# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

# Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2 021

**TESIS**

**Para optar el título profesional de Ingeniero Agrónomo**

**Br. Brian Yair Vasquez Saldarriaga**

**TUMBES, 2022**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
# FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
## ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2 021**

**Tesis aprobada en forma y estilo por:**

**Dr. Milton Valladolid Ramos (Presidente)** _____

**Mg. Néstor Delfín Díaz Castillo (Secretario)** _____

**Mg. Jalmer Fidel Campaña Olaya (Vocal)** _____

**Tumbes, 2022**

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
# FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
## ESCUELA DE AGRONOMÍA

**Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2 021**

**Los Suscritos declaramos que la tesis es original en su contenido y forma**


**Bach. Brian Yair Vasquez Saldarriaga (Ejecutor)** _____

**Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy (Asesor)** _____

**Código ORCID: 0000-0002-8542-9353**


**Tumbes, 2022**

***UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES***
***FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS***
***EX FUNDO FISCAL LA CRUZ-CAMPUS UNIVERSITARIO***
***SECRETARIA ACADÉMICA***

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"

## ***ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS***

En Tumbes, a los dieciséis días del mes de setiembre del dos mil veintidós, siendo las once horas y cinco minutos, y en la modalidad presencial, en el aula virtual Nº 01 de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron el Jurado Calificador de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Tumbes, ratificado por **Resolución Nº 047-2021/UNTUMBES-VRACAD-FCA-D**. el Dr. Milton Valladolid Ramos (Presidente), Mg. Néstor delfín Díaz Castillo (Secretario) y Mg. Jalmer Fidel Campaña Olaya (Vocal), reconociendo en la misma resolución además, al Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy como asesor, se procedió a evaluar, calificar y deliberar la sustentación de la tesis, titulada: "**Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2021**", para optar el Título Profesional de Ingeniero Agrónomo, presentado por el **Br. VÁSQUEZ SALDARRIAGA BRIAN YAIR,** Concluida la sustentación y absueltas las preguntas, por parte del sustentante y después de la deliberación, el jurado según el artículo Nº 65 del Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes, declara al: **Br. VÁSQUEZ SALDARRIAGA BRIAN YAIR** con calificativo **MUY BUENO.**

Se hace conocer al (a la) sustentante, que deberá levantar las observaciones finales hechas al informe final de tesis, que el jurado le indica.

En consecuencia, queda APTO para continuar con los trámites correspondientes a la obtención del título profesional de Ingeniero Agrónomo, de conformidad con lo estipulado en la Ley Universitaria Nº 30220, el Estatuto, Reglamento General, Reglamento General de Grados y Títulos y Reglamento de Tesis para Pregrado y Posgrado de la Universidad Nacional de Tumbes.

Siendo las **Doce** horas y **treinta** minutos del mismo día, se dio por concluida la ceremonia académica, en forma virtual, procediendo a firmar el acta en presencia del público asistente.

Tumbes, 16 de setiembre del 2022.

**Dr. MILTON VALLADOLID RAMOS**
**DNI N° 00218325**
*Presidente*

**Mg. NÉSTOR DELFÍN DÍAZ CASTILLO**
**DNI N° 00214246**
*Secretario*

**Mg. JALMER FIDEL CAMAPAÑA OLAYA**
**DNI N° 00236469**
*Vocal*

## Declaración de originalidad

Yo, Brian Yair Vasquez Saldarriaga, declaro que el presente trabajo de investigación, titulado “Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2 021”, es original y ha sido presentado con el fin de obtener el título de Ingeniero Agrónomo. En tal sentido, confirmo que, los resultados que se han reportado no han sido copiados de otros archivos o investigaciones. Por ello, la información que no me pertenece, usada para complementar y discutir la tesis, está citada y referenciada debidamente por derechos del autor. Siendo así, este trabajo, producto del esfuerzo de mi persona y asesor, en cuanto a su ejecución y redacción para su aprobación.

Br. Brian Yair Vásquez Saldarriaga

## DEDICATORIA

*A Dios por darme la fuerza necesaria.*

*A mi madre, mi padre y Tía por la motivación,*
*confianza y apoyo a lo largo de mi carrera.*

*A mi compañera de vida, por apoyarme y motivarme*
*cada día.*

# AGRADECIMIENTOS

A Dios, darme la fuerza necesaria y guiarme para la culminación de esta tesis.

A mi asesor el Dr. Miguel Garrido Rondoy, por su apoyo, confianza y sabiduría en su enseñanza.

A mi madre Maryuri Saldarriaga, mi padre José Vásquez y Tía Doris Saldarriaga por la motivación, confianza y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera, por estar presente en cada momento de mi vida.

A mi novia, Ruth, por acompañarme y apoyarme en cada fase de mi Tesis.

A los miembros del jurado de tesis, por sus correcciones para la mejora en este trabajo de Tesis.

A cada uno de mis docentes universitarios por impartir sus conocimientos y en especial a un gran docente Mg. Pedro Gerardo Calle Ulfe, que hoy nos guía desde el cielo.

## ÍNDICE GENERAL

Página

RESUMEN ..... xiii

ABSTRACT ..... xiv

CAPÍTULO I ..... 15

1. INTRODUCCIÓN. ..... 15

CAPÍTULO II ..... 17

2. ESTADO DEL ARTE ..... 17

2.1. Antecedentes ..... 17

2.2. La pudrición de tallos y vainas ..... 18

2.2.1. *Rhizoctonia solani* ..... 18

2.2.2. *Rhizoctonia oryzae* ..... 19

2.2.3. *Rhizoctonia oryzae–sativae* ..... 20

*2.2.4.* *Nakataea sigmoidea* ..... 21

CAPÍTULO III ..... 23

3. MATERIALES Y MÉTODOS ..... 23

3.1. Lugar de ejecución ..... 23

3.2. Materiales y equipos ..... 23

3.3. Métodos ..... 24

3.3.2. Toma de muestras de suelo ..... 24

3.3.3. Recuento de esclerotes y microesclerotes de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. del suelo. ..... 25

3.3.4. Índice de intensidad de daño ..... 26

3.3.5. Siembra de esclerotes de *Rhizoctonia* spp., y *Nakataea* sp. en medio PDA. ..... 27

CAPÍTULO IV ..... 28

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN ..... 28

4.1. Textura y conductividad eléctrica de los campos evaluados ..... 28

4.2. Sintomatología de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea sigmoidea* registrados en campo ..... 29
4.2.1. Añublo de la vaina del arroz ..... 29
4.2.2. *Nakataea sigmoidea*. ..... 30
4.3. Incidencia y severidad de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. a los 120 días de edad de cultivo. Campaña 2021- I ..... 31
4.4. Incidencia y severidad de *Rhizoctonia* y *Nakataea* a los 45 días de edad de cultivo. Campaña 2021-II ..... 32
4.5. Incidencia y severidad de *Rhizoctonia spp.* y *Nakataea* sp. a los 120 días de edad de cultivo. Campaña 2021- II ..... 34
4.6. Número de esclerotes y micro esclerotes de *Rhizoctonia* spp. *y Nakataea* sp., campaña 2021 – I y 2021 – II ..... 35
4.7. Población, germinación e incidencia causada por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp., campaña 2021- II ..... 38
CAPÍTULO V ..... 41
5. CONCLUSIONES ..... 41
CAPÍTULO VI ..... 42
6. RECOMENDACIÓN ..... 42
CAPÍTULO VII ..... 43
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... 43
CAPÍTULO VIII ..... 46
8. ANEXOS ..... 46

## ÍNDICE DE TABLAS

**Página**

Cuadro 1: Textura y conductividad eléctrica de los campos evaluados. ..... 28
Cuadro 2: Porcentaje de incremento de la severidad causados por *Rhizoctonia* sp. y *Nakataea sigmoidea* entre los 45 y los 120 días de edad de cultivo. 35
Cuadro 3: Porcentaje de incremento de estructuras entre la campaña 2021 – I y 2021 – II. ..... 37

## ÍNDICE DE FIGURAS

**Página**

Figura 1: Mapa de Tumbes – Perú, ubicado en la zona norte..... 23
Figura 2: Síntomas y esclerotes formados por *Rhizoctonia* spp. en las vainas.... 30
Figura 3: Daños causados por *N. sigmoidea* en arroz. ..... 31
Figura 4: Micro esclerotes formados por *N. sigmoidea*. ..... 31
Figura 5. Porcentaje de incidencia y severidad causados por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. a los 120 de edad de cultivo. Campaña 2021-I. ..... 32
Figura 6: Incidencia y severidad causados por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea sigmoidea* a los 45 días de edad de cultivo. Campaña 2021 – II..... 33
Figura 7: Incidencia y severidad causadas por *Rhizoctonia* y *Nakataea sigmoidea* a los 120 días de edad de cultivo. Campaña 2021 – II. ..... 34
Figura 8: Número promedio de esclerotes y micro esclerotes por $1\mathrm{m}2$ en la campaña de arroz 2021-I y 2021 - II..... 36
Figura 9: Número total promedio de esclerotes y microesclerotes por $1\mathrm{m}2$ registrados en la campaña de arroz 2021-I y 2021 - II. ..... 37
Figura 10: Población y germinación de estructuras de la campaña 2021 – I y la incidencia causada por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. en la Campaña 2021-II. ..... 40

## ÍNDICE DE ANEXOS

**Página**

Anexo 1: Datos meteorológicos desde marzo hasta diciembre del 2021. ..... 46
Anexo 2: Escala de severidad de daños para *Nakataea sigmoidea* (Jimenez,1979). ..... 47
Anexo 3: Escala de severidad de daños para *Rhizoctonia* (Ulacio et al.,1999). .. 47
Anexo 4: Evaluación de pudrición de tallos y vainas en planta de arroz de arroz. 48
Anexo 6: Toma de muestra de suelo. ..... 48
Anexo 7: Recuperación de estructuras de los hongos, (a) Pesando 100 gr de suelo de la muestra, (b) Vertiendo los 100 gr de suelo en el valde con agua. ..... 49
Anexo 8: Recuperación de estructuras de los hongos, (a) Rompiendo los terrones de suelo, (b) Vertiendo la solución de agua y suelo en los tamices. ... 50
Anexo 9: Recuperación de estructuras de los hongos, (a) Realizando el conteo de estructuras en el estereoscopio. (b) Estructuras de *Rhizoctonia* sp. y *Nakataea* sp. ..... 50
Anexo 10: Siembra de esclerocios de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. en medio PDA. (a) Realizando siembra de estructuras en placa. (b) Estructuras sembradas en placa Petri con PDA. ..... 51
Anexo 11: Correlación de Pearson (r) entre cantidad de esclerocios de *Rhizoctonia* spp. y severidad de la podredumbre del tallo, en la zona de Cerro blanco. ..... 51
Anexo 12: Correlación de Pearson (r) entre cantidad de esclerocios de *Nakataea* spp. y severidad de la podredumbre del tallo, en la zona de la Canela. ..... 52
Anexo 13: Informe de originalidad Turnitin ..... 53

## RESUMEN

El arroz es uno de los principales cultivos agrícolas en Tumbes, el cual muestra diversos problemas fitosanitarios, originados principalmente por microorganismos que habitan en el suelo, debido a que, nuestra región, presenta las condiciones favorables para el desarrollo de estos hongos, como los que ocasionan la pudrición de los tallos y las vainas en el arroz. El presente trabajo de investigación evaluó la presencia de los hongos: *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani* y *R. oryzae* reportados en diferentes zonas arroceras del Perú (Garrido, 2006). Para ello se escogieron 5 zonas arroceras de Tumbes, en las cuales se evaluó mediante escalas, la incidencia y la severidad de la enfermedad. Como el mecanismo de supervivencia de los patógenos es la presencia de esclerotes en el suelo, se realizó un conteo de ellos, evaluando su porcentaje de germinación. Los resultados reportan un nivel de incidencia del 100% en todas las zonas evaluadas, mientras que la severidad, debido a la presencia de *Rhizoctonia* spp., es mayor a diferencia de *Nakataea* sp., al término de ambas campañas. En el conteo de microesclerotes, la menor población se presentó en la campaña 2021-1 y hubo un incremento de estos en la campaña 2021-2. Finalmente, la germinación de estas estructuras muestra que no existe una relación directa con la sintomatología y la cantidad de las mismas, como lo demuestran las zonas de Cerro Blanco con 444 733 estructuras por m2 y una germinación del 30%, a diferencia de la Canela que presenta 266 075 estructuras por $\mathrm{m}^2$ y una germinación del 41.3%. La pudrición de tallos y vainas, debilita y disminuye la producción del arroz, sumado al uso excesivo de fertilizantes nitrogenados, permiten que la enfermedad incremente cada año. Esta investigación permite conocer el potencial de inóculo con el fin de sugerir nuevas medidas de control como parte de la prevención y/o disminución de la enfermedad.



Palabras claves: *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani*, *R. oryzae*, inóculo, patógeno, incidencia

## ABSTRACT

Rice is one of the main agricultural crops in Tumbes, which shows various phytosanitary problems, caused mainly by microorganisms that live in the soil, because our region presents favorable conditions for the development of these fungi, such as those that cause stem and pod rot in rice. This research work evaluated the presence of the fungi: *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani* and *R. oryzae* reported in different rice growing areas of Perú (Garrido, 2006). For this, 5 rice-growing areas of Tumbes were chosen, in which the incidence and severity of the disease were evaluated by means of scales. As the survival mechanism of the pathogens is the presence of sclerotes in the soil, a count of them was made, evaluating their germination percentage. The results report an incidence level of 100% in all the evaluated areas, while the severity, due to the presence of *Rhizoctonia* spp. is greater unlike *Nakataea*, at the end of both campaigns. In the count of microsclerotes, the lowest population occurred in the 2021-1 campaign and there was an increase in these in the 2021-2 campaign. Finally, the germination of these structures shows that there is no direct relationship with the symptomatology and their quantity, as shown by the areas of Cerro Blanco with 444,733 structures per $m^2$ and a germination of 30%, unlike Cinnamon. which presents 266 075 structures per $m^2$ and a germination of 41.3%. The rotting of stems and pods, weakens and decreases rice production, added to the excessive use of nitrogenous fertilizers, allow the disease to increase each year. This investigation It allows knowing the inoculum potential in order to suggest new control measures as part of the prevention and/or reduction of the disease.



Keywords: *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani* and *R. oryzae*, inoculum, pathogen, incidence

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN.

Tumbes, es un departamento que tiene como principal prioridad la siembra de arroz en monocultivo, cuenta con las mejores condiciones climáticas para sembrar y cosechar este cereal en dos campañas por año. En nuestro país, el arroz es uno de los alimentos básicos e infaltables de la canasta familiar, generando un consumo per cápita de 57 kg por año, la sobreproducción y disminución de los precios, lo ubican como un cultivo “sensible” (MINAGRI, 2019).

El arroz, es afectado por muchos hongos habitantes del suelo, muy difíciles de controlar, entre los más importantes, están aquellos que ocasionan la pudrición de tallos y vainas, como: *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani*, *R. oryzae-sativae* y *R. oryzae*, con capacidad para trasmitirse a través de estructuras de conservación que caen al suelo o se mantienen en los tejidos enfermos que se incorporan al terminó de la cosecha. (Garrido, 2009).

El Fenómeno “El Niño” del año 1998, fue un suceso que permitió la distribución de estos hongos patógenos en las zonas arroceras de Tumbes, incrementándose los porcentajes de incidencia de estas enfermedades. (Garrido, 1998). Actualmente, se desconoce el nivel poblacional de estructuras en el suelo, así como su capacidad de germinación, los cuales representan el inóculo primario en el campo. Este trabajo tuvo como objetivos, determinar el nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas del arroz a la cosecha en 5 zonas de Tumbes, además, determinar la población de esclerotes de las pudriciones de tallos y vainas en el suelo en 5 zonas de Tumbes. Los resultados nos permitirán entender con cuanto potencial de inóculo se está iniciando la siguiente campaña en cada zona y cuál es el

fitopatógeno que mayor prevalece en los campos; estos resultados nos ayudaran a sugerir medidas preventivas para bajar la severidad de la enfermedad durante etapas tempranas en el cultivo.

# CAPÍTULO II

## 2. ESTADO DEL ARTE

### 2.1. Antecedentes

La pudrición de tallos y vainas del arroz, es una enfermedad ocasionada por los hongos: *Nakataea sigmoidea*, *Rhizoctonia solani, R. oryzae-sativae y R. oryzae*. En los últimos años se ha observado un incremento de estos microorganismos en los campos arroceros de nuestra región (Garrido, 2009).

En Argentina, Águeda (2010), observó que, bajos niveles de incidencia de la enfermedad generalmente se corresponden a niveles bajos de inóculo, una densidad de 0 a 0,19 esclerocios viables por gramo de suelo, manifestaron niveles de incidencia, que variaron hasta 33,87%. Densidades de inóculo mayores a 0,20 esclerocios por g. de suelo resultaron con incidencias de hasta 87%.

Los estudios realizados por Ulacio en el 2000, para evaluar la sobrevivencia *in vitro* de *R. solani* AG1-IA, tanto del micelio como de los esclerocios enterrados en diferentes períodos de tiempo a diferentes profundidades bajo una lámina de agua, encontró que a mayor tiempo de inundación menor fue la sobrevivencia del micelio disminuyendo a un 58% de viabilidad cuando fue enterrado por 45 días, no así los esclerocios que mantuvieron un promedio de 89% de viabilidad en todos los tiempos de inundación.

En Tumbes, Zapata (2011) determinó el nivel de severidad de *Nakataea* sp., con un 87,78% de Índice de Intensidad de Daño (IID) en La Jota y *Rhizoctonia* sp. con

60,75% de IID en La Canela, asimismo cálculo el potencial de inoculo de los hongos *Nakataea* sp., *Rhizoctonia* spp. en las zonas de La Jota con 184 045 esclerotes por $m^2$, Malvales con 268 519 esclerotes por $m^2$, Los Cedros con 287 081 esclerotes por $m^2$, Cristales con 554 625 esclerotes por $m^2$, Facultad con 623 745 esclerotes por $m^2$, Realengal con 191 569 esclerotes por $m^2$, El Piojo con 341 775 esclerotes por $m^2$, Las Brujas Bajas con 142 181 esclerotes por $m^2$ y La Canela con 192 735 esclerotes por $m^2$. Izquierdo (2005), encontró que los sectores La Jota, Facultad, La Canela, La Tuna, Romero, Brujas Bajas y Puerto el cura, presentan altas poblaciones de esclerotes de *Nakataea* sp., *Rhizoctonia solani* y *R. oryzae*. Siendo la zona con mayor población la Facultad con 240 700 estructuras de *Rhizoctonia* spp. y 371 200 estructuras de *Nakataea* sp.

## 2.2. La pudrición de tallos y vainas

La pudrición de tallos y vainas del arroz se presentan en diferentes áreas arroceras del Perú y son causadas por varios hongos habitantes comunes del suelo, como *Rhizoctonia solani, Rhizoctonia oryzae, Rhizoctonia oryzae–sativae, Nakataea sigmoidea* (Garrido, 2006).

Las pérdidas que ocasionan son difíciles de determinar; en Filipinas, esta enfermedad causa pérdidas anuales en el rendimiento de aproximadamente 10% y en zonas severamente afectadas entre 25 a 80% de la producción (Aguilar, et al, 2017). Estos hongos, se encuentran distribuidos en diversas zonas arroceras del Perú (Garrido, 2009).

### 2.2.1. *Rhizoctonia solani*

*R. solani* genera estructuras de conservación llamados esclerotes, propuestas en colonias que, al inicio son de color blanco hasta tornarse marrón oscuro. Al nivel de la lámina de agua, inician las lesiones y se extienden hasta la parte superior de los macollos, es allí, donde estos esclerotes se forman, se desprenden y caen sobre

el agua, logrando germinar para penetrar el tejido de la planta, debilitándola hasta causar el acame (Espinoza, 2007).

Los esclerocios pueden sobrevivir por mucho tiempo en el suelo sobre los restos vegetales aun sin hospederos y soportando cambios radicales de temperatura. Cuando el cultivo tiene una alta densidad, se generan un microambiente favorable para los esclerocios, favoreciendo su ciclo de vida y la diseminación de la enfermedad (Álvarez, 2018).

La presencia de esclerocios en el suelo conforma el inóculo primario, esto permite la probabilidad de una relación directa entre la cantidad de esclerotes y la severidad del daño en el cultivo; esto sucede debido a que los esclerotes se acumulan alrededor de la planta e infectan los tejidos como vainas y tallos (Ronquillo, 2014).

En la etapa de macollamiento, en las vainas de las hojas, *Rhizoctonia* causa manchas ovoideas y elipsoidales de coloraciones verde grisáceo de 10 cm de largo, con esclerocios sobre ellas, si las condiciones ambientales son favorables. En ataques a las hojas, la panícula no crece y los granos no llenan generando pérdidas entre el 25 y 50% (Agris, 2012).

### 2.2.2. *Rhizoctonia oryzae*

Los daños que ocasiona son muy parecidos a la enfermedad de la mancha agregada, pero menos agresiva. Una forma de infección es con el micelio de planta enferma a planta sana. El inicio de la enfermedad se da por plantas aisladas hasta distribuirse en el campo; si el cultivo anterior tuvo la enfermedad, es muy probable que se infecten las nuevas plantaciones (INIA, 2018).

Los síntomas, generalmente se presenta en las vainas de las plantas en la etapa de macollamiento, las manchas son ovaladas de color castaño oscuras, irregulares

(Gutiérrez, 2007). Al inicio las manchas son circulares luego ovaladas de 0,5 a 1 cm de ancho por 3 cm de largo; el ataque se presenta a nivel de la línea de agua (Garrido, 2006).

Para que este patógeno se desarrolle, necesita abundante de agua para que los esclerocios floten y germinen. La enfermedad se inicia cuando la planta entra en contacto de los esclerocios o restos vegetales infectados, posteriormente produce hifas las cuales penetran los tejidos. El inóculo puede permanecer en el suelo y en los restos vegetales, como esclerocios; la enfermedad muestra mayor distribución en campos con largo historial de monocultivo (INIA, 2018).

### 2.2.3. *Rhizoctonia oryzae–sativae*

Por los síntomas producidos por este patógeno se le conoce como la mancha agregada de las vainas de arroz. Al inicio los síntomas característicos son manchas necróticas elipsoidales u oblongas con borde difuso, con centro de color cremoso, al desarrollar completamente la enfermedad, produce manchas necróticas si llegar a coalescer. (Garrido, 2006).

El hongo *Rhizoctonia oryzae–sativae* produce gran cantidad de esclerotes de color café claro que al inicio son blandos y luego se endurecen en el interior de las células de las vainas y sobre la superficie de las vainas, los esclerotes que se desarrollan en el interior de las células pueden tomar la forma de la misma (Pantoja et al., 1997).

El progreso de la enfermedad es desde las vainas inferiores a las superiores y en casos graves todas ellas mueren, ocurriendo el acame; el traslado de los esclerocios a través del agua, influye en la velocidad de desarrollo de la enfermedad. (Ávila, 2001).

Los síntomas de *Rhizoctonia oryzae–sativae* en campo se hacen evidentes en la mayoría de casos a 60 días de edad del cultivo, posteriormente la afluencia de esclerotes en las vainas de la planta se da a 70 días de edad del cultivo (Garrido, 2006).

### *2.2.4. Nakataea sigmoidea*

*Nakataea sigmoidea* Hara, es sinónimo *Helminthosporium sigmoideum* Cavara, *Magnaporthe salvinii* Catt., *Leptosphaeria salvinii* Catt, se le conoce como el hongo de la podredumbre de tallo, está presente desde la etapa de almacigo, pero se hace evidente 60 días después de la siembra hasta la cosecha, provocando daño en las vainas como en los tallos (Jiménez, 2005).

Los síntomas de la podredumbre del tallo, se presentan en la etapa de macollamiento, los tejidos dañados inicialmente son aquellos que están cerca de la lámina de agua, primero son manchas necróticas superficiales, pequeñas, de color café claro con formas irregulares. Conforme la infección avanza, las manchas aumentan de tamaño, ingresando al interior de la vaina, hasta alcanzar los tallos, donde genera la muerte progresiva de tejidos; al realizar un corte trasversal del tallo se observa micelio de color gris oscuro y gran cantidad esclerocios. (Águeda, 2010).

Este patógeno forma esclerocios, que se forman en los tallos y vainas de las plantas. (Webster, 1992). Los esclerocios pueden incorporarse al suelo, cuando se realiza la cosecha o permanecen en los residuos de cosecha, permitiendo la continuidad de la infección en los tejidos de la nueva siembra (Cintas y Webster, 2001).

Al inundarse los campos con el sistema de riego, los esclerotes en contacto con el agua flotan por ser hidrófobos, llegando hasta las vainas de las hojas, donde luego germinan e infectan los tejidos como el tallo y otras vainas que se encuentran al

nivel de la lámina de agua. Mientras desarrolla la enfermedad, diversos tejidos mueren y nuevas estructuras se producen en grandes cantidades, propagándose con el agua de un campo a otro (Krause y Webster, 1973).

Los esclerotes pueden establecerse entre los primeros 7 cm. de la superficie del suelo, pero, además se ha encontrado que las estructuras recuperadas de rastrojos enterrados entre 10 y 15 cm de profundidad, se mantuvieron viables en un 3,7% luego de 6 años. Las estructuras pueden permanecer viables durante largos periodos de tiempo, de 1 a 9 años, aun sin la presencia de su hospedero (Ou, 1985 y Bockus y Webster, 1979).

Cintas y Webster (2 001), asegura que es importante la viabilidad de las estructuras de propagación, en regiones arroceras de Estados Unidos encontró que 0,1 y 0,8 esclerocios viables/g de suelo antes de la siembra, puede generar diversos índices de severidad de la enfermedad y los valores mayores de 0,8 esclerocios viables/g de suelo, pierde la correlación lineal con la evaluación de la severidad, porque se infectan todas las plantas; también se ha encontrado que las prácticas de manejo de cultivo pueden modificar el nivel de inóculo y esclerotes viables de *Nakataea*.

# CAPÍTULO III

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. Lugar de ejecución

La investigación se inició a fines de la campaña 2021 – I y culmino con la campaña 2021 - II, en cinco zonas arroceras representativas de Tumbes (Facultad, La jota, Realengal, La Canela y Cerro Blanco).

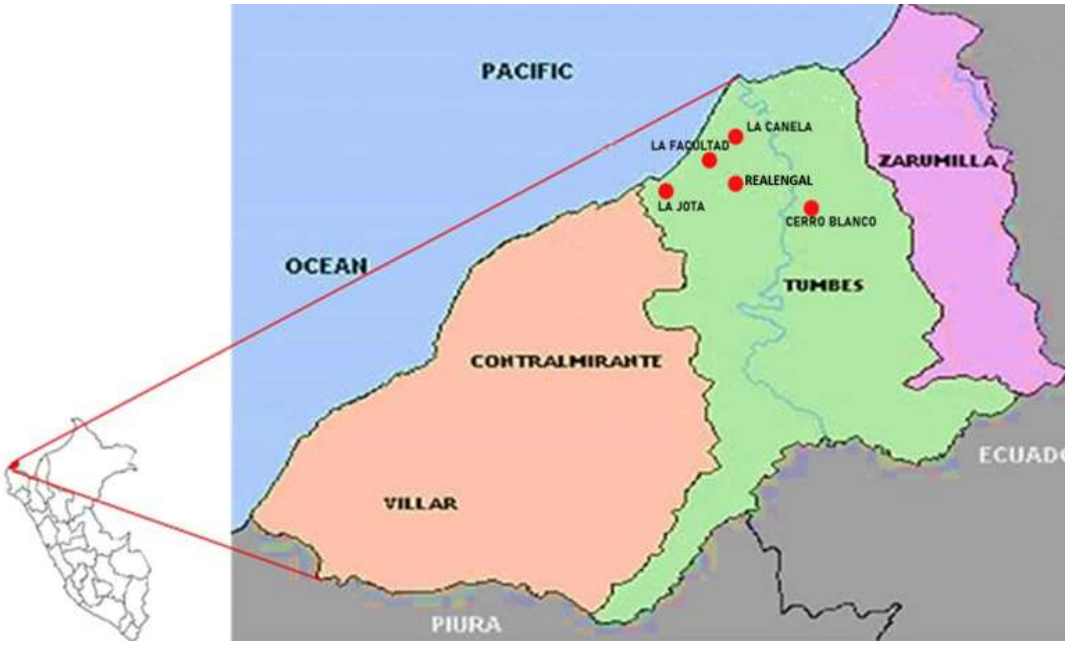



**Figura 1: Mapa de Tumbes – Perú, ubicado en la zona norte.**

### 3.2. Materiales y equipos

#### 3.2.1. Materiales

1. Placas Petri
2. Vasos de precipitación
3. Papel filtro

4. Tamices
5. Baldes
6. Botellas plásticas
7. Palana

### 3.2.2. Equipos

1. Microscopio compuesto
2. Microscopio estereoscopio
3. Balanza analítica.

## 3.3. Métodos

### 3.3.1. Selección del área de estudio

El trabajo comprendió una fase de campo y una fase de laboratorio; en la fase de campo, se evaluó la incidencia y la severidad de las pudriciones de tallos y vainas del arroz a los 100 días de edad de cultivo de la campaña 2021-I y, a los 15 y 100 días en la campaña 2021-II; la evaluación se hizo recorriendo el campo en zig zag y se tomaron en todo el recorrido 50 matas al azar por campo y se aplicó la escala severidad de Ulacio et al.,1999 para *Rhizoctonia* spp. y la escala de Jimenez, 1979 para *Nakataea* sp. Durante el periodo de descanso, en cada campaña se recolectaron de los primeros 15 cm. de la capa arable, muestras de suelo más estructuras de los fitopatógenos en estudio, las muestras fueron llevadas al laboratorio de fitopatología de la Universidad Nacional de Tumbes.

### 3.3.2. Toma de muestras de suelo

La toma de muestras de suelo para la evaluación de estructuras se realizó al término de la campaña agrícola. Las muestras fueron recolectadas en cada uno de los campos seleccionados siguiendo la técnica para un muestreo de suelo; en el área a muestrear se limpió de los rastrojos y con la ayuda de una palana de mano, se tomó una porción de suelo de los primeros 15 cm. de la capa arable; cada una de las muestras constituyó una sub muestra, las mismas que fueron

homogenizadas siguiendo el método del cuarteo, a partir de ahí se sacó una muestra representativa de 500 g. de suelo por campo, las muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno transparente con su respectiva etiqueta de identificación, para ser llevada al laboratorio para el recuento de estructuras.

### 3.3.3. Recuento de esclerotes y microesclerotes de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. del suelo.

Para el recuento de estructuras, las muestras de suelo fueron limpiadas de todo material extraño (piedras, raíces y tallos de arroz), luego se tomó 100 g. suelo por campo, que fueron colocados en un balde con 10 L. de agua con la finalidad de obtener una suspensión líquida conteniendo suelo, las estructuras de los fitopatógenos y restos de tejido del cultivo.

Inmediatamente, la muestra se mantuvo en reposo por varios minutos con la finalidad que las partículas de suelo sedimenten en el balde. Para el proceso de filtrado de la suspensión, se utilizó dos tamices de 20 y 170 mesh colocados en serie, en el tamiz de 20 mesh, se retienen partículas de tejido y semillas de malezas y en el tamiz de 170 mesh, se retienen las estructuras de los hongos en estudio, estas estructuras retenidas son trasferidas a un vaso de 500 ml. con ayuda de agua a presión. Para recuperar las estructuras retenidas en las paredes y en el fondo del balde, se realiza un segundo lavado y filtrado.

Para disminuir el volumen de agua que contienen las estructuras recuperadas, todo el contenido se vierte en el tamiz de 170 mesh, una vez concentrada la muestra, las estructuras son vaciadas en un vaso con ayuda de agua a presión. El recuento de estructuras se realizó utilizando placas Petri de plástico con perforaciones, sobre las placas se colocó papel de filtro previamente cuadriculado para facilitar el conteo de estructuras; el recuento se realizó con micro estereoscopio.

Para el recuento de estructuras se tomó en consideración la forma, color y tamaño de cada estructura (*Rhizoctonia solani*, *R. oryzae*, *R. oryzae-sativae* y *Nakataea sigmoidea*). La cantidad total de esclerocios contabilizados en 100 g. de suelo, son proyectados a 1 $m^2$ y 20 cm de profundidad, para lo cual se aplicó la siguiente formula:

$$Ps = L\ x\ An\ x\ Al\ x\ Da$$

**Donde:**

1. Ps= Peso de metro cuadrado de suelo
2. L= Largo
3. An= Ancho
4. Al= Altura
5. Da= Densidad aparente

$$Es\ m^2 = \frac{Ps\ x\ Es\ c.}{100\ gr\ suelo}$$

**Donde:**

1. $Es\ m^2$= Estructuras por metro cuadrado
2. Ps= Peso de suelo en metro cuadrado
3. Es c. = Estructuras contadas en 100 gr de suelo

### 3.3.4. Índice de intensidad de daño

La cuantificación de la virulencia se realizó a través del Índice de Intensidad de Daño, IID (Aponte, 1986), utilizando la fórmula:

$$IID=\Sigma[g\ x\ F/G\ x\ N]\ x\ 100$$

Según la escala de daño establecida y el número de plantas enfermas en cada una de las observaciones realizadas,

**Donde:**

1. I= intensidad de ataque en %
2. g= grado de ataque estimado
3. F= frecuencia en cada grado estimado
4. G= total de grados establecidos

a. N= número total de plantas u órganos examinados

### 3.3.5. Siembra de esclerotes de *Rhizoctonia* spp., y *Nakataea* sp. en medio PDA.

Para determinar la viabilidad de los esclerocios se usó la técnica modificada de Krause and Webster (1972). Las estructuras de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea sp.* recuperadas por el método de dilución de suelo, fueron colocadas en vasos conteniendo agua destilada estéril más dos gotas de hipoclorito de sodio al 2.5% por un minuto, tiempo después, se secaron sobre papel de filtro estéril, por 30 minutos en una cámara de siembra de flujo laminar.

Finalizado este proceso, con ayuda de una aguja de siembra, se sembraron 10 esclerotes por placa Petri con papa dextrosa agar (PDA). Las placas sembradas se incubaron a una temperatura de 24 grados por dos días, evaluándose la germinación de las estructuras, se consideró germinación cuando las estructuras presentaron desarrollo de micelio.

# CAPÍTULO IV

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Textura y conductividad eléctrica de los campos evaluados

Los campos evaluados presentan una textura adecuada para la siembra de arroz, la mayoría de los campos presentan una conductividad eléctrica alta, a excepción de Facultad y Realengal que tienen una conductividad eléctrica baja (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Textura y conductividad eléctrica de los campos evaluados.**

| | Campos | Textura | Conductividad | |
|---|---|---|---|---|
| Facultad | Campo 1 | Franco limoso | 0.4 | Baja |
| | Campo 2 | Franco arcilloso | 0.2 | Baja |
| | Campo 3 | Arcilla | 0.2 | Baja |
| | Campo 4 | Arcilla | 0.6 | Baja |
| La Canela | Campo 1 | Arcilla | 0.7 | Baja |
| | Campo 2 | Franco arcillo-limoso | 2.4 | Alta |
| | Campo 3 | Franco arcilloso | 1.7 | Alta |
| | Campo 4 | Arcilla | 1.3 | Media |
| La Jota | Campo 1 | Franco | 1.2 | Media |
| | Campo 2 | Franco limoso | 6.5 | Muy Alta |
| | Campo 3 | Franco arcilloso | 0.1 | Media |
| | Campo 4 | Franco arcilloso | 1.3 | Media |
| Realengal | Campo 1 | Arcilla | 0.3 | Baja |
| | Campo 2 | Franco limoso | 0.2 | Baja |
| Cerro Blanco | Campo 1 | Franco arenoso | 2.2 | Alta |
| | Campo 2 | Franco limoso | 2.2 | Alta |
| | Campo 3 | Arcilla | 1.7 | Alta |
| | Campo 4 | Franco limoso | 1.9 | Alta |
| | Campo 5 | Arcillo limoso | 0.9 | Media |
| | Campo 6 | Arcilla | 2.1 | Alta |

No existe correlación entre la cantidad de las estructuras, tipo de suelo, germinación de estructuras y severidad de los fitopatógenos, esto se corrobora por Zapata (2011), donde comparó la cantidad de estructuras, severidad y tipo de suelo (las mismas variables) sin encontrarse ninguna relación directa entre ellos.

## 4.2. Sintomatología de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea sigmoidea* registrados en campo

### 4.2.1. Añublo de la vaina del arroz

Rhizoctonia spp. afecta a todas las variedades de arroz evaluadas en Tumbes; los síntomas se pueden observar desde el almácigo. Las lesiones son de forma elíptica u ovoide de 2 a 4 cm de longitud, de colores verde a gris - verdoso, o pajizo, con bordes marrón oscuro.

Los síntomas se presentan desde la lámina de agua hasta cerca de la inserción de la panícula; el manejo, las condiciones del clima y la lámina de agua, pueden incrementar los daños en el campo (Meneses et al, 2001).

La enfermedad avanza de afuera hacia adentro, si las condiciones de humedad son altos los síntomas desarrollan en sentido vertical, hacia la parte alta de la planta, pudiendo comprometer las hojas. *Rhizoctonia spp*. forma estructuras de conservación llamados esclerotes de color marrón a café oscuro, que se desarrollan sobre la superficie del área afectada (Figura 2).

**Figura 2: Síntomas y esclerotes formados por Rhizoctonia spp. en las vainas.**

Cuando el cultivo llega a la etapa de macollamiento se forma un microclima que favorece el desarrollo del patógeno y su avance hacia la parte alta de las plantas.

### 4.2.2. *Nakataea sigmoidea*.

Este fitopatógeno, muestra sus síntomas desde la etapa de almácigo hasta la cosecha, los daños en campo son visibles desde los 45 días, ubicándose desde el nivel de lámina de agua, los daños avanzan desde la vaina externa hasta el tallo, donde puede causar la muerte de la planta; en campo no se observó muerte de plantas por ataque de *Nakataea* sp.

Los síntomas se inician con pequeños puntos de color negro, que luego son de forman rectangular con márgenes muy marcados y halo clorótico brillante, en ataques avanzados la enfermedad afecta todo el macollo.

**Figura 3: Daños causados por *N. sigmoidea* en arroz.**

Los micro esclerotes se forman al interior de las vainas y los tallos al final de la campaña, son abundantes, redondeados, de color negro y superficie lisa.

**Figura 4: Micro esclerotes formados por N. sigmoidea**.

### 4.3. Incidencia y severidad de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. a los 120 días de edad de cultivo. Campaña 2021- I

Al evaluar el nivel de incidencia de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp., a los 120 días después de la siembra, en la campaña 2021 - I, se encontró que la incidencia de la enfermedad fue del 100%, esto concuerda con Zapata (2011) que encontro niveles de incidencia similares en las mismas zonas.

La severidad registrada por *Rhizoctonia* spp. fue mayor a lo encontrado por *Nakataea* sp.; así mismo, se pudo observar que en los sectores La Jota y Realengal presentaron los más altos niveles de severidad para *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. (Figura 5).

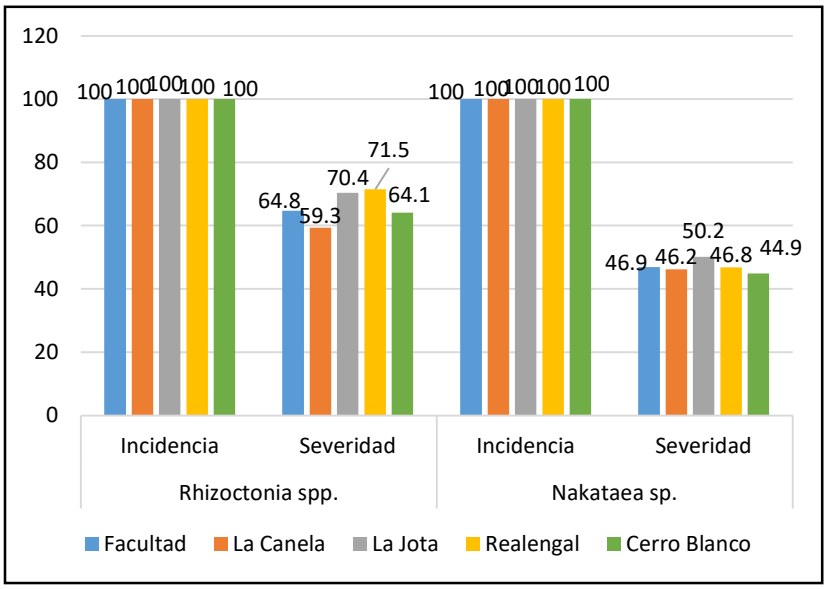



**Figura 5. Porcentaje de incidencia y severidad causados por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. a los 120 de edad de cultivo. Campaña 2021-I.**

### 4.4. Incidencia y severidad de *Rhizoctonia* y *Nakataea* a los 45 días de edad de cultivo. Campaña 2021-II

A los 45 días de edad de cultivo, *Rhizoctonia* y *Nakataea*, estaban afectando todas las plantas de arroz con niveles de incidencia que oscilaban entre 71 y 78% en *Rhizoctonia* y 73 y 81% con *Nakataea*. El nivel de severidad que se registró en todos los sectores fue bajo y osciló entre 19 y 34%, siendo mayor *Nakataea* en los sectores La facultad, La Canela y La Jota, en el caso de *Rhizoctonia* spp. los valores oscilaron entre 20 y 23%, en todos los sectores.

Zapata (2011), a los 45 días después de la siembra, obtuvo datos similares en la Facultad, donde muestra un valor del 72.67% de incidencia por *Rhizoctonia* spp. Además, muestra en la Facultad una severidad del 23.49% por *Rhizoctonia* spp.,

pero difiere en *Nakataea* sp. con 10.64%, mientras que las demás zonas sobre pasa el 38% diferente con los datos de esta investigación (Figura 6).

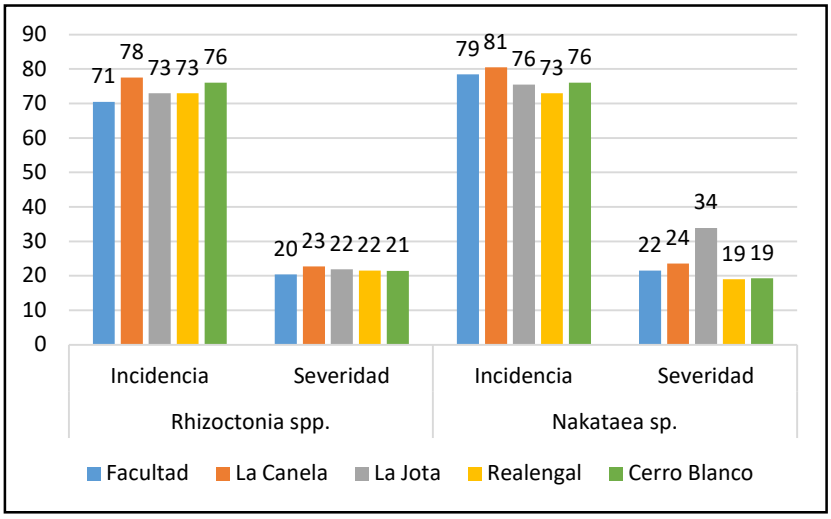



**Figura 6: Incidencia y severidad causados por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea sigmoidea* a los 45 días de edad de cultivo. Campaña 2021 – II.**

Los valores registrados, muestran la presencia de la enfermedad desde etapas muy tempranas en los campos definitivos, normalmente en nuestra Región, el trasplante se realiza entre los 28 y los 30 días de almácigo, a esa edad los plantas ya presentan los primeros síntomas en las vainas externas (Garrido, 2004), producto del ataque de estos fitopatógenos en el almácigo, el periodo de infección y expresión de los síntomas se da en un tiempo de 15 días, tiempo suficiente para trasportar plantas con síntomas hacia los campos.

Probablemente, las vainas externas de las plantas con síntomas iniciales, sembrados en los campos definitivos, mueran por efecto del estrés de la siembra y se dé una segunda infección que serían los síntomas registrados a los 45 días de edad de cultivo (15 días después del trasplante) y que corresponderían a los ataques de los fitopatógenos a partir del potencial de inóculo primario presente en el campo.

### 4.5. Incidencia y severidad de *Rhizoctonia spp.* y *Nakataea* sp. a los 120 días de edad de cultivo. Campaña 2021- II

A los 120 días de edad de cultivo, la incidencia en todos los campos fue de 100%, mientras que la severidad de *Rhizoctonia* osciló entre 60 y 70%, en *Nakataea* los niveles oscilaron entre 46 y 49%. Los sectores La Facultad y La Jota registraron los valores más altos. (Figura. 7).

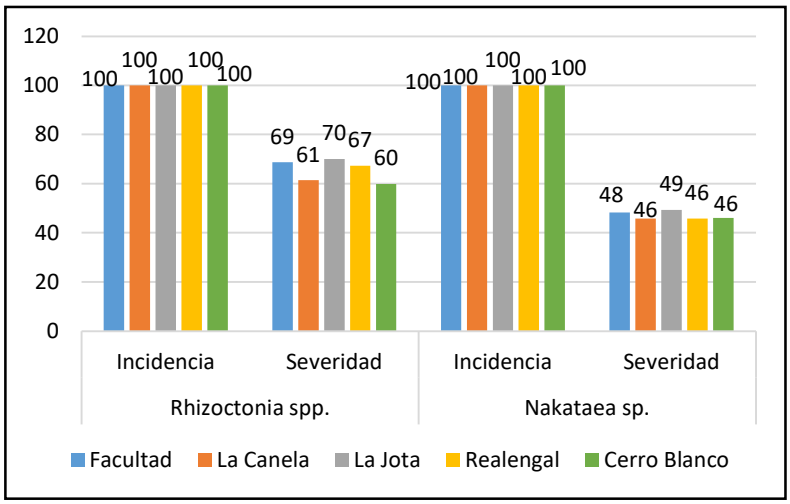



**Figura 7: Incidencia y severidad causadas por *Rhizoctonia* y *Nakataea sigmoidea* a los 120 días de edad de cultivo. Campaña 2021 – II.**

Los niveles de enfermedad registrados a esta edad de cultivo, son producto de las infecciones ocurridas en campo definitivo, ante la presencia de estructuras viables que se formaron en la campaña anterior.

La enfermedad se incrementó en todos los sectores, entre los 45 y los 120 días de edad de cultivo, siendo mayor con *Rhizoctonia* spp. (Cuadro 2); una de las condicionantes para el desarrollo de estos fitopatógenos, además de la cantidad de inoculo, es la humedad relativa y manejo agronómico; entre ellos la fertilización, en Tumbes, los campos de arroz son fertilizados con altas dosis de nitrogenados y se mantienen con láminas de agua altas.

El periodo crítico para el desarrollo de esta enfermedad se da entre los 45 y 60 días, si durante este periodo no se aplica una medida de control, los niveles de enfermedad aumentan considerablemente, como lo ocurrido este caso.

**Cuadro 2: Porcentaje de incremento de la severidad causados por *Rhizoctonia* sp. y *Nakataea sigmoidea* entre los 45 y los 120 días de edad de cultivo.**

| Sector | *Rhizoctonia* spp. | *Nakataea* sp. |
|---|---|---|
| Facultad | 70.26 | 55.44 |
| La Canela | 62.96 | 48.55 |
| La Jota | 68.81 | 31.22 |
| Realengal | 68.07 | 58.55 |
| Cerro Blanco | 64.25 | 58.09 |

### 4.6. Número de esclerotes y micro esclerotes de *Rhizoctonia* spp. *y Nakataea* sp., campaña 2021 – I y 2021 – II

El método de recuperación de estructuras en el suelo, nos ha permitido determinar el número de esclerotes y microesclerotes de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea sigmoidea* que existen en el suelo al término de la campaña agrícola

En la campaña 2021 - I, la población de estructuras de *Rhizoctonia* spp., en los sectores La canela, La Jota y Cerro Blanco fueron casi similares, algo diferente con el sector Relengal que registro la población más baja con 230,550 estructuras/ $m^2$. Zapata (2011) difiere de lo obtenido en la zona la Jota, ya que muestra un valor menor de 159 787 estructuras/ $m^2$.

En el caso de *Nakataea sigmoidea,* la población varía mucho entre los sectores, colocando a la Jota como el sector con mayor número de estructuras recuperadas del suelo, con 480,250 estructuras/ $m^2$, difiere con Zapata (2011) que encontró 106 710 estructuras/ $m^2$.

Mientras que Realengal y La Canela con 268,250 y 266,075 estructuras/ $m^2$, respectivamente, fueron los sectores con la población promedio más baja por metro cuadrado (Fig. 8).

Son estas estructuras que, en consecuencia, representan el inóculo inicial de fitopatógenos en los campos arroceros, los daños que generen estas estructuras en las plantas se hacen evidentes en los almácigos y en los campos definitivos después del trasplante.

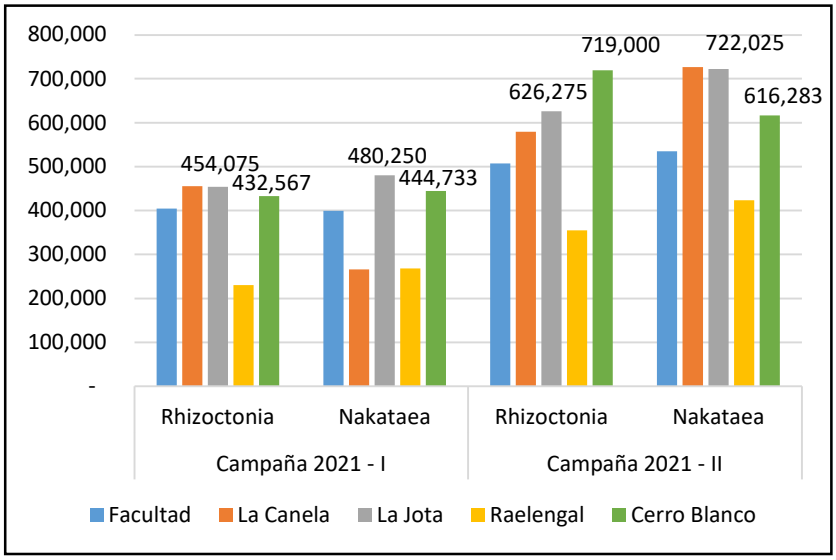



**Figura 8: Número promedio de esclerotes y micro esclerotes por 1$m^2$ en la campaña de arroz 2021-I y 2021 - II.**

En la campaña 2021 – II, las poblaciones de estructuras de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp., en cada sector, son superiores a las poblaciones registradas en la campaña 2021 – I. Cerro blanco con 719,000 estructuras/$m^2$ de *Rhizoctonia* spp., La Canela y La Jota con 726,450 estructuras/$m^2$ y 722, 025 estructuras/$m^2$ de *Nakataea* sp., es la población más alta registrada en esta campaña. La población de estructuras difiere con lo obtenido por Zapata (2011), que presentó la población más alta en la zona de La facultad con 606, 045 estructuras/$m^2$.

Cuando se determinó la población total promedio de estructuras registradas entre la campaña 2021 – I y 2021 – II, se encontró que en todos los sectores la población

de estructuras en la campaña 2021 - II fueron más altas que las registradas en la campaña 2021 – I. (Figura 9).

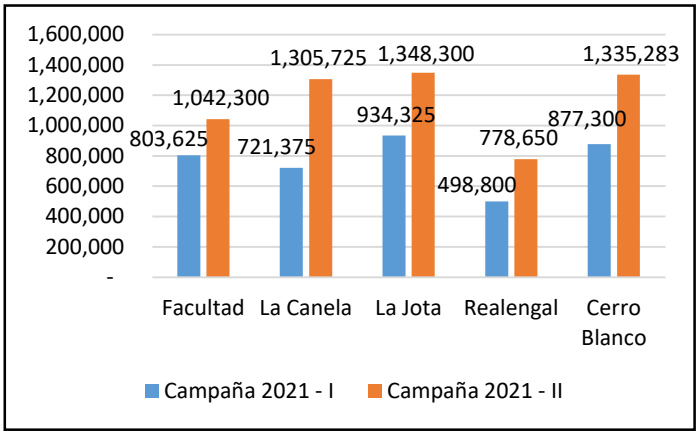



**Figura 9: Número total promedio de esclerotes y microesclerotes por $1m^2$ registrados en la campaña de arroz 2021-I y 2021 - II.**

Al analizar la proporción de estructuras que cada fitopatógeno aportó a la población total en cada sector, se encontró que en Cerro Blanco y Realengal, *Rhizoctonia* spp. representaba el 40 y 35% de la población total; en el caso de *Nakataea*, la mayor proporción se registró en La Canela con 63% seguidos de Realengal y la Jota, con 37 y 33%; el sector La Facultad es el sector con el más bajo porcentaje de estructuras de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. que se incrementaron de una campaña a otra. (Cuadro 3). El incremento de las poblaciones de estructuras concuerda con lo obtenido por Zapata (2011), que presentó incrementos de hasta 4.15 veces la cantidad de estructura con respecto a la campaña anterior.

**Cuadro 3: Porcentaje de incremento de estructuras entre la campaña 2021 – I y 2021 – II.**

| Sector | *Rhizoctonia* spp.(%) | *Nakataea* sp.(%) | Pobl. Total (%) |
|---|---|---|---|
| Facultad | 20 | 25 | 23 |
| La Canela | 21 | 63 | 45 |
| La Jota | 27 | 33 | 31 |
| Realengal | 35 | 37 | 36 |
| Cerro Blanco | 40 | 28 | 34 |
| | 29 | 37 | 34 |

La población total, promedio de estructuras que se incrementó en la campaña 2021 – I y 2021 - II, fue de 34%; a nivel de sector La Canela con 45% de incremento, es el valor más alto que se registró en Tumbes; algo muy distinto con lo hallado por Zapata (2011), que obtuvo incremento por *Rhizoctonia* de hasta 254% y 415% por *Nakataea.* No se ha podido encontrar alguna relación entre la conductividad eléctrica y la textura del suelo.

### 4.7. Población, germinación e incidencia causada por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp., campaña 2021- II

La cantidad de estructuras de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* spp. presentes en el suelo al término de la campaña agrícola, pueden mostrar su presencia en las plantas con un síntoma. El desarrollo de la enfermedad, a partir de los síntomas iniciales, pueden variar con los factores de la producción, aun cuando el síntoma exprese el daño generado por el encuentro de una estructura, su germinación y ataque, la mayor distribución de plantas con síntomas iniciales dependerán del número de estructuras en el suelo y su capacidad de germinación. Aún se desconoce si cada estructura en el suelo genera un síntoma, o sí una misma planta pudo haber sido atacada por diferentes estructuras; en la evaluación de la incidencia en campo se observa la presencia de un síntoma en un lado de la planta y no en diferentes zonas de las vainas de las plantas; además, no se conoce si existe entre estos fitopatógenos alguna acción de antagonismo que interfiera el desarrollo o la germinación entre ellos, o cuando más de una estructura se acerque a un mismo punto de infección.

Como se sabe, los síntomas y el desarrollo de los daños depende de factores externos, como la temperatura, la humedad, la nutrición de la planta y la germinación de las estructuras. Cuando se analizó la relación porcentual de cada fitopatógeno en el suelo y la severidad de los daños en la planta en cada sector, según el coeficiente de correlación no se encontró ninguna relación entre los niveles de población, IID y la germinación de estructuras.

Aun cuando en los sectores Cerro Blanco y La Jota, el porcentaje de incidencia causado por *Nakataea* son similares (76%), esta expresión no tiene ninguna correlación con la cantidad de estructuras y su germinación; en Cerro Blanco la cantidad de estructuras fue de 444 733 y la germinación de 30% y, en el sector La Jota se registró 480 250 estructuras/$m^2$ con una germinación de 25%. La Canela presenta el nivel más alto de incidencia con 80.5%, con 266 075 estructuras/$m^2$ y una germinación de 41.3%.

Con *Rhizoctonia*, en La Canela se obtienen similares resultados, un nivel de incidencia de 77.5%, con 455 300 estructuras/$m^2$ y una germinación del 37.5%, es similar a Cerro Blanco, con 432 567 estructuras/$m^2$ y con una germinación del 25.08%. Con lo cual no se encuentra una correlación entre los datos evaluados, esto concuerda con Zapata (2011), donde en su investigación no logro encontrar una correlación entre la cantidad de estructuras y el nivel de severidad, llegando a encontrar en la zona la Canela 120, 705 estructuras/$m^2$ con una severidad de 43.3% y en la zona de la Jota una cantidad de 84, 345 estructuras/$m^2$ con 45.4% de nivel de severidad.

Los valores de incidencia similares, como los registrados en campo, deberían partir de una población de estructuras similares, pero existe más de un factor ambiental y prácticas de manejo del cultivo que podría estar afectando la producción de estructuras y su germinación. Esto concuerda con Águeda (2010) que indica la germinación de estructuras puede estar influenciada por el manejo agronómico del cultivo, además de las condiciones ambientales.

Existe un espacio de tiempo entre la toma de muestras de suelo con estructuras, que es lo que se analiza en laboratorio y, las estructuras en el campo que quedan expuestas a la acción del medio ambiente y a las labores que se realizan al inicio de la campaña agrícola, como: el riego de fangueo, el batido del campo y el uso de herbicidas, que podrían afectar el número de estructuras y su germinación.

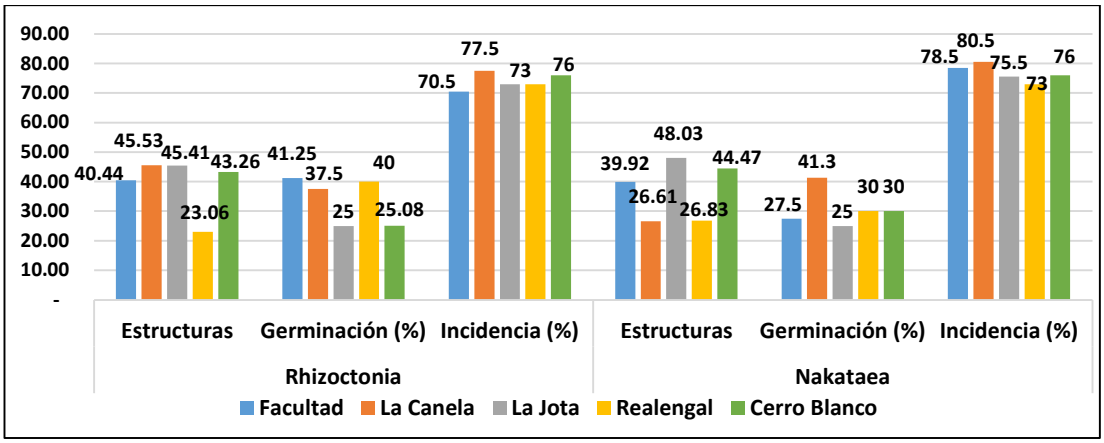



**Figura 10: Población y germinación de estructuras de la campaña 2021 – I y la incidencia causada por *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. en la Campaña 2021-II.**

Los resultados encontrados nos muestran que no se existe una relación directa entre la cantidad de estructuras presentes en el suelo, su germinación y los síntomas iniciales registrado en el cultivo, tal como lo ocurrido a los 45 días de edad de cultivo en la campaña 2021 - II.

# CAPÍTULO V

## 5. CONCLUSIONES

1.- La enfermedad se incrementó en todos los sectores, entre los 45 y los 120 días de edad de cultivo, siendo mayor con *Rhizoctonia* spp. cuyo incremento osciló entre 60 y 70% y con *Nakataea* sp. entre 31 y 58%.

2.- En la campaña 2021 – II, las poblaciones de estructuras de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp., en cada sector, son superiores a las poblaciones registradas en la campaña 2021 – I; similar respuesta se encontró con la población total de estructuras, el mayor incremento se registró en el sector la Canela con 45% y Realengal con 36%.

3.- Desarrollo de una enfermedad en campo se debe muchas veces a las condiciones ambientales, en el caso de los hongos de la pudrición de tallos y vainas necesitan alta humedad relativa, como la presente en los campos arroces que es en promedio 75% y una temperatura que osciló entre 31° y 21°C.

4.- No se encontró ninguna relación directa entre la cantidad de estructuras, su germinación y la incidencia; en Cerro Blanco la cantidad de estructuras fue de 444 733 estructuras/$m^2$, la germinación de 30%, la incidencia 76%, con lo que presento un coeficiente de correlación de 0.0557; la Canela presenta el nivel más alto de incidencia con 80.5%, con 266 075 estructuras/$m^2$ y una germinación de 41.3% con coeficiente de correlación de 0.5055, lo que explica que no existe relación entre los campos arroceros evaluados.

# CAPÍTULO VI

## 6. RECOMENDACIÓN

1. La pudrición de tallos y vainas en el cultivo de arroz, sigue siendo un problema fitosanitario de gran importancia en la región, razón por la cual, se debe optar por implementar medidas preventivas para minimizar los daños de esta enfermedad.

# CAPÍTULO VII

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS


Agris (2012). Pudrición de la vaina en arroz: maneja y control. Food and agriculture organization of the united nations. Biblioteca agrícola, CORPOICA. Santa Fe, Bogotá – Colombia.

Águeda, M. (2010). Evaluación del potencial de inóculo de *Sclerotium oryzae* en relación con la incidencia de la podredumbre del tallo en arrozales de la provincia de corrientes. Universidad Nacional Del Nordeste, 54.

Aguilar, R., Maldonado, A., Zapata, Y., More, M., Galecio, M., y Namó, P. (2017). Etiología de la enfermedad de pudrición de vaina y tallo en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.) var. Nir. 1, fundo Mambré, valle del Chira, Piura-Perú. Manglar, 14(1), 31-38. Obtenido de https://es.scribd.com/document/475502423/Trabajo-encargado-N-3

Álvarez, E. (2018). Cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*). Centro nacional de tecnología agropecuaria y forestal. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Gobierno de El Salvador- Municipio de Ciudad Arce, departamento de la Libertad.

Ávila, S. (2001). *Rhizoctonia oryzae-sativae*. Mancha agregada o manchado confluente de las vainas. Arroz (27), 41–45. Obtenido de http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/5528/1/Revista-Arroz-2001-27-AVILA.pdf

Cintas, N., y Webster, R. (2001). Effects of rice management on Sclerotium oryzae inoculum, stem rot severity, and yield of rice in California. Plant Dis., 85, 1140-1144.

Espinoza, A. (2007). Enfermedades Fungosas del arroz. Manual del Cultivo de Arroz. INIAP (Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias)., 75 – 89.

Garrido, M. (2006). Etiología de la pudrición de los tallos y las vainas del arroz. 18. Obtenido de Scribd: https://es.scribd.com/document/73702062/Etiologia-de-La-Pudricion-de-Tallos-y-Vainas-Del-Arroz.

Garrido, M. (1998). Incidencia de las enfermedades del cultivo de arroz en tumbes, durante el desarrollo del fenómeno de El Niño. Libro de resúmenes XV Congreso Peruano de Fitopatología, Pucalpa 27 de setiembre al 02 octubre.

Garrido, M. (2009). Manejo de la pudrición de tallos y vainas del arroz. Obtenido de Orius Biotech: http://www.oriusbiotech.com/archivos/investigaciones/2011_peru-manejo_de_la_pudricin_de_tallos_y_vainas_del_arroz.pdf

Gutiérrez, S. (2007). Sclerotium hydrophilum en cultivos de arroz de Argentina. Summa Phytopathol, 33(1), 100.

INIA. (2018). Manual de identificación de enfermedades y plagas en el cultivo de arroz. Uruguay. INIA, 66. Obtenido de http://www.aca.com.uy/Manualdeidentificaciondeenfermedaresyplagasenelcultivodearroz.pdf.

Izquierdo, L. (2005). Estudio de la población de Microesclecios de Nakataea sigmoidea y Esclerotes de *Rhizoctonia solani*, *Rhizoctonia oryzae* y *Rhizoctonia oryzae-sativae* del cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) en el departamento de Tumbes. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.

Jimenez, A. (1979). Enfermedades del arroz en el Perú. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Ministerio de Agricultura y Alimentación. Dirección regional II. Perú: Universidad Pedro Ruiz Gallo.

Jiménez, A. (2005). Enfermedades del arroz en el Perú. Ministerio de Agricultura y alimentación. Dirección Regional II. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.

Krause, R., y Webster, R. (1973). Sclerotial production, viability determination and quantitative recovery of *Sclerotium oryzae* from soil. Mycologia, 64, 1333-1337.

Meneses, C., Gutiérrez, A., García, A., y Rubio. (2000). Guía para el trabajo de campo en el campo integrado de plagas del arroz. Colombia: CIAT.

MINAGRI. (2019). Plan Nacional de Cultivos 2019, Campaña Agrícola 2019 – 2020. MINAGRI, 323. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/471867/Plan_Nacional_de_Cultivos_2019_2020b.pdf

Ou, S. (1985). Rice Diseases. 2nd ed. Kew, Surrey, England. Commonwealth Mycological Institute., 380.

Pantoja, A., Fischer, A., Correa, F., Sanint, L., y Ramírez, A. (1997). MIP en arroz, Manejo integrado de plagas artrópodos, enfermedades. Centro Internacional de Agricultura Tropical., 135.

Ronquillo, J. (2014). BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL TIZÓN DE LA VAINA (*Rhizoctonia solani* Kuhn) EN ARROZ (*Oryza sativa L*.). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias Agrarias. Guayaquil – Ecuador.

Ulacio, D., Nass, H., y Pineda, J. (2000). Viabilidad de *Rhizoctonia solani* AG1-IA bajo condiciones de inundación. III. Comportamiento *in vitro* de los própagulos. Bioagro, 12(1), 3-9.

Webster, (1992). Stem rot. In: Webster RK, Gunnell PG, eds. Compendium of rice diseases. American Phytopathological Society, 21-22.

Zapata, V. (2011). Potencial de inoculo y severidad causada por los hongos *Nakataea sigmoidea* hara y *Rhizoctonia solani* kunn en el valle de Tumbes. Tumbes: Universidad Nacional de Tumbes.

# CAPÍTULO VIII

## 8. ANEXOS

**Anexo 1: Datos meteorológicos desde marzo hasta diciembre del 2021.**

| Mes | Temperatura (°C) | | Humedad Relativa (%) |
|---|---|---|---|
| | Max | Min | |
| **marzo** | 31° | 24° | 80 |
| **abril** | 30° | 24° | 79 |
| **mayo** | 29° | 23° | 77 |
| **junio** | 28° | 22° | 75 |
| **julio** | 27° | 21° | 73 |
| **agosto** | 26° | 21° | 73 |
| **setiembre** | 26° | 21° | 72 |
| **octubre** | 26° | 21° | 73 |
| **noviembre** | 27° | 22° | 72 |
| **diciembre** | 29° | 23° | 72 |

**Fuente: Elaboración propia, 2021**.

## Anexo 2: Escala de severidad de daños para *Nakataea sigmoidea* (Jimenez,1979).

| GRADO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| 0 | No se observan síntomas o la infección no prospero. |
| 1 | Lesiones necróticas de hasta 4 mm. de longitud, 15% de hojas muertas, presencia de micelio sobre la zona afectada y ausencia de esclerotes |
| 2 | Lesiones necróticas de hasta 15 mm longitud de 16-30% de hojas muertas. Presencia de micelio en el exterior del tallo y esclerotes en número reducido del 1 - 30. |
| 3 | Lesiones necróticas de hasta 20 mm de longitud que se extienden causando pudrición parcial o total del tallo, de 31 - 40% de hojas muertas presencia de micelio en el exterior del tallo, esclerotes de 31 - 50. |
| 4 | Lesiones necróticas mayores de 21 mm de longitud. Tallos podridos, más del 70% de hojas muertas, presencia de masas miceliales y abundantes esclerotes en las zonas afectadas. |

## Anexo 3: Escala de severidad de daños para *Rhizoctonia (*Ulacio et al.,1999).

| GRADO | DESCRIPCIÓN |
|---|---|
| 0 | Sin síntomas |
| 1 | 0,1 - 5%: daño incipiente (leve amarillamiento de la vaina) |
| 2 | 6 - 15%: daño visible (quemado leve) |
| 3 | 16 – 30%: daño poco severo (quemado leve a moderado hasta 3 cm.) |
| 4 | 31 – 50%: daño medianamente severo (quemado intenso hasta 6cm.) |
| 5 | 51 – 80%: daño severo (quemado intenso hasta 10cm.) |
| 6 | 81 – 100%: daño extremadamente severo (quemado intenso > 10 cm. con hoja completamente seca). |

**Anexo 4: Cantidad total de esclerotes inicial y final por campo.**

| | Cantidad de Estructuras | |
|---|---|---|
| | Esclerotes iniciales | Esclerotes finales |
| | Campaña 2021 - 1 | Campaña 2021 - 2 |
| **Facultad** | 803,625 | 1,042,300 |
| **La Canela** | 721,375 | 1,305,725 |
| **La Jota** | 934,325 | 1,348,300 |
| **Realengal** | 498,800 | 743,850 |
| **Cerro Blanco** | 870,060 | 1,335,283 |

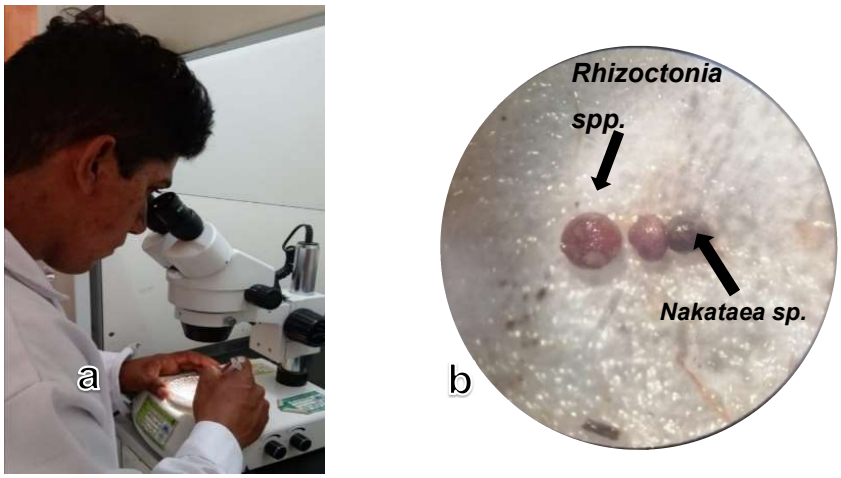
**Anexo 4: Evaluación de pudrición de tallos y vainas en planta de arroz de arroz.**

**Anexo 5: Toma de muestra de suelo.**

**Anexo 6: Recuperación de estructuras de los hongos, (a) Pesando 100 gr de suelo de la muestra, (b) Vertiendo los 100 gr de suelo en el balde con agua.**

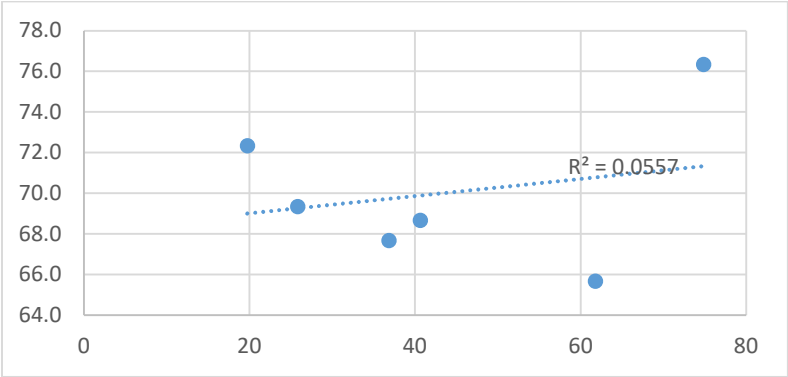
**Anexo 7: Recuperación de estructuras de los hongos, (a) Rompiendo los terrones de suelo, (b) Vertiendo la solución de agua y suelo en los tamices.**

**Anexo 8: Recuperación de estructuras de los hongos, (a) Realizando el conteo de estructuras en el estereoscopio. (b) Estructuras de *Rhizoctonia* sp. y *Nakataea* sp.**



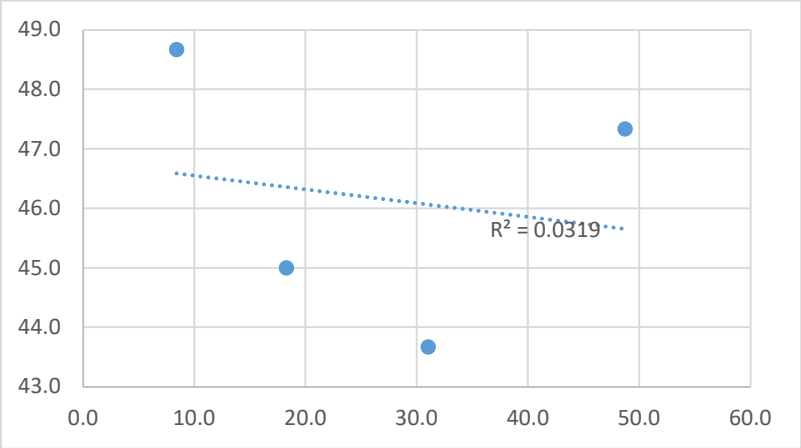
**Anexo 9: Siembra de esclerocios de *Rhizoctonia* spp. y *Nakataea* sp. en medio PDA. (a) Realizando siembra de estructuras en placa. (b) Estructuras sembradas en placa Petri con PDA.**

**Anexo 10: Correlación de Pearson (r) entre cantidad de esclerocios de *Rhizoctonia* spp. y severidad de la podredumbre del tallo, en la zona de Cerro blanco.**




R=0.0557

**Anexo 11: Correlación de Pearson (r) entre cantidad de esclerocios de *Nakataea* spp. y severidad de la podredumbre del tallo, en la zona de la Canela.**




R=0.0319

## Anexo 12: Informe de originalidad Turnitin

turnitin

# Recibo digital

Este recibo confirma quesu trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

| | |
|---|---|
| Autor de la entrega: | Brian Yair Vasquez Saldarriaga Vasquez Saldarriaga |
| Título del ejercicio: | Proyecto de investigación |
| Título de la entrega: | Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cos... |
| Nombre del archivo: | TESIS_BRIAN_VASQUEZ.13.docx |
| Tamaño del archivo: | 6.22M |
| Total páginas: | 50 |
| Total de palabras: | 8,662 |
| Total de caracteres: | 44,112 |
| Fecha de entrega: | 14-oct.-2022 12:01a. m. (UTC-0500) |
| Identificador de la entre... | 1925001997 |

UNIVERSIDAD NACIONAL DE TUMBES
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA DE AGRONOMÍA

Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2 021

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGRÓNOMO

Br. Brian Yair Vasquez Saldarriaga

TUMBES, PERÚ
2022

Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy
Código ORCID N°0000-0002-8542-9353

Derechos de autor 2022 Turnitin. Todos los derechos reservados.

# Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2 021

*por* Brian Yair Vasquez Saldarriaga Vasquez Saldarriaga

**Fecha de entrega:** 14-oct-2022 12:01a.m. (UTC-0500)
**Identificador de la entrega:** 1925001997
**Nombre del archivo:** TESIS_BRIAN_VASQUEZ.13.docx (6.22M)
**Total de palabras:** 8662
**Total de caracteres:** 44112

Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy
Código ORCID N°0000-0002-8542-9353

Nivel de severidad de la pudrición de tallos y vainas a la cosecha y la población de esclerotes en el suelo, en arroz, Tumbes - Perú, 2 021

INFORME DE ORIGINALIDAD

| 6% | 6% | 0% | 2% |
|---|---|---|---|
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|---|---|
| 1 | www.researchgate.net<br>Fuente de Internet | 2% |
| 2 | Submitted to Universidad Nacional de Tumbes<br>Trabajo del estudiante | 1% |
| 3 | repositorio.untumbes.edu.pe<br>Fuente de Internet | 1% |
| 4 | repositorio.ug.edu.ec<br>Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.uasb.edu.ec<br>Fuente de Internet | <1% |
| 6 | www.copladi.udg.mx<br>Fuente de Internet | <1% |
| 7 | archive.org<br>Fuente de Internet | <1% |
| 8 | repositorio.utn.edu.ec<br>Fuente de Internet | <1% |

Dr. Miguel Ángel Garrido Rondoy
Código ORCID N°0000-0002-8542-9353