L., López, H. B. 2017. Uso de fertilizantes y compuestos orgánicos en dos variedades de arroz seco (*Oryza sativa*). Revista Sistemas de Producción Agroecológicos, 8(1), 27-46. Disponible en <https://revistas.unillanos.edu.co/index.php/sistemasagroecologicos/article/view/694/748>

Cortes, M. V. D. C. B., Guimarães, R. A., Freire, D. M. G., Prabhu, A. S., Da Silva-Lobo, V. L. 2021. An overview of the virulence factors and the biocontrol potential of *Sarocladium oryzae*. Fungal Biology Reviews, 37, 1-7. doi: 10.1016/j.fbr.2021.04.001. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S174946132100018X>

Durán Mera, C. ; Vivas Vivas, M. ; Rivera Pizarro, V. 2021. Incidencia de ácaros en la pudrición de vaina en dos variedades de arroz (*Oryza sativa* L). La Técnica, (25), 13-22. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8232806>

Garrido, M.; Vilela, N. 2019. Capacidad antagónica de *Trichoderma harzianum* frente a *Rhizoctonia*, *Nakatea sigmoidea* y *Sclerotium rolfsii* y su efecto en cepas nativas de *Trichoderma* aisladas de cultivos de arroz. Scientia Agropecuaria 10(2): 199 – 206. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7017357>

Gutiérrez, S. y Cúndom, M. 2013. Guía para la identificación de enfermedades del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en la provincia de Corrientes. Argentina. Disponible en https://www.acpaarrozcorrientes.org.ar/Paginas/Guia_de_enfermedades.pdf

- Ilvay Caranqui, C. 2021. Diagnóstico de tres agentes causales del cultivo de arroz en el cantón Pueblo Viejo, Los Rios. Disponible en <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/ILVAY%20CARANQUI%20CARLOS%20ALFREDO.pdf>
- Macias Castro, V. A. 2019. Efecto de *Trichoderma* sobre la incidencia de enfermedades en el cultivo de arroz en el sector perimetral Daule. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil. Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/e0867307-a8bb-4a2b-bbbe-5590a06695b2/content>
- Ocón Zúniga, H. J. 2022. Efecto de bioplaguicidas comerciales a base de bacterias del género *Bacillus* sobre el manchado de grano y rendimiento en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L., cv. Anar-97). Disponible en <https://repositorio.una.edu.ni/4571/1/tnf30o17.pdf>
- Paz, L. 2023. Enfermedades comunes en el cultivo de arroz en Ecuador. Yaguachi, EC, Estación Experimental Litoral Sur. 20p. (Manual No.118). Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/6095>
- Pérez Iglesias, H. I. Rodríguez Delgado, I., García Batista, R.M. 2018. Principales enfermedades que afectan al cultivo del arroz en Ecuador y alternativas para su control. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 16-27. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Pérez, A., y Guarro, J. 2020. *Sarocladium* and *acremonium* Infections: new faces of an old opportunistic fungus. *mycoses* 63(11):1203–14. doi: 10.1111/myc.13169. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/myc.13169>
- Pérez, C., & Saavedra, E. 2011. Avances en el manejo integrado de la bacteria *Burkholderia glumae* en el cultivo de arroz en el Caribe colombiano. *Revista Colombiana de Ciencia Animal-RECIA*, 3(1), 111-124. Disponible en <https://www.recia.edu.co/index.php/recia/article/view/344/386>

- Prasannakumar, M. K., Parivallal, P. B., Pramesh, D., Mahesh, H. B., & Raj, E. 2021. LAMP-based foldable microdevice platform for the rapid detection of *Magnaporthe oryzae* and *Sarocladium oryzae* in rice seed. *Scientific reports*, 11(1), 178. doi: 10.1038/s41598-020-80644-z. Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41598-020-80644-z>
- Rivero González, Deyanira, Triana, Ariel Cruz, Rodríguez Pedroso, Aida Tania, Echevarría Hernández, Anayza, & Martínez Coca, Benedicto. 2019. Hongos asociados al manchado del grano en la variedad de arroz INCA LP-5 (*Oryza sativa* L.) en Cuba. *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 32(2), 131-138. Recuperado en 20 de febrero de 2024, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-25562012000200011&lng=es&tIng=es.
- Rodríguez Delgado, I., Pérez Iglesias, H. I., & Socorro Castro, A. R. 2018. Principales insectos plaga, invertebrados y vertebrados que atacan el cultivo del arroz en Ecuador. *Revista Científica Agroecosistemas*, 6(1), 95-107. Recuperado de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes>
- Rojas De La Cruz, F., Velasco Peña, Y. 2019. Estado actual de las enfermedades más importantes del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la campaña 2015-2016, región LAMBAYEQUE. Disponible en <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/4083>
- Tutiven Acosta, J. C. 2022. Eficacia de biofungicidas para el manejo de enfermedades en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en el Cantón Daule. UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL-FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS. Disponible en <https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/3179fb18-28b1-456e-8035-a8b33b93e8a7/content>
- Velásquez, A. I., Villamar, J. M., Moncada, B. C., Cajas, M. P., & Flores, L. R. 2023. Análisis de la cadena agroalimentaria de arroz en Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 8(5), 3-21. Disponible en

<https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/5540/13693>

Zhang, J., Lu, Z., Cong, R., Ren, T., Lu, J., y Li, X. 2022. Potassium Deficiency in Rice Aggravates *Sarocladium Oryzae* Infection and Ultimately Leads to Alterations in Endophyte Communities and Suppression of Nutrient Uptake. *Frontiers in Plant Science* 13(April). doi: 10.3389/fpls.2022.882359. Disponible en <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.882359/full>

Zhang, J., Lu, Z., Ren, T., Cong, R., Lu, J., & Li, X. 2021. Metabolomic and transcriptomic changes induced by potassium deficiency during *Sarocladium oryzae* infection reveal insights into rice sheath rot disease resistance. *Rice*, 14(1), 1-14. doi: 10.1186/s12284-021-00524-6. Disponible en <https://thericejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s12284-021-00524-6>

4.2. Anexos



Proliferación de *Sarocladium* en arroz. Disponible en <https://www.eluniversal.com.co/economica/sellan-dos-millones-de-kilos-de-arroz-listos-para-utilizar-YOEU7643>



Pudrición de la vaina de arroz. Disponible en <https://agrobasesapp.com/colombia/disease/pudricion-de-la-vaina-de-arroz>