



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO

CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO

MAESTRÍA EN AGRONOMÍA, MENCIÓN PROTECCIÓN VEGETAL

TRABAJO DE TITULACIÓN:

“Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz
(*Oryza sativa* L.) en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”.

AUTOR:

Ing. Agr. Jhon Luis Cano Maquilón

TUTOR:

Ing. Agr. Marlon López Izurieta, Mg.

Babahoyo - Los Ríos – Ecuador
2022

DEDICATORIA

El presente trabajo se lo dedico a Dios por haberme bendecido y guiado a lo largo de esta etapa estudiantil.

A mi esposa, ya que la culminación del estudio de posgrado es uno de los objetivos que hemos planteado dentro de nuestro proyecto de vida.

A mis padres, Daniel Cano y Janeth Maquilón, por brindarme siempre su apoyo y estar presentes en cada etapa de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios porque a pesar de la difícil situación sanitaria que vive el mundo ha bendecido con salud a todos mis seres queridos.

A mi esposa por ser un pilar fundamental en mi vida y brindarme toda la comprensión necesaria durante esta etapa estudiantil.

A mis padres por todos los valores inculcados y el sacrificio realizado para brindarme educación.

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL

“La responsabilidad del contenido de este trabajo le corresponde exclusivamente a su autor; y el patrimonio intelectual del mismo a la Universidad Técnica de Babahoyo”.



Firmado electrónicamente por:

**JHON LUIS
CANO**

Ing. Jhon Luis Cano Maquilón
C.I. 120410309-5

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA BABAHoyo
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO



Babahoyo, 20 de Septiembre de 2021

Sr.

Ing. José Sandoya Villafuerte, MAE.

DIRECTOR DEL CENTRO DE POSGRADO UTB

Presente,

De mi consideración:

Luego de expresarle un cordial saludo, me dirijo a usted para darle a conocer que la Tesis titulada **“Efecto de productos biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de arroz (*Oryza sativa L.*) en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”**, presentada por el Ingeniero Jhon Luis Cano Maquilón; fue revisada por el suscrito concediendo el aval correspondiente, para que se proceda a solicitar la conformación del Tribunal de Sustentación.

Esperando una acogida favorable, reitero mis agradecimientos.

Atentamente,

Ing. Marlon López Izurieta, M.Sc

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

INFORME FINAL DE COINCIDENCIAS APLICANDO EL SISTEMA URKUND

INFORME DEL SISTEMA URKUND

El suscrito Ing. Marlon López Izurieta, M.Sc, docente de Posgrado de la Universidad Técnica de Babahoyo, certifico que la tesis de maestría titulada "Efecto de productos biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.) en dos localidades de la Provincia de Los Ríos", perteneciente al señor: Ing. Jhon Luis Cano Maquilón, Maestrante del programa de Maestría en Agronomía con mención en protección Vegetal, fue sometido a un análisis en la plataforma URKUND, donde presento un 91% de originalidad y un 9% de similitud con otros trabajos publicados, verificando las correcciones pertinentes y considerando el Reglamento de Titulación de Posgrado de la Universidad Técnica de Babahoyo.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document:	Documento Final - Jhon Cano Maquilón.docx (D113284533)
Submitted:	9/23/2021 4:07:00 PM
Submitted By:	jcanom@utb.edu.ec
Significance:	9 %


Ing. Marlon López Izurieta, M.Sc
Docente Asesor

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA INTELECTUAL	iv
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	v
INFORME FINAL DE COINCIDENCIAS APLICANDO EL SISTEMA URKUND.....	vi
RESUMEN	xii
ABSTRAC.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.1. Formulación del problema.....	2
1.2. Justificación.....	2
1.3. Objetivos	3
1.4. Formulación de la hipótesis.....	3
II. MARCO TEÓRICO	4
2.1. Importancia del cultivo de arroz.....	4
2.2. Enfermedades del arroz	6
2.2.1. Tizón del arroz.....	9
2.2.2. Mancha parda	10
2.3. Control Biológico	11
2.3.1. <i>Bacillus</i>	14
2.3.2. Mecanismos de acción de <i>Trichoderma</i> spp. como agente de control biológico	15
2.3.3. Antibiosis.....	18
2.3.4. Competencia por nutrientes o nichos.....	19
2.3.5. Micoparasitismo	20
2.3.6. Fungistasis	21
2.4. Biofungicidas.....	21
2.5. Estudios realizados	24
III. METODOLOGÍA	26
3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental.....	26
3.1.1. Localidad 1	26
3.1.2. Localidad 2	26
3.2. Material genético	27

3.3. Factores estudiados.....	27
3.4. Tratamientos.....	27
3.5. Diseño experimental.....	28
3.5.1. Análisis de varianza.....	29
3.5.2. Dimensiones de la parcela.....	29
3.6. Manejo del ensayo.....	29
3.6.1. Preparación de terreno.....	29
3.6.2. Siembra.....	29
3.6.3. Riego.....	30
3.6.4. Fertilización.....	30
3.6.5. Control de malezas.....	30
3.6.6. Control fitosanitario.....	30
3.6.7. Cosecha.....	31
3.7. Datos evaluados.....	31
3.7.1. Incidencia de las enfermedades.....	31
3.7.2. Severidad de manchado del grano.....	31
3.7.3. Identificación del agente causal.....	32
3.7.4. Porcentaje de clorofila.....	32
3.7.5. Altura de planta (cm).....	32
3.7.6. Número de macollos.....	32
3.7.7. Número de panículas.....	32
3.7.8. Longitud de las panículas (cm).....	33
3.7.9. Granos por panículas.....	33
3.7.10. Peso de 1000 granos (g).....	33
3.7.11. Rendimiento del cultivo (kg/ha).....	33
3.7.12. Análisis económico.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Incidencia de enfermedades.....	34
4.1.1. Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i>	34
4.1.2. Incidencia de <i>Sarocladium oryzae</i>	36
4.1.3. Incidencia de <i>Helminthosporium oryzae</i>	38
4.1.4. Incidencia de <i>Pyricularia oryzae</i>	40
4.2. Severidad de enfermedades.....	42
4.2.1. Severidad de <i>Rhizoctonia solani</i>	42

4.2.2. Severidad de <i>Sarocladium oryzae</i>	44
4.2.3. Severidad de <i>Helminthosporium oryzae</i>	46
4.2.4. Severidad de <i>Pyricularia oryzae</i>	48
4.3. Porcentaje de clorofila.....	50
4.4. Altura de planta	52
4.5. Número de macollos.....	54
4.6. Número de panículas	56
4.7. Longitud de panículas.....	58
4.8. Granos por panículas	60
4.9. Peso de 1000 granos	62
4.10. Rendimiento.....	64
4.11. Análisis económico.....	64
4.12. Discusión	67
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	68
5.1. Conclusiones	68
5.2. Recomendaciones	68
VI. BIBLIOGRAFÍA.....	69
Anexos.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Características del material de siembra, variedad SFL-11, utilizada en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	27
Cuadro 2. Tratamientos estudiados, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	28
Cuadro 3. Incidencia de <i>R. solani</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	35
Cuadro 4. Incidencia de <i>S. oryzae</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	37
Cuadro 5. Incidencia de <i>H. oryzae</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	39
Cuadro 6. Incidencia de <i>P. oryzae</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	41
Cuadro 7. Severidad de <i>R. solani</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	43
Cuadro 8. Severidad de <i>S. oryzae</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	45
Cuadro 9. Severidad de <i>H. oryzae</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	47
Cuadro 10. Severidad de <i>P. oryzae</i> , en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	49
Cuadro 11. Porcentaje de clorofila, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre	

la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	51
Cuadro 12. Altura de planta, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	53
Cuadro 13. Número de macollos, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	55
Cuadro 14. Número de panículas, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	57
Cuadro 15. Longitud de panículas, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	59
Cuadro 16. Granos por panículas, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	61
Cuadro 17. Peso de 1000 granos, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	63
Cuadro 18. Rendimiento, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	65
Cuadro 19. Análisis económico, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	66
Cuadro 20. Costos fijos/ha en la localidad de “Cachari”, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	78
Cuadro 21. Costos fijos/ha en la localidad de “Cachari”, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.	79

RESUMEN

La presente investigación se estableció en los terrenos del Proyecto “Cacharí” y en los terrenos de la Hda. La Esperanza, ubicada en el Rcto. “La lucha”, parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo. Se utilizó como material de siembra semillas de arroz SFL-11. En el ensayo se utilizaron 10 tratamientos constituidos por 2 localidades y los biofungicidas con sus respectivas dosis, tales como: *Bacillus subtilis* (dosis de 1,0 y 2,0 L/ha); *Trichoderma sp.* (dosis de 2 y 3 g/kg); *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* (dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 1,0 L/ha + 3,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 3,0 g/kg); Testigo absoluto (dosis 0) y Testigo químico (primera aplicación de *Mancozeb* + *Cymoxanil* en dosis de 1 kg/ha a los 18 ddt, la segunda aplicación *Difenoconazol* + *Propiconazol* en dosis de 250 cc/ha a los 38 ddt y la tercera aplicación *Tebuconazole* + *Trifloxystrobin* en dosis de 600 cc/ha a los 58 ddt), con el diseño experimental denominado "Bloques completos al Azar"(DBCA), en arreglo factorial A x B, con dos tratamientos, diez subtratamientos y tres repeticiones, aplicando la prueba de Tukey al nivel 0,05 %. Según los resultados obtenidos se determinó que la mayor incidencia y enfermedad de las enfermedades se observó en el tratamiento testigo, sin aplicación de biofungicidas, en ambas localidades; el uso de productos biofungicidas influyó positivamente en lo referente al porcentaje de clorofila; las características agronómicas se vieron influenciadas por el uso de los productos aplicados en el cultivo de arroz y en el análisis económico se obtuvo mayor beneficio neto, con la aplicación de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg.

Palabras claves: biofungicidas, sanidad, arroz, enfermedades.

ABSTRAC

The present investigation was established on the grounds of the "Cacharí" Project and on the grounds of the Hda. La Esperanza, located in the Rcto. "La lucha", Febres Cordero parish, Babahoyo Canton. SFL-11 rice seeds were used as planting material. In the trial, 10 treatments consisting of 2 locations and the biofungicides with their respective doses were used, such as: *Bacillus subtilis* (doses of 1.0 and 2.0 L/ha); *Trichoderma* sp. (doses of 2 and 3 g/kg); *Bacillus subtilis* + *Trichoderma* sp. (dose of 1.0 L/ha + 2.0 g/kg; 1.0 L/ha + 3.0 g/kg; 2.0 L/ha + 2.0 g/kg; 2.0 L/ ha + 3.0g/kg); Absolute control (dose 0) and chemical control (first application of Mancozeb + Cymoxanil at a dose of 1 kg/ha at 18 dat, the second application Difenconazole + Propiconazole at a dose of 250 cc/ha at 38 dat and the third application Tebuconazole + Trifloxystrobin in doses of 600 cc/ha at 58 dat), with the experimental design called "Complete Blocks at Random" (DBCA), in factorial arrangement A x B, with two treatments, ten sub-treatments and three repetitions, applying the test Tukey's at the 0.05% level. According to the results obtained, it was determined that the highest incidence and illness of the diseases was observed in the control treatment, without the application of biofungicides, in both locations; the use of biofungicide products had a positive influence on the percentage of chlorophyll; the agronomic characteristics were influenced by the use of the products applied in rice cultivation and in the economic analysis a greater net benefit was obtained, with the application of *Bacillus subtilis* + *Trichoderma* sp. in doses of 2.0 L/ha + 2.0 g/kg.

Keywords: biofungicides, health, rice, diseases.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz (*Oryza sativa* L. spp) es uno de los principales productos de consumo masivo a nivel mundial, por lo que genera divisas a los productores que se encargan de producirlo y fuente de empleo a las personas aledañas que habitan en lugares donde se cultivan.

En el Ecuador, se siembran aproximadamente 343.936 ha, de las cuales se cosechan 332 988 ha con una producción de 1'239.269 Tn. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114.545 ha, de las cuales se cosechan 110386 ha, alcanzando una producción de 359 569 Tn (MAG, 2018).

La provincia de Los Ríos, dedicada a la agricultura, se dedica a la producción y comercialización de esta gramínea, lo que promueve a buscar alternativas que logren incrementar los rendimientos.

Las enfermedades producidas por microorganismos fitopatógenos, como bacterias, nemátodos u hongos, constituyen la mayor causa de pérdida en la producción agrícola. Dentro de los distintos fitopatógenos, los hongos constituyen uno de los principales grupos, tanto por la diversidad de especies existentes como por las pérdidas que originan. La manera tradicional es la aplicación del control químico, los cuales se caracterizan por una elevada eficacia y por una gran rapidez en el control, pero también por ser tóxicos inespecíficos que eliminan, junto con los organismos fitopatógenos, otros organismos beneficiosos, lo que unido a una mayor concientización social ante el enorme deterioro medioambiental, ha provocado un gran interés en la búsqueda de sistemas de control alternativos entre lo que se destaca el empleo de microorganismos que son antagonistas de los agentes infecciosos como los productos a base de biofunguicidas como control biológico (Rey *et al.*, 2000).

I. CONTEXTUALIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.1. Formulación del problema

Las principales problemáticas que persiste en la producción de arroz es la falta de variedades resistentes, deficiente control de malezas, escasos programas de nutrición y manejo eficiente de control fitosanitario.

En la antigüedad, desde la revolución verde, se utilizaban productos químicos para suplir múltiples medidas de control; sin embargo, ha provocado contaminación ambiental que repercute en afectar la salud de la población. Por ello, la falta del uso de productos biológicos para el control de enfermedades en el cultivo de arroz, provoca desgaste del medio ambiente; además, la producción del cultivo contiene residuos químicos que repercuten en la vida humana; sin embargo, la demanda de productos biológicos es reducida, debido a su poca disponibilidad, falta de mecanismos de distribución y escaso conocimiento de los agricultores referente a su uso y aplicaciones.

Debido a que el arroz se cultiva en ambientes húmedos y cálidos, se desarrollan muchas enfermedades que atacan al cultivo, por tanto, es necesario aplicar medidas de control que no causen deterioro ambiental y que maximicen los rendimientos por unidad de superficie.

1.2. Justificación

El arroz es el cultivo de mayor importancia a nivel nacional y local, por su alto nivel de consumo en la mayoría de las familias ecuatorianas, por lo que es necesario buscar alternativas de control de enfermedades, que no provoquen contaminación ambiental y que ayuden a incrementar la producción.

Los productos biofúngicos son la mejor alternativa, frente a los químicos, para lograr preservar el medio ambiente y protección de los cultivos para regular el ataque de enfermedades y nemátodos de manera natural, siendo amigables con el medio ambiente y la salud humana.

Los productos biofúngicos poseen mayor o igual efectividad que los agroquímicos, si se los utiliza en dosis y época de aplicación adecuada.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el efecto de productos biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz (*Oryza sativa* L.) en dos localidades de la Provincia de Los Ríos.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Determinar el producto y dosis de biofungicidas que alcance el mayor control de enfermedades en el cultivo de arroz.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

1.4. Formulación de la hipótesis

H_0 = Los biofungicidas en estudio no causan ningún efecto en el control de enfermedades en el cultivo de arroz.

H_1 = Al menos uno de los biofungicidas utilizados en este estudio causa efecto en el control de enfermedades en el cultivo de arroz.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Importancia del cultivo de arroz

El cultivo del arroz comenzó hace casi 10.000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Posiblemente sea la India el país donde se cultivó por primera vez el arroz debido a que en ella abundaban los arroces silvestres. Pero el desarrollo del cultivo tuvo lugar en China, probablemente hubo varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (Welch y col., 2010).

El arroz (*Oryza sativa* L.), alimento básico de más de la mitad de la población mundial, ocupa el segundo lugar de importancia entre los cereales del planeta, después del trigo (*Triticum aestivum* L.) y es considerado la principal fuente de empleo, ingresos y nutrición de muchas regiones pobres y con una alimentación precaria. La diferencia entre el aumento de la producción y el rápido crecimiento de la población en los países consumidores de arroz es notable, lo que trae consigo la misión consagrada de investigadores para obtener mayores rendimientos de este grano; considerándose su producción en más de 113 países (Cárdenas y col., 2010). Se cultiva en todas las áreas tropicales y subtropicales del mundo y se adapta a un rango amplio de condiciones ambientales (Caicedo. 2008).

El arroz es uno de los cultivos más importantes en la alimentación, el cual provee el 23 % de las calorías consumidas alrededor del mundo. El consumo per cápita de arroz en Ecuador es de 54 kilogramos (Pila, 2016).

El arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial; se considera el más importante del mundo por la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de personas que dependen de su cosecha. Constituye uno de los cereales más ampliamente cultivados en el mundo, con una producción promedio anual de aproximadamente 476 millones de toneladas métricas (Rives *et al.*, 2016).

Tejera, *et al.* (2012) menciona que los cereales y en particular el arroz (*Oryza sativa* L. spp) constituyen parte del alimento básico para gran parte de la población

mundial. Además de su importancia como alimento, representa posibilidad de empleo para buena parte de la población de Asia, África y América. Dada su importancia económica, se busca la forma de aumentar los rendimientos, utilizando las alternativas de la agricultura sostenible, en las que se utilicen tecnologías amigables con el medio ambiente.

El arroz es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia de las gramíneas. Existen 19 especies, siendo el arroz común (*Oryza sativa* L.) la especie más importante para la alimentación humana. Su cultivo comenzó hace alrededor de 10,000 años, en muchas regiones húmedas de Asia tropical y subtropical. Se piensa que existieron varias rutas por las cuales se introdujeron los arroces de Asia a otras partes del mundo (Rives *et al.*, 2016).

En 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 (Wordpress, 2017).

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, a nivel mundial, la producción de arroz en el Ecuador ocupa el lugar 26, además es considerado como uno de los países más consumidores de arroz dentro la Comunidad Andina, con un consumo per cápita de 48 kg por persona. En el año 2016 la producción de arroz en Ecuador estuvo distribuida en Guayas (área de siembra de 237.217 has, producción de 1.035.344 t.ha⁻¹ y un rendimiento de 4,4 t.ha⁻¹) en Manabí (área de siembra 107.277 ha, producción 421.483 t.ha⁻¹ y un rendimiento de 3,9 t.ha⁻¹) en Los Ríos (producción 13.740 ha, producción de 55.536 t.ha⁻¹ y un rendimiento de 4,0 t.ha⁻¹) y el resto de Provincias área de siembra 7.959 ha, producción de 22.175 t.ha⁻¹ y rendimiento de 2,8 t.ha⁻¹. (Corporación Financiera Nacional, 2018).

2.2. Enfermedades del arroz

En este cultivo, las enfermedades constituyen uno de los factores que inciden en la obtención de los rendimientos bajos, la calidad y el manchado de los granos. Estas son provocadas por diversos microorganismos, como los hongos, las bacterias y los virus. Existen numerosas enfermedades que afectan al cultivo del arroz en el mundo y que están extendidas, por lo general, en todos los países productores del cereal. Las enfermedades de origen fúngico son las más frecuentemente encontradas en este cultivo (Rives *et al.*, 2016).

Las condiciones climáticas desfavorables, los desórdenes nutricionales, la baja calidad de las semillas, junto con los organismos fitopatógenos, son las causas más comunes del debilitamiento de las plantas, y por consiguiente de afectaciones en los rendimientos del cultivo. Se han descrito alrededor de ochenta enfermedades causadas por hongos, bacterias, virus y nematodos que afectan al arroz. (Martínez y col., 2014).

Entre los principales problemas para el cultivo de arroz en cualquier parte del mundo, son las enfermedades causadas por diferentes microorganismos, (bacterias, espiroplasmas, hongos, protozoarios, micoplasmas, nematodos y virus), los cuales influyen en la merma de la producción trayendo baja rentabilidad al productor dedicado a la siembra de la gramínea (Garcés y col., 2012).

Una de las causas que afecta el incremento de la producción de arroz en el mundo es la incidencia de enfermedades, destacándose en los últimos años las ocasionadas por *Rhizoctonia solani*. Este incremento de la enfermedad ha conllevado a la disminución paulatina de los rendimientos entre un 20-40 %. Se considera que la enfermedad seguirá en ascenso, producto del efecto acumulativo del hongo a través de los esclerocios, los cuales pueden permanecer en el suelo por largo tiempo, y por no establecerse un control eficiente de los mismos. Esto se ha demostrado en el tiempo, a pesar de una mayor aplicación de químicos. Es por esto que la búsqueda de agentes de control biológico que puedan disminuir la carga inicial infectiva del hongo e incorporarse al manejo de la enfermedad, constituye un reto y una vía más para disminuir las pérdidas y la contaminación ambiental (Martínez *et al.*, 2015).

Las plantas constituyen excelentes hábitats microbianos. Las raíces se desarrollan

en un medio cuya humedad es generalmente poco variable y las concentraciones de nutrientes son altas, por lo que constituyen un ambiente ideal para la acción microbiana (Rives *et al.*, 2016).

La denominada "revolución verde" ocurrida durante la segunda mitad del siglo pasado, implicó el uso intensivo de agroquímicos (pesticidas y fertilizantes), agua y otros insumos, así como el monocultivo de variedades genéticamente mejoradas, para sostener la producción agrícola que demandaba el acelerado crecimiento poblacional. La industria de pesticidas floreció y la producción agrícola del mundo aumentó gracias a la reducción de las pérdidas debidas a plagas y patógenos. Sin embargo, el uso intensivo y frecuentemente excesivo de pesticidas químicos se convirtió en una amenaza a la salud pública y al medio ambiente. Adicionalmente, los productores experimentaron una reducción en la eficacia de estos pesticidas, debido a la cada vez más frecuente generación de resistencia de los patógenos a ellos (Galindo *et al.*, 2015).

En Ecuador el cultivo es afectado por enfermedades fungosas, bacterianas y virales, entre las principales se encuentran: la quemazón, la pudrición de la vaina, el manchado del grano, el tizón de la vaina y el virus de la hoja blanca (Paz, 2009).

Las enfermedades producidas por microorganismos fitopatógenos, tales como bacterias, nematodos u hongos, constituyen la mayor causa de pérdida en la producción agrícola, tanto en cosecha como en postcosecha. Dentro de los distintos fitopatógenos, los hongos constituyen uno de los principales grupos tanto por la diversidad de especies existentes como por las pérdidas que originan (Rey, 2000).

La incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos y el uso indebido de agentes químicos para su control, son factores que limitan el desarrollo sostenible de la actividad agrícola, además de incidir negativamente sobre la seguridad alimentaria y la preservación del ambiente (Lima y Montezuma, 2019).

Uno de los factores que ha limitado el desarrollo sostenible de la actividad agrícola es la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, pues genera enormes pérdidas a escala mundial, lo que se traduce en miles de millones de dólares anuales por ese concepto; ello ha conducido durante décadas al uso intensivo e indiscriminado de

pesticidas y agentes químicos para el control de plagas y enfermedades, trayendo como consecuencia problemas de salud para los humanos y animales, eliminación de fauna benéfica, reducción de la biodiversidad natural, resistencia y resurgencia de organismos nocivos y contaminación de los alimentos y el medio ambiente, aspectos que inciden negativamente sobre la seguridad e inocuidad alimentaria y la preservación del ambiente (Colmenares y Arcia, 2017).

Las enfermedades producidas por microorganismos fitopatógenos, tales como bacterias, nematodos u hongos, constituyen la mayor causa de pérdida en la producción agrícola, tanto en cosecha como en post cosecha. Dentro de los distintos fitopatógenos, los hongos constituyen uno de los principales grupos tanto por la diversidad de especies existentes como por las pérdidas que originan (Carnero *et al.*, 2016).

La utilización extensiva de compuestos químicos para el control de enfermedades, la emergencia de patógenos resistentes a fungicidas y el deterioro en la salud de productores y consumidores, ha promovido la búsqueda de alternativas viables que garanticen una mayor sostenibilidad en la producción agrícola, minimizando el impacto sobre el medio ambiente. El control biológico de enfermedades con agentes microbianos como hongos y extractos vegetales son una de estas alternativas sostenibles ya que no solo disminuye el uso de agroquímicos (reduciendo los costos), sino que se puede manejar el cultivo con buena producción, reducir la incidencia de la enfermedad y a la vez asegurar la salud de aquellos que trabajan en las plantaciones (Carnero *et al.*, 2016).

Las plagas en los cultivos son una de las mayores causas en las pérdidas económicas para los productores agrícolas, es por ello que dentro de las técnicas de control de las plagas se usan productos químicos y biológicos (como los biofungicidas). En el control biológico de plagas, se usan agentes, los cuales son microorganismos que deben tener la capacidad de implantarse en la rizosfera y en la filosfera, creando una competencia entre ellos y el resto de microorganismo que están presentes en los cultivos. Esto provoca que el efecto de las enfermedades producidas por patógenos sea mínimo, incluso en algunos casos activan mecanismos de defensa en las plantas. Los microorganismos usados en el control biológico suelen ser hongos. Sin embargo, es necesario que las medidas de control biológico que se implementen tienen que ser comprobadas científicamente y ser eficaces técnicamente. La efectividad de los controles biológicos que se implementan se ve

afectada por varios factores, como la climatología, la duración del control biológico, las características y propiedades edáficas o el contenido en humedad (Villanueva, 2018).

Sin embargo, el uso de los agentes químicos ha sido intensivo e indiscriminado, lo que ha llevado al replanteamiento de esta práctica y a la necesidad de buscar opciones ambientalmente más amigables. Está demostrado que, debido a la toxicidad elevada de algunos agentes y su persistencia en el medio, se generan problemas de salud en los humanos y animales, eliminación de fauna benéfica, desarrollo de resistencia por parte de las plagas y resurgencia de organismos nocivos, además de contribuir con la reducción de la biodiversidad natural y la contaminación de los alimentos y el ambiente (Lima y Montezuma, 2019).

La manera tradicional de combatir las pérdidas por hongos se basa en el empleo de compuestos químicos (control químico), los cuales se caracterizan por una elevada eficacia y por una gran rapidez en el control, pero también por ser tóxicos inespecíficos que eliminan, junto con los organismos fitopatógenos, otros organismos beneficiosos (Rey, 2000).

En el mundo se conoce un grupo importante de hongos y bacterias que presentan efecto antagónico sobre otros microorganismos. Este efecto es aprovechado por el hombre para la regulación, tanto de patógenos cuyo hábitat es el suelo, como aquellos que se desarrollan en la parte foliar de las plantas (Infante *et al.*, 2009).

Las enfermedades ocasionadas por los microorganismos fitopatógenos son las causantes de considerables pérdidas agrícolas, las cuales pueden presentarse durante la producción, el empaque, el transporte y la comercialización de los productos. Estas pérdidas pueden ir desde niveles mínimos hasta el 100%, y el daño económico no es necesariamente proporcional, ya que el valor de la producción puede reducirse considerablemente aun con una severidad de daño mínima (Galindo *et al.*, 2015).

2.2.1. Tizón del arroz

Es causada por *Pyricularia grisea* (Sacc.), constituye mundialmente la más difundida y destructiva entre las enfermedades del arroz. Ha sido reportada en más de

setenta países altamente productores de este cereal. El hongo afecta todas las partes aéreas de la planta: la hoja, los nudos del tallo, el cuello de la panícula y la panícula misma (Alarcón y col. 2005).

Pantoja y col. (1997), confirman que los hongos *Pyricularia grisea* Sacc., y *Pyricularia oryzae* Cav., son causantes de la quemazón o brusone, la cual constituye una de las enfermedades fungosas más importantes en las zonas arroceras del Ecuador. *Pyricularia grisea*, las condiciones favorables para el desarrollo de esta enfermedad son temperaturas medias entre 15°C-28°C y humedad relativa media superior al 93% durante más de 10 horas seguidas.

Es muy importante la detección precoz de las primeras manchas para llevar a cabo una correcta estrategia de protección del cultivo (Certis, 2016). La quemazón o brusone es uno de los trastornos fitopatológicos más devastadores en el cultivo del arroz. Se desarrolla en casi todas las regiones arroceras a nivel mundial (Mekwatanakarn y col. 2000).

2.2.2. Mancha parda

Causada por el hongo *Bipolaris oryzae*, es una de las más importantes del arroz (*Oryza sativa* L.), aunque ocurre en la mayor parte de las regiones productoras, es de especial importancia en países de Asia, África y América (Hossain, 2011; Ibrahim y Abo, 2014).

Entre los hongos identificados como agentes causales de la enfermedad se encuentran: *Alternaria padwickii*, *Curvularia* sp., *Fusarium* spp., *Phoma* sp., *B. oryzae*. El grano manchado afecta componentes del rendimiento debido al alto porcentaje de vaneo, disminución del poder germinativo, vigor y tamaño de las plántulas, reducción del número de granos por panículas y de la calidad industrial del grano de arroz lo que afecta el índice de granos enteros. Igualmente aumenta los índices de granos quebradizos en el proceso de molinado, la proporción de granos yesosos y la presencia de coloraciones anormales. Además, en los campos de producción de semillas la incidencia de esta enfermedad obliga al descarte de lotes productivos (Ibrahim y Abo, 2014).

2.3. Control Biológico

Un uso más extendido del control biológico requiere la obtención de agentes de biocontrol más eficaces de los que existen actualmente. En la búsqueda de tales agentes mejorados se podrían seguir varias estrategias ya que, como se ha indicado, son varios los mecanismos mediante los cuales los antagonistas ejercen su acción (Rey, 2000).

El uso indiscriminado de agroquímicos para el control de enfermedades de las plantas cultivadas ha perturbado el balance ecológico de los microorganismos del suelo, conduciendo al desarrollo de cepas de patógenos resistentes, contaminación de aguas freáticas y obviamente riesgos a la salud de los humanos (Pila, 2016).

Es necesario señalar al control biológico como una alternativa viable, eficiente y opcional al control químico de plagas y enfermedades en los cultivos, enmarcada en los principios de una agricultura sustentable y, aunque ya en 1935 se conocía el potencial de los hongos para controlar insectos, no fue sino hasta 1980 que esta práctica adquiere mayor relevancia, por la preocupación de la preservación del ambiente y la inocuidad alimentaria (Lima y Montezuma, 2019).

Se puede definir el biocontrol de enfermedades de plantas como el control de un microorganismo patógeno, por otro microorganismo, normalmente denominado antagonista (Bettiol *et al.*, 2015).

Existen conceptos más exhaustivos quienes consideran el control biológico como la “reducción de la cantidad de inóculo de un patógeno o de sus actividades para causar enfermedad, obtenida por o a través de uno o más organismos diferentes del hombre” (Bettiol *et al.*, 2015).

Sanjuán y Moreno (2010), indican que entre los microorganismos benéficos para las plantas pueden distinguirse dos grupos en función del tipo de mecanismo implicado. El primer grupo son los denominados agentes de control biológico, que favorecen la salud y el crecimiento vegetal por mecanismos llamados indirectos, ejerciendo acciones de antagonismo frente a patógenos y parásitos de las plantas. El segundo grupo son los agentes o microorganismos biofertilizantes que promueven la nutrición y el crecimiento de

las plantas mediante mecanismos directos, pues facilitan la disponibilidad de nutrientes tales como el nitrógeno, el fósforo o el agua, elementos imprescindibles para el crecimiento vegetal. Otros microorganismos producen algunos metabolitos como fitohormonas que contribuyen a su crecimiento y desarrollo.

Una de las vías más utilizadas es el uso de productos creados a partir de microorganismos que tengan la capacidad de ser utilizados como biofertilizantes y/o bioplaguicidas, con el objetivo de disminuir el uso de productos químicos en la agricultura (Tejera *et al.*, 2012).

El agricultor debe partir de productos de primera calidad y abandonar la falsa creencia de que la aplicación de insumos biológicos se relaciona con la producción artesanal. Si bien es cierto que en las fincas se puede hacer compostaje de los residuos orgánicos, estos no reemplazarán el uso de verdaderos productos formulados que le aseguren sostenibilidad al agricultor en sus cosechas (Sanjuán y Moreno, 2010).

En el contexto del control biológico de enfermedades de los cultivos, las tres familias de lipopéptidos de *Baccillus*, *Surfactina*, *Iturrinas* y *Fengicinas* han sido estudiadas por sus potenciales actividades antagónicas contra varios fitopatógenos (Pila, 2016).

Considerando la importancia para la alimentación del ser humano y que los procesos naturales constituyen alternativas ecológicas y económicas para la sustitución parcial o total de pesticidas, se trabaja en función de utilizar los microorganismos con el objetivo de elevar las producciones de los cultivos agrícolas, y a la vez, contrarrestar el impacto negativo sobre el medio ambiente (Badía, *et al.*, 2016).

El control biológico o biocontrol, según la definición de Cook y Baker (1983), “es la reducción de la densidad de inóculo o de las actividades de un patógeno que produce una enfermedad, ya sea en su estado activo o latente, mediante uno o más organismos, lograda en forma natural o a través del manejo de las condiciones ambientales, del hospedante o de los antagonistas autóctonos, o por la introducción de uno o más microorganismos antagónicos”.

La Organización Internacional para la Lucha Biológica (O.I.L.B), define control biológico como utilización de organismos vivos o de sus productos para impedir o reducir (no eliminar) las pérdidas o daños ocasionados por los organismos nocivos. No se pretende eliminar totalmente la plaga o enfermedad, el objetivo es mantener un equilibrio sin que provoquen daños muy graves. El control biológico se basa en la utilización de parásitos, depredadores y patógenos suplementarios para el control de plagas de insectos, y de antagonistas contra los hongos. Esta práctica debe ser utilizada sólo como último recurso y sólo si se está trabajando en un suelo óptimo para un buen desarrollo de las plantas. Se utilizan bacterias, hongos, ARN satélite, insectos, arácnidos, etc.

Dentro del manejo de enfermedades una alternativa complementaria es el control biológico para patógenos foliares, la cual involucra la utilización de microorganismos antagonistas sobre el área de la hoja. De tal manera, los microorganismos dependen de su capacidad bacteriana para disminuir el inóculo del patógeno (Cruz y col. 2016).

A través de la historia, los agricultores han controlado enfermedades con fungicidas altamente tóxicos y contaminantes del ambiente, pero las investigaciones actuales ofrecen expectativas para el control no químico de las enfermedades. (Cárdenas y col. 2000).

El control biológico en su sentido más amplio, es definido como el uso de organismos vivos o de sus metabolitos, para el control de plagas. Es una estrategia válida para restaurar la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas, ya que promueve el uso racional y adecuado de organismos o microorganismos benéficos denominados “biocontroladores o agentes de control biológico”, entre ellos los biofungicidas, seleccionados por su alta eficiencia e inocuidad para disminuir o regular la densidad poblacional de un organismo o microorganismo plaga o perjudicial, en un proceso de equilibrio poblacional y ecológico (Lima y Montezuma, 2019).

El control biológico clásico, consiste en el uso de agentes microbiológicos entomopatógenos (hongos, bacterias, virus) y antagonistas (hongos), así como insectos benéficos (predadores y parasitoides). Los usos son los siguientes:

- Bacterias entomopatógenas de mayor uso que se consiguen en el mercado. El uso de bacterias controla gusanos del suelo, barrenadores, novia del arroz, langostas.
- Hongos entomopatógenos: que controlan las plagas.

- Hongos antagonicos: son agentes microbianos del género *Trichoderma*, capaces de antagonizar con hongos patógenos que causan enfermedades a los cultivos. En el caso del arroz estos hongos pueden controlar enfermedades como la *Pyricularia* o quemazón, la pudrición del tallo y la *Rizoctonia* (Suquilanda, 2003).

Ventajas y desventajas del uso de agentes de control biológico.

Los productos a base de microorganismos presentan como principales ventajas:

- La especificidad en su actuación
- Respeto al medio ambiente
- Los patógenos tienden a desarrollar menor resistencia a productos microbianos que a productos químicos.

Las principales barreras con las que se encuentran los productos formulados a base de microorganismos son:

- Una efectividad de control en general menor que los productos químicos
- Generalmente su acción no es inmediata
- Dificultades de producción a nivel comercial
- Necesidad de resolver problemas técnicos como la sensibilidad a factores ambientales (temperatura, radiación UV, humedad) que presentan la mayoría de estos productos (Fernández y Juncosa 2002).

2.3.1. *Bacillus*

El uso indiscriminado de estos productos ocasiona un impacto ambiental, toxicidad al hombre y resistencia de patógenos; además de un incremento en los costos de producción, por lo que diversos trabajos de investigación sugieren un manejo integrado de la enfermedad el cual debe ser eficiente y de bajo costo. Una alternativa es la utilización de bacterias antagonicas como las del género *Bacillus*, dada sus potencialidades en inhibición de fitopatógenos de suelo y promoción de crecimiento en plantas (Guillén *et al.*, 2016).

El género *Bacillus*, tiene una amplia distribución en diferentes tipos de ambientes como el suelo, los ecosistemas de agua dulce y los marinos así como en ecosistemas extremos (Badía *et al.*, 2016).

Tejera *et al.*, (2012) mencionan que el género *Bacillus* incluye más de 100 especies

y sus miembros se consideran ubicuos, pues se han aislado a partir de una amplia variedad de ambientes acuáticos y terrestres, aunque también las especies *B. anthracis*, causante del ántrax y *B. cereus*, contaminante de alimentos, son patógenas. Estas bacterias son bacilos gram positivos, aerobios o anaerobios facultativos, catalasa positiva y esporulados. Esta última característica le ofrece resistencia a los cambios ambientales, lo que resulta sumamente interesante para la producción de inoculantes. Se ha demostrado de forma independiente sus potencialidades como control biológico de patógenos. En este sentido se conoce que entre los mecanismos a través de los cuales transcurre este proceso se encuentran las relaciones de competencia, la producción de antibióticos, enzimas y de otras sustancias como sideróforos, que permiten a estos microorganismos ejercer su capacidad biocontroladora.

2.3.2. Mecanismos de acción de *Trichoderma* spp. como agente de control biológico

Los mecanismos de acción de *Trichoderma* como agentes de control biológico con base en la ecología microbiana, incluyen acción directa sobre el patógeno a través de la antibiosis, competencia por nutrientes o nichos, y el micoparasitismo o lisis del agente patógeno. El otro mecanismo es indirecto y opera por alteración de la fisiología de la planta aumentando su capacidad de resistencia al ataque del patógeno, lo cual se denomina protección sistémica o resistencia inducida. Asimismo, algunos antagonistas pueden promover el crecimiento de la planta, fortaleciendo sus sistemas naturales de defensa. Estos mecanismos no son excluyentes entre sí, y la importancia relativa de cada uno de ellos aún no está bien establecida, aunque parece que depende de la cepa de *Trichoderma*, del patógeno y de las condiciones edáficas y ambientales.

Entre las especies más ampliamente estudiadas y aplicadas como control biológico, se encuentran las del género *Trichoderma*, debido a su eficaz control, capacidad reproductiva, plasticidad ecológica, efecto estimulante sobre los cultivos y recientemente se detectó su acción como inductor de resistencia sistémica en la planta a diferentes patógenos (Infante *et al.*, 2009).

El género *Trichoderma* posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo, principalmente de los géneros *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium* y *Fusarium* entre otros. Las especies de

Trichoderma actúan como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, encontrados en los organismos con los que interactúa (Ezziyyani *et al.*, 2004).

Las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades de plantas producidas por hongos, debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos y a que no atacan a plantas superiores. Los mecanismos por los que las cepas del género *Trichoderma* desplazan al fitopatógeno son fundamentalmente de tres tipos: competición directa por el espacio o por los nutrientes, producción de metabolitos antibióticos, ya sean de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre el hongo fitopatógeno. Durante el micoparasitismo, el antagonista localiza al patógeno y se enrolla alrededor de las hifas de éste, provocando su muerte. Estos tres mecanismos no son excluyentes, sino que actúan sinérgicamente en el control de los patógenos. La importancia relativa de cada uno de ellos depende de cada pareja de antagonista-patógeno y de las condiciones ambientales (Rey, 2000).

Las especies del género *Trichoderma* son los antagonistas más utilizados para el control de enfermedades de plantas producidos por hongos, debido a su ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas, a su crecimiento rápido en un gran número de sustratos ya que no atacan a plantas superiores. Los mecanismos por los que las cepas del género *Trichoderma* desplazan al fitopatógeno son fundamentalmente de tres tipos. Competición directa por el espacio o por los nutrientes, producción de metabolitos antibióticos, ya sean de naturaleza volátil o no volátil y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre los hongos fitopatógenos (Ezziyyani *et al.*, 2004).

Trichoderma rifai como un controlador biológico y antagonista natural de fitopatógenos muestra una amplia gama de hospedantes y dentro de ellos están los hongos fitopatógenos de importancia, tales como: *Fusarium oxysporum* f. sp., *Fusarium roseum* Link, *Botrytis cinérea* Pers, *Rhizoctonia solani* Kühn, *Sclerotium rolfsii* Sacc. *Sclerotinia* spp., *Pythium* spp. *Phytophthora* spp., *Alternaria* spp., entre otros (Infante *et al.*, 2009).

Uno de los agentes microbianos más estudiados por su impacto positivo en el control de enfermedades es el hongo *Trichoderma harzianum*. Éste tiene efectos significativos en la reducción de enfermedades fungosas y una importante acción cuando se realiza su aplicación de forma preventiva al suelo. Es un eficiente controlador biológico que está siendo ampliamente usado en agricultura como agente de biocontrolador debido a su habilidad para colonizar sustratos rápidamente, inducir resistencia sistémica adquirida en plantas, promover el crecimiento vegetal y poseer actividad antagonista contra un amplio rango de hongos patógenos (Carnero *et al.*, 2016).

Las especies pertenecientes al género *Trichoderma* se caracterizan por ser hongos saprófitos, que sobreviven en suelos con diferentes cantidades de materia orgánica, los cuales son capaces de descomponerla y en determinadas condiciones pueden ser anaerobios facultativos, lo que les permite mostrar una mayor plasticidad ecológica. Las especies de *Trichoderma* se encuentran presentes en todas las latitudes, desde las zonas polares hasta la ecuatorial. Esta distribución tan amplia y su plasticidad ecológica están estrechamente relacionadas con la alta capacidad enzimática que poseen para degradar sustratos, un metabolismo versátil y resistencia a inhibidores microbianos. No obstante, se han realizado pocos estudios acerca de la sobrevivencia, establecimiento y proliferación de este antagonista en la rizosfera de la planta (Infante *et al.*, 2009).

Los hongos del género *Trichoderma* son activos contra una amplia gama de patógenos foliares y del suelo económicamente importantes, y se utilizan exitosamente como bioplaguicidas en aplicaciones tanto en casas de cultivo como en campo. Estos hongos emplean el micoparasitismo como uno de sus mecanismos para ejercer el control biológico, penetrando la pared celular del hongo hospedante y utilizando su contenido celular, mediante enzimas hidrolíticas tales como las quitinasas, glucanasas y proteasas, las cuales se inducen, al menos parcialmente, ante el contacto directo con el hospedante (González *et al.*, 2011).

La mayoría de las colonias de *Trichoderma* en su inicio tienen color blanco, que se tornan a verde oscuro o amarillento, con esporulación densa. El micelio es ralo en su mayoría, y visto al microscopio es fino, los conidióforos son ramificados, parecen un árbol pequeño. Los mismos se presentan como penachos compactados que forman anillos con un sistema de ramas irregular de manera piramidal. Estos terminan en fiálides donde se

forman las esporas asexuales o conidios, de gran importancia para la identificación taxonómica a nivel de especies. Los conidios aseguran las generaciones del hongo durante gran parte del período vegetativo de las plantas. Son haploides y su pared está compuesta por quitina y glucanos. Además de los conidióforos, estas se pueden producir sobre fiálides que emergen directamente del micelio (Infante *et al.*, 2009).

2.3.3. Antibiosis

Se la define como la inhibición o destrucción de un organismo por los productos del metabolismo del otro. La mayoría de las cepas de *Trichoderma* producen compuestos volátiles y no volátiles tóxicos que impiden la colonización por otros microorganismos. Por lo tanto, la antibiosis se produce durante las interacciones que implican compuestos difusibles de bajo peso moleculares o antibióticos producidos por cepas de *Trichoderma* que inhiben el crecimiento de otros microorganismos. (Benitez y col, 2004). Las enzimas líticas, los compuestos volátiles y otras sustancias tóxicas pueden interrumpir la síntesis de la pared celular y la elongación hifal de los hongos patógenos. Los géneros fúngicos más utilizados como agentes de biocontrol, *Trichoderma* y *Gliocladium*, suprimen la enfermedad por diversos mecanismos que incluyen la producción de antibióticos estructuralmente complejos como gliovirina, gliotoxina, viridina, trichodermina, suzukacilina, alameticina, dermadina, trichotecenos y trichorzianina entre otros. Howell, 1993, 1998, Djonovic y col., 2006). Sivasithamparan y Ghisalberti 1998 listaron 43 sustancias volátiles y no volátiles producidas por *Trichoderma* spp. que tienen actividad antibiótica. Los metabolitos volátiles tienen un efecto esencialmente fungistático, debilitando al patógeno y lo hacen más sensible a los antibióticos no volátiles, lo que se conoce como un "hiperparasitismo" de origen enzimático.

Los peptaibols, es una clase de péptidos lineales que generalmente tienen una fuerte actividad antimicrobiana frente a bacterias gram positivas y hongos. Estos actúan de forma sinérgica con las enzimas que degradan la pared celular para inhibir el crecimiento de los hongos y provocar resistencia de la planta a los patógenos (Wiest y col 2002).

El proceso parasítico y el efecto de las enzimas y metabolitos de *Trichoderma* sobre nematodos pueden ocurrir en el suelo, en el interior de las raíces o sobre la superficie de éstas. La capacidad de una misma cepa de *Trichoderma* de secretar varios compuestos

antifúngicos simultáneamente, limita el riesgo de aparición de microorganismos resistentes a estos metabolitos. Estos resultados resaltan que la antibiosis es parte la actividad antagonista de este hongo (Martínez y col. 2013) revelando su importancia práctica.

2.3.4. Competencia por nutrientes o nichos

Se define competencia por nutrientes o nichos al comportamiento desigual de dos o más organismos ante un mismo requerimiento (oxígeno, espacio, nutrientes), siempre y cuando la utilización de éste por uno de los organismos reduzca la cantidad o espacio disponible para los demás. La inanición es la causa más común de muerte para los microorganismos, por lo que la competencia para limitar los nutrientes da como resultado el control biológico de los hongos fitopatógenos (Chet y col, 1997). Por ejemplo, para la mayoría de los hongos filamentosos, la absorción de hierro es esencial para mantener su viabilidad (Eisendle y col, 2004).

Algunos agentes de control biológicos como *Trichoderma* secretan compuesto quelante de hierro. El ion hierro Fe^{3+} tiene muy poca solubilidad a pH neutro y por ende no puede ser utilizado por los microorganismos. Los sideróforos disuelven estos iones a complejos de Fe^{2+} , que pueden ser asimilados por mecanismos de transporte activo. Las especies de *Trichoderma* son altamente eficientes como sideróforos y detienen el crecimiento de otros hongos (Chet e Inbar, 1994). Este tipo de antagonismo se ve favorecido por las características intrínsecas del agente de control biológico, como plasticidad ecológica, velocidad de crecimiento y desarrollo, pero también depende del tipo de suelo, pH, temperatura, humedad, etc. La ubicuidad de *Trichoderma* en suelos naturales y agrícolas de todo el mundo y su capacidad de crecer en sustratos como la madera en descomposición, y otras formas de materia orgánica vegetal, es una prueba de que es un buen competidor por el espacio y por los recursos nutritivos (Howell, 2003).

Trichoderma tiene mayor capacidad para movilizar y absorber los nutrientes del suelo en comparación con otros organismos. El uso eficiente de los nutrientes disponibles se basa en la capacidad de este agente de control biológico, de obtener ATP a partir del metabolismo de diferentes fuentes de azúcares. Puede utilizar los derivados de polímeros del entorno fúngicos como son: celulosa, glucano y quitina entre otros, todos empleados para obtener glucosa (Chet y col, 1997). Las especies de *Trichoderma*, se encuentran mejor

adaptados a suelos ácidos, durante su interacción con otros organismos. Algunas cepas de *T. harzianum* pueden controlar el pH externo para asegurar que los valores sean los óptimos para sus propias enzimas secretadas (McIntyre y col.,2004).

Algunas cepas de *Trichoderma*, definidas como competente de la rizosfera se consideran que actúan como completos simbioses. Estos hongos pueden comportarse como endofítico viviendo dentro de los tejidos vegetales, una parte de su vida sin causar aparente daño ni lesión (Lorito y col. 2010).

2.3.5. Micoparasitismo

Se define micoparasitismo como la relación que se establece entre dos hongos, uno parásito de otros. En esta interacción solo se beneficia el hongo parásito, normalmente obteniendo nutrientes sin aportarle nada a cambio y en ocasiones, causando su muerte. Es un proceso complejo entre especies cercanas o muy alejadas sistemáticamente. En el caso de las *Trichoderma* spp. parasita una amplia gama de otros hongos y los acontecimientos que conducen al micoparasitismo son complejos. En primer lugar, las cepas de *Trichoderma* detectan otros hongos por quimiotropismo y crecen hacia ellos (Chet y col., 1981). La detección del hospedante se debe en parte a la expresión secuencial de las enzimas que degradan la pared celular, en su mayoría quitinasas, glucanasas y proteasas. El patrón de inducción difiere de una cepa de *Trichoderma* a otra (Benitez y col. 2004), pero los hongos al parecer siempre producen exoquitinas extracelulares. La difusión de esta enzima cataliza la liberación de oligómeros de la pared celular de los hongos patógenos y esto a su vez induce la expresión de endoquitinasas, que también pueden difundir y comenzar el ataque contra el hongo blanco, antes del contacto (Viterbo y col., 2002). Las hifas del agente de biocontrol se enrollan sobre las del patógeno, mediado por la lectina de la pared celular, disuelven sus paredes y pueden llegar a penetrarlas físicamente. La lisis de la pared del hongo patógeno está acompañada por una batería de enzimas extracelulares, incluyendo quitinasas, celulasas, β -1,3-glucanasas y proteasas (De la Cruz y col., 1992; Ulhoa, 1996, Benitez y col, 2004).

Existe un gran número de enzimas que degradan la pared celular que participan en el micoparasitismo. Entre ellas se encuentran el sistema de enzimas quitinolíticas de *Trichoderma*, este comprende un gran número de enzimas y la lista de sus componentes se

actualiza rápidamente a medida que se reportaron nuevas enzimas y genes (Benitez y col, 2004); Se ha demostrado que la β - 1,3-glucanasa inhibe la germinación de esporas o el crecimiento de patógenos en cooperación sinérgica con las quitinasas (Benitez y col., 1998; El-Katatny y col, 2001).

Como paso siguiente, en los sitios donde se fijan los apresorios (estructura de adherencias que genera *Trichoderma* para unirse al hongo), originan orificios por donde se produce la entrada directa de hifas del agente de biocontrol en el lumen del hongo patógeno. En este proceso intervienen al menos 20-30 genes conocidos, proteínas y otros metabolitos que están directamente involucrados en esta interacción.

2.3.6. Fungistasis

Los buenos antagonistas son por lo general capaces de superar el efecto fungistático del suelo que resulta de la presencia de metabolitos producidos por otras especies, incluyendo las plantas, para sobrevivir en condiciones competitivas muy extremas (Benítez y col. 2004). Las cepas *Trichoderma* crecen rápidamente cuando se inoculan en el suelo, debido a que son naturalmente resistentes a muchos de los compuestos tóxicos, incluyendo herbicidas, fungicidas y pesticidas tales como DDT y compuestos fenólico (Chet y col. 1997).

2.4. Biofungicidas

Las enfermedades vegetales resultan de la interacción de un patógeno, con un huésped susceptible en un ambiente favorable. En este triángulo clásico de la enfermedad hay un cuarto factor que se tiene en cuenta al hablar de control biológico: los organismos antagonistas. Así el control biológico incluye estrategias y métodos para controlar las enfermedades a través de la actividad de organismos vivos distintos del hombre (Melgarejo y De Cal, 2006).

Baker y Cook (1974) definen control biológico como "la reducción de la densidad de inóculo o de las actividades inductoras de enfermedad de un patógeno o un parásito, en estado activo o durmiente, por la acción de uno o más organismos". Lo que siempre queda claro en todas es que en el control biológico interviene un tercer elemento vivo (junto con

el huésped y el patógeno), que es el antagonista. En el caso del control microbiano este elemento vivo es un microorganismo.

Los componentes del control biológico son cuatro: patógeno, antagonista, ambiente y huésped. El control del patógeno se puede aplicar en cualquier parte de su ciclo de vida existiendo diversas estrategias de control, basadas en la epidemiología de la enfermedad, que pueden ir dirigidas bien a la eliminación o a la reducción del inóculo inicial o bien a la disminución del desarrollo de la enfermedad. Estas estrategias serán más o menos eficaces dependiendo del tipo de patógeno al que nos enfrentemos, monocíclico o policíclico, aspectos como su naturaleza biótrofa o necrótrofa, su accesibilidad al antagonista, etc... Un mejor conocimiento de la biología y epidemiología del patógeno al que va dirigido el control hará que éste sea siempre más eficaz (Melgarejo y De Cal, 2006).

2.4.1. Formas de aplicación de biofungicidas

La definición de control biológico define que éste se puede aplicar de tres formas, aunque en la práctica suelen solaparse de acuerdo a Melgarejo y De Cal (2006):

2.4.1.1. Explotación del control biológico natural.

Se da en situaciones en las que la enfermedad no es grave e incluso está ausente y una de las causas es la actuación de un control biológico natural. Este tipo de biocontrol no se ha estudiado en profundidad, desconociéndose hasta qué punto puede ser importante en situaciones de ausencia o poca gravedad de la enfermedad. Los estudios en Patología Vegetal se han centrado en el estudio de la enfermedad y de epidemias importantes, puesto que son esas las situaciones que crean problemas económicos. El control biológico natural puede estar operando donde un patógeno causa poca o ninguna enfermedad en un ambiente aparentemente favorable o donde un patógeno no es capaz de establecerse a pesar de su frecuente introducción en un área aparentemente favorable. El hombre puede explotar el control biológico natural identificando los agentes que mantienen las poblaciones de los patógenos a niveles tolerables de forma natural y, una vez identificadas, preservar o mejorar las condiciones que hacen que se obtenga el control

2.4.1.2. Modificación del ambiente.

El ambiente se modifica para favorecer la actividad de los antagonistas ya presentes en él. Se han utilizado muchas técnicas para modificar el ambiente y conseguir controlar enfermedades, pero sus mecanismos de acción son generalmente mal entendidos; la rotación de cultivos, la manipulación del ambiente físico del suelo, de cultivos protegidos y de cámaras en postcosecha (humedad, temperatura, aireación), la utilización de productos químicos, y la adición de enmiendas orgánicas son técnicas que se utilizan habitualmente con mayor o menor éxito.

2.4.1.3. Introducción de antagonistas.

Los antagonistas contribuyen a la atenuación de los daños que causan las enfermedades, en los agroecosistemas donde existan condiciones para su desarrollo y conservación. Para lograr este objetivo los microorganismos beneficiosos presentan diferentes modos de acción que les permitan ejercer su efecto biorregulador. Estos atributos, de conjunto con la capacidad de multiplicarse abundantemente, se encuentran entre los de mayor importancia para su selección como agentes de control biológico (Infante *et al.*, 2009).

Cuando los patógenos no son inhibidos por los antagonistas naturales se puede conseguir un control biológico aumentando la cantidad de éstos mediante su introducción en el ecosistema. Este es el sistema que más se utiliza en control biológico, aunque como ya se ha comentado anteriormente son muchos los casos que no han llegado a la práctica. Los antagonistas pueden ser identificados más o menos fácilmente en laboratorio, pero la mayoría fallan al aplicarlos en condiciones naturales, bien por su incapacidad para sobrevivir en ese medio o porque el mecanismo de antagonismo sea poco eficaz o resulte inhibido en esas condiciones. Incluso en el caso de que el antagonismo tenga lugar, el antagonista debe persistir en el medio durante todo el tiempo necesario para suprimir la enfermedad, lo que no ocurre a menos que esté bien adaptado al microambiente del patógeno. Estas consideraciones de falta de control en condiciones prácticas han hecho que se haya variado en los últimos años la estrategia de selección de antagonistas.

La introducción de agentes de biocontrol está basada en el desarrollo de

biofungicidas o productos biológicos con acción fungicida, en el caso del control de hongos fitopatógenos que es el que nos ocupa. Los biofungicidas son fungicidas cuya materia activa es un microorganismo antagonista. Considerando en general bioplaguicidas (excluyendo los dirigidos a insectos plaga) actualmente hay unos 50 productos biológicos formulados en el mercado internacional que proceden mayoritariamente de USA e Israel y se aplican sobre todo en pulverización o a las semillas. La materia activa de la mayoría de estos productos es un hongo o una bacteria, aunque hay algunos que contienen levaduras.

El 68 % actúa por competencia y antibiosis, 15 % solo por competencia; 8 % por competencia, antibiosis y lisis y 5 % por hiperparasitismo, aunque algunos incluyen la resistencia inducida y la promoción del crecimiento en sus mecanismos de acción. Un 68% va dirigido a patógenos de suelo (*Rhizoctonia solani*, Kühn, *Pythium* spp., *Phytophthora* spp., *Fusarium* spp., *Sclerotium* spp., *Verticillium* spp., *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Townsend) Com) y sólo un 20% a enfermedades de partes aéreas (antracnosis oidio, mildiu, *Cercospora* spp, *Heterobasidium annosum* (Fr.) Bref., *Botrytis cinerea* Pers., *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Sacc.) y el resto a enfermedades de postcosecha (*Penicillium* spp, *B. cinerea*, *Geotrichum candidum* Link:Fr., *Mucor pyriformis* Fischer).

2.5. Estudios realizados

En un ensayo donde se utilizaron hojas de arroz tratadas con y sin *Bacillus subtilis* en presencia del patógeno fueron incubadas de 5 a 10 días, las hojas tratadas no mostraron síntomas visibles del tizón permaneciendo verdes y saludables. Estas mostraron que desarrollaron protección en contra de *Magnaporthe oryzae*. Las hojas que no fueron tratadas con *Bacillus subtilis* y que fueron infestadas con el patógeno mostraron desarrollo de la enfermedad. Las dosis utilizadas en el ensayo demuestran que es un factor determinante para el control del patógeno los tratamientos C, D, E presentan diferencias muy significativas, con respecto de A y B. Por lo que se deduce que la utilización de *Bacillus subtilis* controla de manera eficaz, según la dosis aplicada la proliferación de *Magnaporthe oryzae* (Pila, 2016).

Estudios realizados demuestran que las formulaciones líquidas de *B. subtilis* permitieron una reducción significativa de la severidad de enfermedades, casi tres veces menor a la obtenida con el producto químico usado tradicionalmente para tratar la

enfermedad, pero era claro que las formulaciones líquidas no eran la mejor opción comercial en términos de la estabilidad a largo plazo del producto (Galindo *et al.*, 2015).

III. METODOLOGÍA

3.1. Ubicación y descripción del sitio experimental

La presente investigación, a fin de determinar la diferencia entre los parámetros evaluados, se estableció en dos localidades:

3.1.1. Localidad 1

Se localiza en los terrenos del Proyecto “Cachari”, perteneciente al Ing. Daniel Cano Herrera, ubicado a 4,5 Km. de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, entre las coordenadas geográficas UTM X: 277438,26 W y Y: 110597,97 S; con una altura de 8 m.s.n.m.

La zona presenta un clima tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,60 °C; precipitación anual 2329,8 mm; humedad relativa 82 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual (INAMHI, 2020).

El suelo es de topografía plana, textura franco – arcillosa y drenaje regular.

3.1.2. Localidad 2

Se localiza en los terrenos de la Hda. La Esperanza, ubicada en el Rcto. “La Lucha”, parroquia Febres Cordero, Cantón Babahoyo, entre las coordenadas geográficas UTM X: 321636,0 W y Y: 197439,0 S; con una altura de 8 m.s.n.m.

El lugar presenta clima de tipo tropical húmedo, con una temperatura media anual de 25,70 °C; precipitación anual 1845,0 mm; humedad relativa 76 % y 804,7 horas de heliofanía de promedio anual (INAMHI, 2020).

El suelo es topografía plana y textura arcillosa.

3.2. Material genético

Se utilizó como material de siembra semillas de arroz SFL-11, cuyas características se detallan en el siguiente Cuadro.

Cuadro 1. Características del material de siembra, variedad SFL-11, utilizada en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Descripción	Valores
Rendimiento	6 a 8 t/ha
Ciclo vegetativo	127 – 131 días
Altura de planta	126 cm
Peso de 1000 granos (g)	29g
Longitud del grano	7,52 mm.
Índice de pilado	67%

3.3. Factores estudiados

Variable dependiente: rendimiento del cultivar de arroz.

Variable independiente: dosis de biofungicidas.

3.4. Tratamientos

En el ensayo se utilizaron 10 tratamientos constituidos por 2 localidades, biofungicidas con sus respectivas dosis, los cuales se muestran en el siguiente Cuadro.

Cuadro 2. Tratamientos estudiados, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos	
	Biofungicidas	Dosis
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg
	Testigo absoluto	0
	Testigo químico	
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg
	Testigo absoluto	0
	Testigo químico	

3.5. Diseño experimental

Se utilizó el diseño experimental denominado "Bloques completos al Azar"(DBCA), en arreglo factorial A x B, con dos tratamientos, diez subtratamientos y tres repeticiones, donde el Factor A fueron las localidades y el Factor B las dosis de biofungicidas.

Todas las variables evaluadas, fueron sometidas al análisis de varianza y para

determinar la diferencia estadísticas entre las medias de los tratamientos, se empleó la prueba de significancia estadística de Tukey al nivel 0,05 %.

3.5.1. Análisis de varianza

El análisis de varianza se desarrolló bajo el siguiente esquema:

	FV	GL
Repeticiones	:	2
Tratamientos	:	19
Factor A	:	1
Factor B	:	9
Interacción	:	9
Error experimental	:	38
Total	:	59

3.5.2. Dimensiones de la parcela

Cada parcela experimental estuvo constituida por distancia de 2,0 m de ancho x 3,0 m de longitud. La separación entre repeticiones o bloques fue de 1,0 m, no existiendo separación entre las parcelas experimentales. El área total del ensayo fue de 360 m².

3.6. Manejo del ensayo

Durante el desarrollo del cultivo, se realizaron las siguientes labores y prácticas agrícolas.

3.6.1. Preparación de terreno

La preparación del suelo se efectuó con dos pases de romplow y uno de rastra con el objetivo de facilitar la labor de siembra.

3.6.2. Siembra

Se efectuó por trasplante de los 25 días después de la siembra de las semillas en el semillero.

3.6.3. Riego

El cultivo de arroz estuvo supeditado a expensas de las lluvias.

3.6.4. Fertilización

La fertilización base fue química y se efectuó según los resultados del análisis de suelo.

En la localidad del Proyecto “Cacharí” se utilizó Nitrógeno en dosis de 120 kg/ha; Fósforo en dosis de 35 kg/ha; Potasio 75 kg/ha; Azufre 20 kg/ha; Zinc 200 g/ha (Zinquel 1 L/ha) y Boro 150 g/ha (Solubor 500 g/ha).

En los terrenos de la Hda. La Esperanza, ubicada en el Rcto. “La Lucha”, se aplicó Nitrógeno en dosis de 135 kg/ha; Fósforo en dosis de 40 kg/ha; Potasio 90 kg/ha; Azufre 25 kg/ha; Zinc 250 g/ha (Zinquel 1 L/ha) y Boro 150 g/ha (Solubor 500 g/ha).

3.6.5. Control de malezas

En ambas localidades, como preemergente se aplicó Machete (*Butachlor*) + Omega (*Pendimethalin*) en dosis de 3,0 + 2,0 L/ha. En post-emergencia a los 20 días después del trasplante se utilizó Cristal Compuesto (Propanil y 2,4 D) en dosis de 1,5 L/ha.

3.6.6. Control fitosanitario

Para el control de enfermedades se aplicaron los biofungicidas presentes en el cuadro de tratamientos. Los productos a base de *Bacillus subtilis* se aplicaron al follaje, mientras que los productos con *Trichoderma sp.* a la planta a los 18, 38 y 58 después del trasplante.

Para el control químico se efectuaron tres aplicaciones: primera aplicación de *Mancozeb* + *Cymoxanil* en dosis de 1 kg/ha a los 18 ddt, la segunda

aplicación *Difenoconazol* + *Propiconazol* en dosis de 250 cc/ha a los 38 ddt y la tercera aplicación *Tebuconazole* + *Trifloxystrobin* en dosis de 600 cc/ha a los 58 ddt.

Para el control de plagas se realizaron monitoreos constantes y de manera preventiva se aplicó Clorpirifos en dosis de 750 cc/ha, a los 10 días después del trasplante.

3.6.7. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual, conforme se presentó la madurez fisiológica de las plantas en los diferentes tratamientos.

3.7. Datos evaluados

Para estimar los efectos de los tratamientos, se tomaron los siguientes datos dentro del área útil de la parcela experimental.

3.7.1. Incidencia de las enfermedades

El muestreo se realizó en el estado fenológico 07 (CIAT, 1983). Para medir esta variable se muestreó todas las plantas presentes en cada uno de los tratamientos, contabilizando el número de panículas sanas y enfermas y se determinó mediante la siguiente fórmula (Sameens, 1997):

$$\% \text{ incidencia (I)} = \frac{\text{número de plantas enfermas por unidad}}{\text{total observadas (sanas+enfermas)}} \times 100$$

3.7.2. Severidad de manchado del grano

El muestreo se realizó en la post-cosecha, en donde la cantidad cosechada por cada tratamiento en cada bloque fue debidamente homogenizada y se seleccionaron 100 granos al azar de cada parcela y así obtener el porcentaje de granos manchados mediante la siguiente fórmula (Castaño, 2008):

$$\% \text{ de severidad (S)} = \frac{\text{número de granos manchados}}{\text{número total (sanos+enfermos)}} \times 100$$

3.7.3. Identificación del agente causal

Para la identificación del agente causal, se prepararon muestras del material enfermo, en la respectiva cámara húmeda. Luego de 4 días se procedió a la identificación del patógeno frotando con una asa metálica la superficie del vegetal que estaba en la cámara húmeda. Se colocó cierta cantidad de esporas en el porta objeto y se añadió una gota de lactofeno; se cubrió la muestra con un cubreobjeto y se identificó en el microscopio el patógeno respectivo.

3.7.4. Porcentaje de clorofila

A los 30 días después del trasplante y al momento de la floración se midió el % de clorofila en 10 plantas al azar en cada uno de los tratamientos, con la ayuda de un medidor de clorofila.

3.7.5. Altura de planta (cm)

Se tomó al momento de la cosecha y estuvo determinada por la distancia comprendida desde el nivel del suelo al ápice de la espiga más sobresaliente, en diez plantas tomadas al azar.

3.7.6. Número de macollos

Al momento de la cosecha, dentro del área útil de cada parcela experimental, se lanzó un cuadro con área de 1,0 m², procediéndose a contar los macollos que estuvieren dentro de esa superficie.

3.7.7. Número de panículas

En el mismo metro cuadrado en que se evaluó los macollos al momento de la cosecha, se procedió a contar el número de panículas en cada parcela experimental.

3.7.8. Longitud de las panículas (cm)

Se tomaron diez panículas de cada parcela experimental y se midió la longitud desde la base al ápice de la panícula, excluyendo las aristas, luego se obtuvo su promedio. Sus resultados se expresaron en cm.

3.7.9. Granos por panículas

Se tomaron al azar cinco panículas por parcela experimental, procediéndose a contar los granos, luego se promediaron sus resultados.

3.7.10. Peso de 1000 granos (g)

Se tomó 1000 granos libre de daños de insectos y enfermedades por cada parcela experimental, luego se procedió a pesar en una balanza de precisión, los pesos se expresaron en gramos.

3.7.11. Rendimiento del cultivo (kg/ha)

Esta variable se evaluó por el peso de los granos proveniente del área útil de cada parcela experimental, ajustado al 14 % de humedad. Sus resultados se transformaron en kg/ha. Para ajustar los pesos se utilizó la siguiente fórmula (Esparza, 2019):

$$Pu = Pa (100-ha)/(100-hd)$$

Dónde:

Pu = peso uniformizado

Pa= peso actual

ha= humedad actual

hd = humedad deseada

3.7.12. Análisis económico

El análisis económico del rendimiento de grano realizó en función al costo de producción de cada tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Incidencia de enfermedades

4.1.1. Incidencia de *Rhizoctonia solani*

En el Cuadro 3 se reporta la incidencia de *R. solani*. Según el análisis de varianza no se obtuvo diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 10,29 %.

De acuerdo a lo registrado en el Factor A (localidades), la mayor incidencia la registró el Rcto. “La Lucha” con 9,8 % de incidencia y el menor promedio el Proyecto “Cacharí” con 9,5 %.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de testigo absoluto mostró mayor incidencia con 16,8 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuya menor incidencia lo presentó la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 3,4 %.

En las interacciones, el promedio mayor se registró en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (17,1 % de incidencia), estadísticamente igual al testigo absoluto en la zona del Proyecto “Cacharí” (16,5 %) y superiores estadísticamente a las demás interacciones. El menor promedio (3,4 %) se obtuvo en el Proyecto “Cacharí”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg.

Cuadro 3. Incidencia de *R. solani*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.			9,5
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			9,8
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	11,1 b
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	12,1 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	11,3 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	10,4 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,5 cd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	3,4 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	5,4 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	7,0 de
	Testigo absoluto	0	16,8 a
	Testigo químico		10,4 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	11,1 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	12,0 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	11,1 bcd
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	10,2 bcde
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,4 defg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	3,4 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	5,3 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	6,8 fg
	Testigo absoluto	0	16,5 a
	Testigo químico		10,5 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	11,0 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	12,3 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	11,5 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	10,7 bcd
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,7 cdef
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	3,5 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	5,4 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	7,2 efg
	Testigo absoluto	0	17,1 a
	Testigo químico		10,3 bcd
	Promedio general		9,6
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		10,29 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.1.2. Incidencia de *Sarocladium oryzae*

Los promedios de incidencia de *S. Oryza* se muestran en el Cuadro 4, donde el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 15,27 %.

En el Factor A (localidades) se determinó que en el Rcto. “La Lucha” se presentó 6,5 % de incidencia de *S. oryzae* y el Proyecto “Cacharí” alcanzó 6,3 % de incidencia.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de testigo absoluto alcanzó mayor incidencia con 13,4 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor valor para la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 1,2 % de incidencia.

En las interacciones, el mayor valor se mostró en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (13,7 % de incidencia), estadísticamente igual al testigo absoluto en la zona del Proyecto “Cacharí” con 13,1 % y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor promedio (ambos con 1,2 %) se obtuvo en el Proyecto “Cacharí” y el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg.

Cuadro 4. Incidencia de *S. oryzae*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Incidencia de <i>Sarocladium oryzae</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.			6,3
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			6,5
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	7,7 b
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	8,8 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	7,9 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	7,1 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	5,2 cd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,2 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,0 ef
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	3,6 de
	Testigo absoluto	0	13,4 a
	Testigo químico		7,1 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	7,8 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	8,6 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	7,8 bcd
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	6,9 bcd
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	5,0 def
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,2 g
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,0 fg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	3,5 efg
	Testigo absoluto	0	13,1 a
	Testigo químico		7,2 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	7,7 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	9,0 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	8,1 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	7,3 bcd
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	5,4 cde
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,2 g
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,0 fg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	3,8 efg
	Testigo absoluto	0	13,7 a
	Testigo químico		7,0 bcd
	Promedio general		6,4
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		15,27 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.1.3. Incidencia de *Helminthosporium oryzae*

En la incidencia de *H. oryzae*, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencia altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones; el coeficiente de variación fue 6,46 % (Cuadro 5).

Según lo registrado en el Factor A (localidades), la mayor incidencia de *H. oryzae* la registró el Rcto. “La Lucha” (15,4 % de incidencia) y el menor promedio el Proyecto “Cacharí” (15,2 % de incidencia).

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento testigo absoluto detectó mayor incidencia con 22,5 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo la menor incidencia para la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 9,1 %.

En las interacciones, el mayor promedio de incidencia lo alcanzó en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (22,8 %), estadísticamente igual al testigo absoluto en la zona del Proyecto “Cacharí” (22,1 %) y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor promedio (9,0 %) en el Proyecto “Cacharí” con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg.

Cuadro 5. Incidencia de *H. oryzae*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Incidencia de <i>Helminthosporium oryzae</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			15,2
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			15,4
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	16,7 b
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	17,8 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	17,0 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	16,1 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	14,2 cd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	9,1 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	11,0 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	12,7 de
	Testigo absoluto	0	22,5 a
	Testigo químico		16,1 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	16,8 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	17,6 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	16,8 bcd
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	15,9 bcde
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	14,0 defg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	9,0 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	11,0 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	12,5 fg
	Testigo absoluto	0	22,1 a
	Testigo químico		16,2 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	16,7 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	18,0 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	17,1 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	16,3 bcd
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	14,4 cdef
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	9,1 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	11,0 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	12,8 efg
	Testigo absoluto	0	22,8 a
	Testigo químico		16,0 bcd
	Promedio general		15,3
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		6,46 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.1.4. Incidencia de *Pyricularia oryzae*

En el Cuadro 6, la incidencia de *P. oryzae* el análisis de varianza no alcanzó diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones y el coeficiente de variación fue 7,59 %.

En el Factor A (localidades), la mayor incidencia de *P. oryzae* lo registró el Rcto. “La Lucha” (13,1 % de incidencia) y el menor promedio el Proyecto “Cacharí” (12,9 % de incidencia).

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento testigo absoluto obtuvo mayor incidencia con 20,2 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuya menor incidencia fue para la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 6,8 %.

En las interacciones, el mayor promedio de incidencia lo alcanzó en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (20,5 %), estadísticamente igual al testigo absoluto en la zona del Proyecto “Cacharí” (19,8 %) y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor promedio (6,7 %) en el Proyecto “Cacharí” con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg.

Cuadro 6. Incidencia de *P. oryzae*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Incidencia de <i>Pyricularia oryzae</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.			12,9
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			13,1
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	14,4 b
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	15,5 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	14,7 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	13,8 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	11,9 cd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	6,8 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,7 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	10,4 de
	Testigo absoluto	0	20,2 a
	Testigo químico		13,8 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	14,5 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	15,3 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	14,5 bcd
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	13,6 bcde
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	11,7 defg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	6,7 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,7 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	10,2 fg
	Testigo absoluto	0	19,8 a
	Testigo químico		13,9 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	14,4 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	15,7 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	14,8 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	14,0 bcd
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	12,1 cdef
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	6,8 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,7 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	10,5 efg
	Testigo absoluto	0	20,5 a
	Testigo químico		13,7 bcd
	Promedio general		13,0
	Significancia estadística	Factor A	Ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		7,59 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.2. Severidad de enfermedades

4.2.1. Severidad de *Rhizoctonia solani*

En el Cuadro 7 se reporta la severidad de *R. solani*. Según el análisis de varianza no se detectó diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 18,78 %.

En el Factor A (localidades), la mayor severidad la registró el Rcto. “La Lucha” con 11,3 % y el menor promedio el Proyecto “Cacharí” con 10,3 %.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de testigo absoluto alcanzó mayor severidad con 34,7 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuya menor severidad lo mostró la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 1,1 %.

En las interacciones, el promedio mayor se registró en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (35,2 % de severidad), estadísticamente igual al testigo absoluto en la zona del Proyecto “Cacharí” (34,2 %) y superiores estadísticamente a las demás interacciones. El menor promedio (0,5 %) se registró en el Proyecto “Cacharí”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg.

Cuadro 7. Severidad de *R. solani*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Severidad de <i>Rhizoctonia solani</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.			10,3
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			11,3
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	12,0 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	27,8 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	12,6 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	7,8 d
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,6 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,1 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,2 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,3 e
	Testigo absoluto	0	34,7 a
	Testigo químico		7,4 d
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	11,5 d
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	27,3 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	12,1 d
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	7,3 defg
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,1 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	0,5 i
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	0,7 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	0,8 h
	Testigo absoluto	0	34,2 ab
	Testigo químico		6,9 defgh
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	12,5 d
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	28,3 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	13,1 d
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	8,3 de
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,1 efghi
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,6 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,7 fghi
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,8 fghi
	Testigo absoluto	0	35,2 a
	Testigo químico		7,9 def
	Promedio general		10,8
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		18,78 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.2.2. Severidad de *Sarocladium oryzae*

Los promedios de severidad de *S. Oryza* se muestran en el Cuadro 8, donde el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para el Factor A (localidades), Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 11,43 %.

En el Factor A (localidades) se determinó que en el Rcto. “La Lucha” se presentó 13,5 % de severidad de *S. oryzae* y el Proyecto “Cachari” alcanzó 12,3 % de severidad.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de testigo absoluto alcanzó mayor severidad con 38,1 %, igual estadísticamente al uso de *Bacillus subtilis* en dosis de 2,0 L/ha y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor valor para la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 0,9 % de severidad.

En las interacciones, el mayor valor se mostró en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (38,7 % de severidad), estadísticamente igual al empleo de *Bacillus subtilis* en dosis de 2,0 L/ha; en el Proyecto “Cachari” con el uso de *Bacillus subtilis* en dosis de 2,0 L/ha y con el testigo absoluto y su superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuya menor severidad fue para el Proyecto “Cachari”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg (0,4 %).

Cuadro 8. Severidad de *S. oryzae*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Severidad de <i>Sarocladium oryzae</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.			12,3 b
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			13,5 a
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	14,5 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	37,1 a
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	18,1 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	9,3 d
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,3 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	0,9 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,0 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,1 e
	Testigo absoluto	0	38,1 a
	Testigo químico		7,7 d
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	13,8 cd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	36,4 a
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	17,4 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	8,7 e
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	0,7 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	0,4 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	0,5 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	0,6 f
	Testigo absoluto	0	37,4 a
	Testigo químico		7,0 e
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	15,1 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	37,7 a
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	18,7 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	10,0 de
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,0 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,4 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,4 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,6 f
	Testigo absoluto	0	38,7 a
	Testigo químico		8,3 e
	Promedio general		12,9
	Significancia estadística	Factor A	**
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		11,43 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.2.3. Severidad de *Helminthosporium oryzae*

En la severidad de *H. oryzae*, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (localidades), Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones, el coeficiente de variación fue 10,78 % (Cuadro 9).

Según lo registrado en el Factor A (localidades), la mayor severidad de *H. oryzae* la registró el Rcto. “La Lucha” (13,7 % de severidad) y el menor promedio el Proyecto “Cacharí” (12,2 %).

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento testigo absoluto detectó mayor severidad con 35,0 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo la menor severidad para la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 1,6 %.

En las interacciones, el mayor porcentaje de severidad se alcanzó en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (35,8 %), estadísticamente igual al testigo absoluto en la zona del Proyecto “Cacharí” (34,2 %) y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor valor (1,3 %) se reportó en el Proyecto “Cacharí” con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg.

Cuadro 9. Severidad de *H. oryzae*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Severidad de <i>Helminthosporium oryzae</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			12,2 b
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			13,7 a
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	13,8 d
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	27,9 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	17,7 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	10,9 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,2 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,6 g
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,0 g
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	3,5 f
	Testigo absoluto	0	35,0 a
	Testigo químico		8,7 ef
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	13,0 def
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	27,1 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	16,9 cd
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	10,1 fgh
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	7,4 i
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,3 j
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,5 j
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	2,7 j
	Testigo absoluto	0	34,2 a
	Testigo químico		7,9 fg
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	14,6 cde
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	28,7 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	18,5 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	11,7 efg
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	9,0 fgh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	2,0 j
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,5 j
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	4,3 ij
	Testigo absoluto	0	35,8 a
	Testigo químico		9,5 fg
	Promedio general		12,9
	Significancia estadística	Factor A	*
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		10,78 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.2.4. Severidad de *Pyricularia oryzae*

En el Cuadro 10, en la severidad de *P. oryzae* el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas para el Factor A (localidades), Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones y el coeficiente de variación fue 16,22 %.

En el Factor A (localidades), la mayor severidad de *P. oryzae* lo registró el Rcto. “La Lucha” (15,5 %) y el menor promedio el Proyecto “Cacharí” (13,8 %).

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento testigo absoluto obtuvo mayor severidad con 38,9 %, superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo la menor severidad para la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 1,8 %.

En las interacciones, el mayor promedio de severidad lo alcanzó en el Rcto. “La Lucha”, con el testigo absoluto (39,8 %), estadísticamente igual al testigo absoluto en la zona del Proyecto “Cacharí” (38,0 %) y superiores estadísticamente a las demás interacciones, siendo el menor promedio (1,0 %) en el Proyecto “Cacharí” con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg.

Cuadro 10. Severidad de *P. oryzae*, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Severidad de <i>Pyricularia oryzae</i>
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.			13,8 b
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			15,5 a
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	15,5 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	30,8 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	15,6 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	15,2 c
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	8,5 d
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,8 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,0 e
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	8,4 d
	Testigo absoluto	0	38,9 a
	Testigo químico		9,7 d
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	14,6 def
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	29,9 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	14,7 def
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	14,3 def
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	7,6 fgh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	1,0 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	1,1 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	7,5 fgh
	Testigo absoluto	0	38,0 ab
	Testigo químico		8,8 efg
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	16,4 d
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	31,7 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	16,5 d
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	16,1 de
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	9,4 defg
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	2,6 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	2,8 gh
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	9,3 defg
	Testigo absoluto	0	39,8 a
	Testigo químico		10,6 def
	Promedio general		14,6
	Significancia estadística	Factor A	*
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		16,22 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.3. Porcentaje de clorofila

En el Cuadro 10 se registran los promedios de porcentaje de clorofila, el análisis de varianza no presentó diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 2,99 %.

Según lo registrado en el Factor A (localidades), el mayor porcentaje de clorofila lo registró el Rcto. “La Lucha” con 44,79 % y el menor valor correspondió al Proyecto “Cacharí” con 44,38 %.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg mostró mayor porcentaje de clorofila con 47,33 %, estadísticamente igual a la mezcla *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 3,0 g/kg; *Bacillus subtilis* en 1,0 L/ha y 2,0 L/ha; *Trichoderma sp.* en dosis de 3 g/kg; testigo químico y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el testigo absoluto con 38,4 %.

En las interacciones, el promedio mayor se registró en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg (47,6 cm), estadísticamente igual a la misma localidad con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 3,0 g/kg; *Bacillus subtilis* en dosis de 1,0 L/ha y 2,0 L/ha; *Trichoderma sp.* en dosis de 3,0 g/kg; testigo químico; localidad de Proyecto “Cacharí” con la mezcla *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 3,0 g/kg; *Bacillus subtilis* en dosis de 1,0 L/ha y 2,0 L/ha; *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 y 3,0 g/kg; testigo químico y superiores estadísticamente a las demás interacciones. El menor promedio (38,0 %) se obtuvo en el Proyecto “Cacharí”, con el testigo absoluto.

Cuadro 11. Porcentaje de clorofila, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		% de clorofila
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.			44,4
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			44,8
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	45,3 ab
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	45,9 ab
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	43,9 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	45,1 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	43,9 b
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	47,3 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	45,4 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	45,7 ab
	Testigo absoluto	0	38,4 c
	Testigo químico		45,1 ab
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	45,1 abc
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	46,4 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	44,8 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	44,6 abc
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	42,2 cd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	47,1 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	44,9 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	45,8 abc
	Testigo absoluto	0	38,0 e
	Testigo químico		44,9 abc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	45,5 abc
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	45,3 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	42,9 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	45,6 abc
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	45,6 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	47,6 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	45,8 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	45,5 abc
	Testigo absoluto	0	38,7 de
	Testigo químico		45,3 abc
	Promedio general		44,6
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		2,99 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.4. Altura de planta

En el Cuadro 12 se reportan los promedios de altura de planta, el análisis de varianza obtuvo diferencias altamente significativas para el Factor A (localidades), Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 3,39 %.

De acuerdo a lo registrado en el Factor A (localidades), la mayor altura de planta lo registró el Rcto. “La Lucha” con 96,8 cm, estadísticamente superior al Proyecto “Cachari” con 94,4 cm.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg mostró mayor altura de planta con 107,7 cm, superior estadísticamente a los demás tratamientos, cuya menor altura de planta lo presentó el testigo absoluto con 85,9 cm.

En las interacciones, el promedio mayor se registró en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg (108,9 cm), estadísticamente igual a la misma localidad con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg; *Bacillus subtilis* en dosis de 1,0 L/ha; testigo químico; localidad de Proyecto “Cachari” con la mezcla *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg y superiores estadísticamente a las demás interacciones. El menor promedio (84,7 cm) se obtuvo en el Proyecto “Cachari”, con el testigo absoluto.

Cuadro 12. Altura de planta, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Altura de planta (cm)
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			94,4 b
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			96,8 a
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	97,9 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	91,7 de
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	92,2 cde
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	94,7 bcd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	91,9 de
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	107,7 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	100,1 b
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	95,4 bcd
	Testigo absoluto	0	85,9 e
	Testigo químico		98,4 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	96,7 bcde
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	90,5 def
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	91,0 def
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	93,5 cdef
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	90,7 def
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	106,5 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	98,9 abcd
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	94,2 cdef
	Testigo absoluto	0	84,7 f
	Testigo químico		97,2 bcde
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	99,1 abcd
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	92,9 cdef
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	93,4 cdef
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	95,9 cde
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	93,1 cdef
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	108,9 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	101,3 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	96,6 bcde
	Testigo absoluto	0	87,1 ef
	Testigo químico		99,6 abcd
	Promedio general		95,6
	Significancia estadística	Factor A	**
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		3,39 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.5. Número de macollos

Los promedios de número de macollos se muestran en el Cuadro 13, donde el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas para el Factor A (localidades), Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 0,82 %.

En el Factor A (localidades) se determinó que en el Rcto. “La Lucha” se presentó 556 macollos, estadísticamente superior al Proyecto “Cachari” que alcanzó 551 macollos.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg alcanzó 603 macollos, superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor valor para la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg con 500 macollos.

En las interacciones, el mayor valor se mostró en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 605 macollos, estadísticamente igual a la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg y superiores estadísticamente a las demás interacciones, cuyo menor promedio se obtuvo en el Proyecto “Cachari” con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg con 497 macollos.

Cuadro 13. Número de macollos, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Número de macollos
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			551 b
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			556 a
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	551 e
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	521 g
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	568 cd
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	539 f
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	591 b
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	603 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	500 h
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	563 d
	Testigo absoluto	0	528 g
	Testigo químico		573 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	548 ghi
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	518 l
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	565 def
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	536 ijk
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	588 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	600 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	497 m
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	560 efg
	Testigo absoluto	0	526 kl
	Testigo químico		571 de
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	553 fgh
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	523 kl
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	570 de
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	541 hij
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	593 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	605 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	502 m
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	565 def
	Testigo absoluto	0	531 jkl
	Testigo químico		576 cd
	Promedio general		553
	Significancia estadística	Factor A	**
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		0,82 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.6. Número de panículas

En lo referente al número de panículas, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para el Factor A (localidades) e interacciones y diferencias significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis). El coeficiente de variación fue 8,27 % (Cuadro 14).

Según lo registrado en el Factor A (localidades), la mayor promedio lo registró el Rcto. “La Lucha” (405 panículas) y el menor promedio el Proyecto “Cachari” (399 panículas).

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg detectó 432 panículas, estadísticamente igual a los demás tratamientos. El menor valor fue para el uso de *Bacillus subtilis* en dosis de 1,0 L/ha con 359 panículas.

En las interacciones, el mayor promedio lo alcanzó en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 435 panículas y el menor valor fue para la zona del Proyecto “Cachari” con *Bacillus subtilis* en dosis de 1,0 L/ha con 356 panículas.

Cuadro 14. Número de panículas, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Número de panículas
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			399
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			405
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	359 b
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	407 ab
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	398 ab
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	408 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	388 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	432 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	389 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	418 ab
	Testigo absoluto	0	412 ab
	Testigo químico		414 ab
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	356
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	404
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	395
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	405
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	385
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	429
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	386
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	415
	Testigo absoluto	0	409
	Testigo químico		411
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	362
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	410
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	401
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	411
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	391
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	435
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	392
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	421
	Testigo absoluto	0	415
	Testigo químico		417
	Promedio general		402
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	ns
	Coeficiente de variación		8,27 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.7. Longitud de panículas

En el Cuadro 15 se reportan los promedios de longitud de panículas, el análisis de varianza no registró diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas en el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 7,31 %.

De acuerdo a lo registrado en el Factor A (localidades), la mayor longitud de panículas lo registró el Rcto. “La Lucha” con 19,6 cm, y el menor valor fue para Proyecto “Cacharí” con 19,4 cm.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg sobresalió con 20,5 cm, estadísticamente igual a los demás tratamientos, excepto al uso de *Bacillus subtilis* en dosis de 1,0 L/ha y el testigo absoluto (16,8 cm).

En las interacciones, el promedio mayor se registró en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg (21,8 cm), estadísticamente igual a las demás interacciones. La localidad de Proyecto “Cacharí” con el uso de *Bacillus subtilis* en dosis de 1,0 L/ha alcanzó menor promedio (17,1 cm) conjuntamente con el testigo absoluto (16,7 cm).

Cuadro 15. Longitud de panículas, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Longitud de panículas
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			19,4
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			19,6
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	17,2 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	19,7 ab
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	19,2 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	19,8 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	20,5 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	21,7 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	19,5 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	20,3 a
	Testigo absoluto	0	16,8 c
	Testigo químico		20,3 a
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	17,1 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	19,6 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	19,1 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	19,7 abc
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	20,4 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	21,6 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	19,4 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	20,2 abc
	Testigo absoluto	0	16,7 c
	Testigo químico		20,2 abc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	17,3 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	19,8 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	19,3 abs
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	19,9 abc
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	20,6 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	21,8 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	19,6 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	20,4 abc
	Testigo absoluto	0	16,9 c
	Testigo químico		20,4 abc
	Promedio general		19,5
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		7,31 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.8. Granos por panículas

De acuerdo a la variable granos por panículas, el análisis de varianza no obtuvo diferencias significativas para el Factor A (localidades) e interacciones y diferencias significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis). El coeficiente de variación fue 7,09 % (Cuadro 16).

Según lo registrado en el Factor A (localidades), el mayor promedio lo registró el Rcto. “La Lucha” (71 granos por panícula) y el menor promedio el Proyecto “Cachari” (70 granos por panícula).

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg detectó 77,8 granos por panícula, estadísticamente igual a los demás tratamientos. El menor valor fue para el uso de *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 g/kg con 65,8 granos por panícula.

En las interacciones, el mayor promedio lo alcanzó en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg con 78,3 granos por panícula y el menor valor fue para la zona del Proyecto “Cachari” con *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 g/kg con 65,3 granos por panícula.

Cuadro 16. Granos por panículas, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Granos por panículas
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			70,0
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			71,0
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	66,2 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	70,2 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	65,8 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	67,8 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	72,5 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	77,8 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	76,5 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	70,2 abc
	Testigo absoluto	0	66,8 bc
	Testigo químico		71,2 abc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	65,7
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	69,7
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	65,3
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	67,3
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	72,0
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	77,3
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	76,0
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	69,7
	Testigo absoluto	0	66,3
	Testigo químico		70,7
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	66,7
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	70,7
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	66,3
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	68,3
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	73,0
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	78,3
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	77,0
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	70,7
	Testigo absoluto	0	67,3
	Testigo químico		71,7
	Promedio general		70,5
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	ns
	Coeficiente de variación		7,09 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.9. Peso de 1000 granos

En el Cuadro 17 se reportan los promedios de peso de 1000 granos, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 4,88 %.

De acuerdo a lo registrado en el Factor A (localidades), el mayor valor lo registró el Rcto. “La Lucha” con 26,5 g, y el menor promedio el Proyecto “Cachari” con 26,1 g.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg mostró mayor peso de 1000 granos con 29,8 g, igual estadísticamente a *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor promedio el testigo absoluto con 24,6 g.

En las interacciones, el promedio mayor se registró en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg (30,0 g), estadísticamente igual a la misma localidad con la mezcla de *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 g/kg; *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg, 2,0 L/ha + 3,0 g/kg y testigo químico; localidad de Proyecto “Cachari” con la aplicación de *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 g/kg; *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 1,0 L/ha + 3,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg y el testigo químico y superiores estadísticamente a las demás interacciones. El menor promedio (24,4 g) se obtuvo en el Proyecto “Cachari”, con el testigo absoluto.

Cuadro 17. Peso de 1000 granos, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Localidades	Tratamientos		Peso de 1000 granos
	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.			26,1
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.			26,5
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	25,3 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	25,5 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	26,2 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	24,9 c
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	27,1 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	29,8 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	27,5 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	26,1 bc
	Testigo absoluto	0	24,6 c
	Testigo químico		26,4 bc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	25,1 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	25,3 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	26,0 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	24,7 c
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	26,9 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	29,6 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	27,3 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	25,9 bc
	Testigo absoluto	0	24,4 c
	Testigo químico		26,2 abc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	25,5 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	25,7 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	26,4 abc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	25,1 c
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	27,3 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	30,0 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	27,7 abc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	26,3 abc
	Testigo absoluto	0	24,8 c
	Testigo químico		26,6 abc
	Promedio general		26,3
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coeficiente de variación		4,88 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

4.10. Rendimiento

Se reportan los promedios de rendimiento en el Cuadro 18, el análisis de varianza no reportó diferencias significativas para el Factor A (localidades) y diferencias altamente significativas para el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis) e interacciones. El coeficiente de variación fue 10,93 %.

De acuerdo a lo registrado en el Factor A (localidades), el mayor valor lo registró el Rcto. “La Lucha” con 3066,3 kg/ha, y el menor promedio el Proyecto “Cacharí” con 3054,9 kg/ha.

En el Factor B (biofungicidas con sus respectivas dosis), el tratamiento de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg mostró mayor rendimiento con 3882,3 kg/ha, igual estadísticamente a *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg; testigo químico y superior estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el menor promedio el testigo absoluto con 2628,0 kg/ha.

En las interacciones, el promedio mayor se registró en el Rcto. “La Lucha”, con la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 3,0 g/kg (3888,0 kg/ha), estadísticamente igual a la misma localidad con la mezcla de *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 g/kg; *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 2,0 g/kg; 2,0 L/ha + 3,0 g/kg y testigo químico; localidad de Proyecto “Cacharí” con la aplicación de *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 g/kg; *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 1,0 L/ha + 2,0 g/kg; 1,0 L/ha + 3,0 g/kg; 2,0 L/ha + 3,0 g/kg y el testigo químico y superiores estadísticamente a las demás interacciones. El menor promedio se obtuvo en el Proyecto “Cacharí”, con el testigo absoluto (2622,3 kg/ha).

4.11. Análisis económico

En el análisis económico (Cuadro 19) se puede observar que todos los tratamientos fueron rentables. El mayor beneficio neto con \$ 437,24 se obtuvo con el uso de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg debido al costo de los productos biofungicidas en función del rendimiento.

Cuadro 18. Rendimiento, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Tratamientos		Rendimiento	
Localidades	Biofungicidas	Dosis	
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.		3054,9	
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.		3066,3	
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	2683,5 c
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	2637,1 c
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	2925,0 bc
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	2707,7 bc
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	3340,6 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	3882,3 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	3866,4 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	2662,0 c
	Testigo absoluto	0	2628,0 c
	Testigo químico		3273,3 abc
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	2677,8 b
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	2631,4 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	2919,3 ab
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	2702,0 b
Localidad 1. Proyecto “Cacharí”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	3334,9 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	3876,6 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	3860,7 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	2656,3 b
	Testigo absoluto	0	2622,3 b
	Testigo químico		3267,6 ab
	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	2689,2 b
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	2642,8 b
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	2930,7 ab
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	2713,4 b
Localidad 2. Rcto. “La Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	3346,3 ab
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	3888,0 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	3872,1 a
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	2667,7 b
	Testigo absoluto	0	2633,7 b
	Testigo químico		3279,0 ab
	Promedio general		3060,6
	Significancia estadística	Factor A	ns
		Factor B	**
		Interacción	**
	Coefficiente de variación		10,93 %

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey al 95 % de probabilidad.

Cuadro 19. Análisis económico, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Tratamientos			Rend. kg/ha	Sacos 210 lb	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
Localidades	Biofungicidas	Dosis				Fijos	Productos	Jorn.	Cosecha + Transporte		Total
Localidad 1. Proyecto “Cachari”.	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	4127,83	45,41	1453,14	1062,47	28,50	72,00	136,23	1299,20	153,94
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	4081,37	44,90	1436,78	1062,47	57,00	72,00	134,70	1326,17	110,62
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	4369,30	48,07	1538,15	1062,47	69,20	72,00	144,20	1347,87	190,28
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	4152,00	45,68	1461,65	1062,47	103,80	72,00	137,03	1375,30	86,35
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	4784,93	52,64	1684,46	1062,47	97,70	72,00	157,92	1390,09	294,38
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	5326,57	58,60	1875,14	1062,47	132,30	72,00	175,79	1442,56	432,57
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	5310,67	58,42	1869,54	1062,47	126,20	72,00	175,27	1435,94	433,60
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	4106,27	45,17	1445,55	1062,47	160,80	72,00	135,52	1430,79	14,76
	Testigo absoluto		4072,33	44,80	1433,60	1062,47	0,00	0,00	134,40	1196,87	236,73
	Testigo químico		4717,63	51,90	1660,77	1062,47	72,18	72,00	155,70	1362,35	298,43
Localidad 2. Proyecto “Lucha”.	<i>Bacillus subtilis</i>	1,0 L/ha	4139,23	45,54	1457,16	1107,67	28,50	72,00	136,61	1299,58	157,58
	<i>Bacillus subtilis</i>	2,0 L/ha	4092,77	45,02	1440,80	1107,67	57,00	72,00	135,07	1326,54	114,25
	<i>Trichoderma sp.</i>	2 g/kg	4380,70	48,19	1542,16	1107,67	69,20	72,00	144,58	1348,25	193,91
	<i>Trichoderma sp.</i>	3 g/kg	4163,40	45,80	1465,66	1107,67	103,80	72,00	137,41	1375,68	89,99
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 2,0 g/kg	4796,33	52,76	1688,48	1107,67	97,70	72,00	158,29	1390,46	298,01
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	1,0 L/ha + 3,0 g/kg	5337,97	58,72	1879,15	1107,67	132,30	72,00	176,17	1442,94	436,21
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 2,0 g/kg	5322,07	58,55	1873,55	1107,67	126,20	72,00	175,65	1436,32	437,24
	<i>Bacillus subtilis</i> + <i>Trichoderma sp.</i>	2,0 L/ha + 3,0 g/kg	4117,67	45,30	1449,56	1107,67	160,80	72,00	135,90	1431,17	18,40
	Testigo absoluto		4083,73	44,93	1437,62	1107,67	0,00	0,00	134,78	1197,25	240,37
Testigo químico		4729,03	52,02	1664,79	1107,67	72,18	72,00	156,07	1362,72	302,06	

Bacillus subtilis = \$ 28,50 (L)
Trichoderma sp. \$ = 34,60 (kg)

Hammer = \$ 11,97 (kg)
Taspa = \$ 20,37 (250 cc)
Custodia = \$ 66,40 (L)

Jornal = \$ 12,00
Costo = \$ 32,0 sacco 210 lb
Cosecha + transporte = \$ 3,00

4.12. Discusión

En lo referente a la incidencia y severidad de las enfermedades, se observó que los productos biofungicidas controlaron notablemente la enfermedad disminuyendo a los patógenos perjudiciales concordando con Lima y Montezuma (2019) quienes indican que el control biológico en su sentido más amplio, es definido como el uso de organismos vivos o de sus metabolitos, para el control de plagas. Es una estrategia válida para restaurar la biodiversidad en los ecosistemas agrícolas, ya que promueve el uso racional y adecuado de organismos o microorganismos benéficos denominados “biocontroladores o agentes de control biológico”, entre ellos los biofungicidas, seleccionados por su alta eficiencia e inocuidad para disminuir o regular la densidad poblacional de un organismo o microorganismo plaga o perjudicial, en un proceso de equilibrio poblacional y ecológico.

Las características agronómicas de altura de planta, número de macollos y panículas, longitud de panícula, granos por panículas, peso de 1000 granos y rendimientos obtuvieron respuesta favorable de acuerdo a la variedad de arroz utilizada, lo que podría atribuirse a los biofungicidas aplicados de la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* ya que el género *Bacillus* es considerado como una alternativa como bacterias antagónicas, dada sus potencialidades en inhibición de fitopatógenos de suelo y promoción de crecimiento en plantas (Guillén *et al.*, 2016), al igual que las especies del género *Trichoderma* que desplazan al fitopatógeno debido a que durante el micoparasitismo, el antagonista localiza al patógeno y se enrolla alrededor de las hifas de éste, provocando su muerte. La importancia relativa de cada uno de ellos depende de cada pareja de antagonista-patógeno y de las condiciones ambientales (Rey, 2000).

El beneficio neto representó términos económicos aceptables en cada uno de los tratamientos estudiados, sobresaliendo cuando se aplicó biofungicidas, ya que uno de los factores que ha limitado el desarrollo sostenible de la actividad agrícola es la incidencia de plagas y enfermedades en los cultivos, pues genera enormes pérdidas económicas a escala mundial, lo que se traduce en miles de millones de dólares anuales (Colmenares y Arcia, 2017).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Según los resultados obtenidos se concluye:

- La mayor incidencia y enfermedad de las enfermedades se observó en el tratamiento testigo, sin aplicación de biofungicidas, en ambas localidades.
- El uso de productos biofungicidas influyó positivamente en lo referente al porcentaje de clorofila.
- Las características agronómicas se vieron influenciadas por el uso de los productos aplicados en el cultivo de arroz.
- En el análisis económico se obtuvo mayor beneficio neto, con la aplicación de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg.

5.2. Recomendaciones

- Aplicar como producto Biofungicidas la mezcla de *Bacillus subtilis* + *Trichoderma sp.* en dosis de 2,0 L/ha + 2,0 g/kg, por presentar mayores resultados en cuanto a los ingresos económicos.
- Promover el uso de productos biológicos a fin de evitar la contaminación del ambiente y del suelo.
- Continuar investigaciones sobre los productos biológicos a base de microorganismos benéficos, a fin de buscar alternativas para incrementar los rendimientos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Alarcón Pérez, Luciano; Reyes Rondón, Teresa; Rodríguez Gutiérrez, Giselle; Pupo Zayas, Ana D., (2005). Efectividad in vitro de *Trichoderma harzianum* (rifai) en el biocontrol de *Rhizoctonia solani kühn* y *Pyricularia grisea* (sacc.) en el cultivo del arroz (*oryza sativa* l.).» Fitosanidad, vol. 9, p: 57- 60.
<https://www.redalyc.org/pdf/2091/209116189011.pdf>
- Badía, M. M. R., Hernández, B. T., Murrel, J. A. L., Mahillon, J., & Perez, M. H. (2016). Aislamiento y caracterización de cepas de *Bacillus* asociadas al cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 6(1), 90-99.
- Baker, K.I. Y Cook, R.J. 1974. *Biological Control of Plant Pathogens*. W.H. Freeman and Company (San Francisco). 433 pp.
- Benitez, T., Rincon, M., Limon, C. y Codon, C. (2004). Biocontrol mechanisms of *Trichoderma* strains. *International Microbiology* 7, 249-260.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15666245/>
- Bettiol, W., Rivera, M. C., Mondino, P., Montealegre, J. R., & Colmenarez, Y. (2015). Control biológico de enfermedades de plantas en América Latina y el Caribe. *Embrapa Meio Ambiente-Livro científico (ALICE)*.
- Caicedo, Y. (2008). Determinación de características agronómicas de cuatro líneas interespecífica de arroz (*Oryza sativa/Oryza latifolia*) comparadas con dos variedades comerciales y una nativa en el corregimiento #8 de Zacarías municipio de Buenaventura, (en línea) de la Universidad del Pacifico Facultad de 43 Ciencias Naturales y Exactas, Programa de Agronomía del Trópico Húmedo Buenaventura. Consultado el 04 abril 2019. Co, 8 y 13p. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/707/1/Franciscoalbertoamela.2008.pdf>
- Cárdenas, R., Mesa, S., Polón, S., Pérez, N., Cristo, E., Fabré, L y Hernández, J. (2010). Relación entre la incidencia de la piriculariosis (*Pyricularia grisea* Sacc.) del arroz (*Oryza sativa* Lin.) y diferentes variables climáticas en el complejo agroindustrial arrocero Los Palacios. *Cult. Trop.* 31: 14-18.
- Cárdenas, Regla M.; Cordero, V.; Pérez, Noraida; Cristo, Elizabeth; Gell, I. (2000). Utilización de una nueva metodología para la evaluación de arroz (*Oryza sativa* L.) ante la infección producida por el hongo *Pyricularia grisea*. *Cultivos Tropicales*, vol. 21, no. 1, p. 63-66. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas La Habana, Cuba.
<https://www.redalyc.org/pdf/1932/193232232012.pdf>

- Carnero, K. G., Medina, E. L., Salvatierra, C. Z., Castillo, J. D. L. C., & Miranda, W. M. (2016). Efecto biofungicida de *Trichoderma harzianum* y de extractos de *Eucalyptus globulus*, *Rosmarinus officinalis* y *Ricinus communis* sobre *Rhizoctonia solani*. *Revista REBIOLEST*, 1(1), 43-48.
- Castaño, J. (2008). Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n3/v26n3a08.pdf>
- Chet, I e Inbar, J. (1994). Biological control of fungal pathogens. *Appl Biochem Biotechnol* 48: 37-43.
- Chet, I., Inbar, J y Hadar, I. (1997). Fungal antagonists and mycoparasites. In: Wicklow DT, Söderström B (eds) *The Mycota IV: Environmental and microbial relationships*. Springer-Verlag, Berlin, pp 165-184.
- CIAT, 1983. Sistema de Evaluación Estándar para Arroz. Programa de Pruebas Internacionales de Arroz. Manual Arroceros, Traductor y Adaptador. Cali, Colombia. p. 15. Disponible en http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/books/Viveros_internacionales_de_rendimiento_d.pdf
- Colmenares, G., & Arcia, M. A. (2017). Innovación en la producción de biofungicidas. *Revista Científica "Conecta Libertad" ISSN 2661-6904*, 1(2), 26-43.
- Cook, R. y Baker, F. (1983). The nature and practice of biological control of plant pathogens. *American Phytopathological Society* St. Paul, Minnesota. <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19841396200>
- Corporación Financiera Nacional. (2018). Cultivo de arroz molienda o pilado de arroz. Ecuador. Consultado 04 abril 2019. Disponible: <https://www.cfn.fin.ec/wp-content/uploads/2018/04/Ficha-Sectorial-Arroz.pdf>
- Cruz-Martín Mileidy, Mayra Acosta-Suárez, Berkis Roque, Tatiana Pichardo, Rosa Castro, Yelenys Alvarado-Capó. (2016). Diversidad de cepas bacterianas de la filosfera de *Musa* spp. con actividad antifúngica frente a *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Bacterials trains diversity in *Musa* spp. phyllosphere with antifungal activity against *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *Bioteconología Vegetal.*, 16 (1), 53-61. <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/510/html>
- De la Cruz, A., Hidalgo, J., Lora, T., Benítez, A., Pintor, J y Llobell, A. (1992). Isolation and characterization of three chitinases from *Trichoderma harzianum*. *European Journal of Biochemistry* 206: 856–867. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1606968/>
- Djonović, S., Pozo, J., Dangott, J., Howell, R y Kenerley, M. (2006). Sm1, a proteinaceous elicitor secreted by the biocontrol fungus *Trichoderma virens* induces plant defense

- responses and systemic resistance. *Molecular plant-microbe interactions* 19(8): 838–53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16903350/>
- El-Katatny, H., Gudelj, M., Robra, H., Elnaghy, A y Gubitz, M. (2001). Characterization of a chitinase and an endo- β -1,3-glucanase from *Trichoderma harzianum* Rifai T24 involved in control of the phytopathogen *Sclerotium rolfsii*. *Appl Microbiol Biotechnol* 56:137-143. <https://link.springer.com/article/10.1007/s002530100646>
- Esparza, M. (2019). Tolerancia de cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.), al complejo del manchado de grano en la época lluviosa en la zona de Babahoyo. Tesis de Grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. Pág. 18.
- Ezziyyani, M., Sánchez, C. P., Ahmed, A. S., Requena, M. E., & Castillo, M. E. C. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annum* L.). In *Anales de biología* (No. 26, pp. 35-45). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Fernández, C., & Juncosa, R. (2002). Biopesticidas:¿ la agricultura del futuro. *Phytoma*, 141, 14-19.
- Galindo, E., Serrano-Carreón, L., Gutiérrez, C. R., Balderas-Ruíz, K. A., Muñoz-Celaya, A. L., Mezo-Villalobos, M., & Arroyo-Colín, J. (2015). Desarrollo histórico y los retos tecnológicos y legales para comercializar Fungifree AB®, el primer biofungicida 100% mexicano. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 18(1), 52-60.
- Garcés Fiallos, Felipe Rafael, Teófilo Gorki Díaz Coronel, Ángel Jefferson Aguirre Calderón. 2012. Severidad de la quemazón (*Pyricularia oryzae* Cav.) germoplasma de arroz F1 en la zona central del litoral ecuatoriano.» *Ciencia y Tecnología*, p. 1-6. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/125/139>
- González, I., Infante, D., Peteira, B., Martínez, B., Arias, Y., González, N., & Miranda, I. (2011). Caracterización bioquímica de aislamientos de *Trichoderma* spp. promisorios como agentes de control biológico. II. Expresión de actividad glucanasa. *Revista de Protección Vegetal*, 26(1), 23-29.
- Guillén-Cruz, R., Hernández-Castillo, F. D., Gallegos-Morales, G., Rodríguez-Herrera, R., Aguilar-González, C. N., Padrón-Corral, E., & Reyes-Valdés, M. H. (2016). *Bacillus* spp. como biocontrol en un suelo infestado con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kühn y *Phytophthora capsici* Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annum* L.). *Revista*

- Mexicana de Fitopatología*, 24(2), 105-114.
- Hossain, I. (2016). Efficacy of Bion, Amistar and Tilt in controlling brown spot and narrow brown spot of rice cv. BR11 (Mukta). *J. Bangladesh Agric. Univ.* 9(2), 201 – 204.
- Howell, R., Stipanovic, D y Lunsen, D. (1993). Antibiotic production by strains of *Gliocladium virens* and its relation to the biocontrol of cotton seedling diseases. *Biocontrol Science and Technology* 3: 435-441. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/09583159309355298>
- Ibrahim, E y Abo, M. (2014). Seed discoloration and their effect on seedlings growth of egyptian hybrid rice. *Res. J. Seed Sci.* 7, 63 – 74
- Infante, D., Martínez, B., González, N., & Reyes, Y. (2009). Mecanismos de acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. *Revista de protección vegetal*, 24(1), 14-21.
- Lima, G. T. C., & Montezuma, M. A. A. (2019). Gestión sostenible para la producción de biofungicidas y fortalecimiento del sector de bioinsumos agrícolas venezolano. *Enfoque UTE*, 10(1), 26-40.
- Lorito M., Woo, L., Harman, E., Monte E. (2010). Translational research on *Trichoderma*: from o'mics to the field. *Annual review of phytopathology* 48: 395–417. <https://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-phyto-073009-114314>
- Martínez, B. Y. Obret, S. Pérez y Y. Reyes. Pérez-Torres. (2014). Antagonismo in vitro de cepas de *Trichoderma* spp. frente a *Sarocladium oryzae* (Sawada) W. Gams & D. Hawksworth. *Revista de Protección Vegetal* 29(2): 106-111. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1010-27522014000200005&lng=es&nrm=iso
- Martínez, B., Infante, D y Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. y su función en el control de plagas en los cultivos. *Revista de Protección Vegetal*. Versión impresa ISSN 1010-2752. *Rev. Protección Veg.* vol.28 no.1 La Habana. <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>.
- Martínez, B., Reyes, Y., Infante, D., González, E., Baños, H., & Cruz, A. (2015). Selección de aislamientos de *Trichoderma* spp. candidatos a biofungicidas para el control de *Rhizoctonia* sp. en arroz. *Revista de Protección Vegetal*, 23(2), 118-125.
- McIntyre, M., Nielsen, J., Arnau J., van der Brink H., Hansen K., Madrid S. (eds) (2004) *Proceedings of the 7th European Conference on Fungal Genetics*. Copenhagen, Denmark.

- Mekwatanakarn Poonsak, Wichai Kositratana, M. Levy, and R. S. Zeigler. 2000. Pathotype and Avirulence Gene Diversity of *Pyricularia grisea* in Thailand as Determined by Rice Lines Near-Isogenic for Major Resistance Genes.» *Plant Disease*, 2000: 84, 60-70. <https://apsjournals.apsnet.org/doi/10.1094/PDIS.2000.84.1.60>
- Melgarejo P., A. De Cal. 2006. Biofungicidas y control biológico de hongos fitopatógenos: aplicación en la filofera. *Comunicación técnica. Phytoma* 182. <https://www.phytoma.com/la-revista/phytohemeroteca/182-octubre-2006/biofungicidas-y-control-biologico-de-hongos-fitopatgenos-aplicacin-en-la-filosfera#:~:text=Los%20biofungicidas%20son%20fungicidas%20cuya%20materia%20activa%20es%20un%20microorganismo%20antagonista.&text=La%20materia%20activa%20de%20la,hay%20algunos%20que%20contienen%20levaduras>.
- Pantoja López, Alberto; Fischer, Albert J.; Correa Victoria, Fernando José; Sanint, Luis Roberto; Ramírez, Alvaro; Tascón J., Eugenio; García Durán, Elías. 1997. MIP en arroz : Manejo integrado de plagas: Artrópodos, enfermedades y malezas. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, CO. 141 p. (Publicación CIAT no. 292). <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/54176>
- Paz Carrasco, Lenin. (2009). El Virus del Entorchamiento del Arroz en Ecuador. Yaguachi. Guayaquil: Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5555>
- Pila, F. (2016). Importancia de los lipopéptidos de *Bacillus subtilis* en el control biológico de enfermedades en cultivos de gran valor económico. *Bionatura*, 1, 135-138.
- Rey, M., Delgado-Jarana, J., Rincón, A. M., Limón, M. D. C., & Benítez, T. (2000). Mejora de cepas de *Trichoderma* para su empleo como biofungicidas. *Rev Iberoam Micol*, 17, 31-36.
- Rives, N., Acebo, Y., & Hernández, A. (2017). Bacterias promotoras del crecimiento vegetal en el cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). Perspectivas de su uso en Cuba. *Cultivos tropicales*, 28(2), 29-38.
- Sameens, J. (1997). Incidencia de las enfermedades. Disponible en http://sameens.dia.uned.es/Trabajos6/Trabajos_Publicos/Trab_3/Astillero%20Pinilla_3/Tasadeincidencia.htm
- Sanjuán Pinilla, Juan, & Moreno Sarmiento, Nubia. (2010). Aplicación de insumos biológicos: una oportunidad para la agricultura sostenible y amigable con el medioambiente. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 12(1), 4-7. Retrieved November 23, 2019, from

- http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-34752010000100001&lng=en&tlng=es.
- Sivasithamparizam, K. y Ghisalberti, L. (1998). Secondary metabolism in *Trichoderma* and *Gliocladium* pages 139-191 In: *Trichoderma* and *Gliocladium*.. CP. Kubicek and GE. Harman, eds. Taylor & Francis Inc., Bristol, PA, U.S.A. <https://research-repository.uwa.edu.au/en/publications/secondary-metabolism-in-trichoderma-and-gliocladium>
- Suquilanda, M. (2003). Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz. Organización Mundial de la Salud. Proyecto manejo adecuado de plaguicidas. Pág. 13
- Tejera, B, Heydrich, Mayra, & Rojas, Marcia M. (2012). Antagonismo de *Bacillus* spp. frente a hongos fitopatógenos del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L.). *Revista de Protección Vegetal*, 27(2), 117-122. Recuperado en 23 de noviembre de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-27522012000200008&lng=es&tlng=es.
- Ulhoa, J. (1996). Enzimas micolíticas produzidas pelo agente de biocontrole *Trichoderma harzianum*. In: Anais V sincobiol Simposio de controle biológico, Foz de Iguaçu, Parana, Brasil: 234-238.
- Villanueva, D. M. L. (2018). Eficacia de biofungicidas frente a la caída de plántula de pepino, inducida por *Pythium aphanidermatum*. *Revista de Investigación en Agroproducción Sustentable*, 2(1), 72-78.
- Viterbo, A., Montero, M., Ramot, O., Friesem, D., Monte, E., Llobell, A y Chet, I. (2002). Expression regulation of the endochitinase chit 36 from *Trichoderma asperellum* (*T. harzianum* T- 203). *Curr. Genet.* 42, 114–122.
- Welch, J. R., y col., 2010. Rice yields in tropical/subtropical Asia exhibit large but opposing sensitivities to minimum and maximum temperatures. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(33), 14562–14567. <http://doi.org/10.1073/pnas.1001222107>.
- Wiest, A., Grzegorski, D., Xu, W., Goulard, C., Rebuffat, S., Ebbolle, J., Bodo, B y Kenerley, C. (2002). Identification of peptaibols from *Trichoderma virens* and cloning of a peptaibol synthetase. *Journal of Biological Chemistry* 277: 20862-20868. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11909873/>
- Wordpress.(2017). Cultivos en el ECUADOR is powered by WordPress.Wordpress Themes by TemplateLite. com. Recuperado de <http://blog.espol.edu.ec/diealsan/mi-segundo-video/>

Anexos

Anexo 1. Registro del Estado de Crecimiento de las Plantas

Estado vegetativo de la planta del arroz al momento de hacer la observación, cuya clave es la siguiente:

Descripción	Estado
Germinación a emergencia	0
Plántula o trasplante	1
Macollamiento	2
Crecimiento del tallo	3
Embuchamiento	4
Emergencia de la panícula	5
Floración	6
Estado lechoso del grano	7
Estado pastoso del grano	8
Grano maduro	9

(CIAT, 1983)

Anexo 2. Análisis de suelo



ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR "DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"



LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 26 Vía Durán Tambo – Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi – Guayas - Ecuador

Teléfono: 042724260 – 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre	: JOHN CANO M	Nombre	: CERRO CACHARI	Cultivo	: ARROZ
Dirección	: BABAHOYO	Provincia	: LOS RIOS	Nº de Reporte	: 015678
Ciudad	: BABAHOYO – LOS RIOS	Cantón	: BABAHOYO	Fecha de Muestreo	: 29/04/2020
Teléfono	: N/A	Parroquia	: BARREIRO	Fecha de Ingreso	: 31/04/2020
Fax	: N/E	Ubicación	: KM. 10 VIA QUEVEDO	Fecha de Salida	: 22/06/2021

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		ug/ml											
	Identificación	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl
39678	Muestra 1	5,9 MeAc	33 M	13 M	139 M	2600 A	594 A	10 B	1.4 B	17.2 A	133 A	49.0 A	0,10 B	

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	MAc = Muy ácido Ac = Ácido MeAc = Medianamente ácido Lac = Ligeramente ácido PN = Prácticamente neutro	N = Neutro LAI = Ligeramente alcalino MeAL = Medianamente alcalino Al = Alcalino RC = Requiere Cal
B = Bajo M = Medio A = Alto		

Niveles de Referencia Óptimos					
Medio (ug/ml)					
NH ₄	20-40	Mg	121,5-243	Fe	20-40
P	10-20	S	10-20	Mn	5-15
K	78-156	Zn	2,0-7,0	B	0,5-1,0
Ca	800-1600	Cu	1,0-4,0	Cl	17-34

Responsable Técnico del Laboratorio



**ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL LITORAL SUR
"DR. ENRIQUE AMPUERO PAREJA"**



LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 26 Vía Durán Tambo – Tambo Apdo. Postal 09-01-7069 Yaguachi – Guayas - Ecuador
Teléfono: 042724260 – 042724119 e-mail: labsuelos.eels@iniap.gob.ec

INFORME DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		DATOS DE LA MUESTRA	
Nombre	: JOHN CANO M	Nombre	: LOS BELDACOS	Cultivo	: ARROZ
Dirección	: BABAHOYO	Provincia	: LOS RIOS	Nº de Reporte	: 019860
Ciudad	: BABAHOYO – LOS RIOS	Cantón	: BABAHOYO	Fecha de Muestreo	: 29/04/2020
Teléfono	: N/A	Parroquia	: BARREIRO	Fecha de Ingreso	: 31/04/2020
Fax	: N/E	Ubicación	: KM. 10 VIA QUEVEDO	Fecha de Salida	: 22/06/2020

Nº Muest. Laborat.	Datos del Lote		ug/ml											
	Identificación	pH	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Cl
38190	Muestra 2	5,9 MeAc	15 B	11 M	147 M	2771 A	527 A	14 M	1,5 B	15,2 A	272 A	54,0 A	0,28 B	

Interpretación	pH	
NH ₄ , P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Fe, Mn, B, Cl	MAC = Muy ácido Ac = Ácido MeAc = Medianamente ácido Lac = Ligeramente ácido PN = Practicamente neutro	N = Neutro LAI = Ligeramente alcalino MeAL = Medianamente alcalino Al = Alcalino RC = Requiere Cal
B = Bajo M = Medio A = Alto		

Niveles de Referencia Optimos		
Medio (ug/ml)		
NH ₄ 20-40	Mg 121,5-243	Fe 20-40
P 10-20	S 10-20	Mn 5-15
K 78-156	Zn 2,0-7,0	B 0,5-1,0
Ca 800-1600	Cu 1,0-4,0	Cl 17-34

Responsable Técnico del Laboratorio

Anexo 3. Costos de producción

Cuadro 20. Costos fijos/ha en la localidad de “Cacharí”, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	220,00	220,00
Siembra				0,00
Lechuguin	sacos	2	85,00	170,00
Trasplante				0,00
Aplicación	jornales	3	12,00	36,00
Preparación de suelo				0,00
Romplow rastra	u	3	25,00	75,00
Fertilización				0,00
Urea (50 kg)	sacos	5,2	29,75	155,30
DAP (50 kg)	sacos	1,5	21,50	32,68
Muriato de potasio (50 kg)	sacos	2,5	20,00	50,00
Sulfato de Magnesio	sacos	2,0	18,00	36,00
Zinquell	L	1,0	8,50	8,50
Solubor (500g)	funda	1,0	10,50	10,50
Mano de obra	jornales	6	12,00	72,00
Control de malezas				0,00
Machete (Butachlor)	L	3	5,00	15,00
Omega (Pendimenthalin)	L	2	8,00	16,00
Cristal Compuesto (Propanil y 2,4-D)	L	1,5	8,00	12,00
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Control fitosanitario				0,00
Clorpirifos	L	0,75	9,20	6,90
Aplicación	jornales	2	12,00	24,00
Sub Total				1011,88
Administración (5 %)				50,59
Total Costo Fijo				1062,47

Cuadro 21. Costos fijos/ha en la localidad de “Cacharí”, en el ensayo “Efecto de productos Biofungicidas sobre la sanidad del cultivo de Arroz en dos localidades de la Provincia de Los Ríos”. UTB, 2021.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1	220,00	220,00
Siembra				0,00
Lechuguin	sacos	2	85,00	170,00
Trasplante				0,00
Aplicación	jornales	3	12,00	36,00
Preparación de suelo				0,00
Romplow rastra	u	3	25,00	75,00
Fertilización				0,00
Urea (50 kg)	sacos	5,9	29,75	174,63
DAP (50 kg)	sacos	1,7	21,50	37,39
Muriato de potasio (50 kg)	sacos	3,0	20,00	60,00
Sulfato de Magnesio	sacos	2,5	18,00	45,00
Zinquell	L	1,0	8,50	8,50
Solubor (500g)	funda	1,0	10,50	10,50
Mano de obra	jornales	6	12,00	72,00
Control de malezas				0,00
Machete (Butachlor)	L	3	5,00	15,00
Omega (Pendimenthalin)	L	2	8,00	16,00
Cristal Compuesto (Propanil y 2,4-D)	L	1,5	8,00	12,00
Aplicación	jornales	6	12,00	72,00
Control fitosanitario				0,00
Clorpirifos	L	0,75	9,20	6,90
Aplicación	jornales	2	12,00	24,00
Sub Total				1054,92
Administración (5 %)				52,75
Total Costo Fijo				1107,67

Anexo 4. Fotografías



Fig. 1. Siembra del cultivo de arroz



Fig. 2. Realizando labores culturales



Fig. 3. Cultivo de arroz en desarrollo



Fig. 4. Cosecha del cultivo

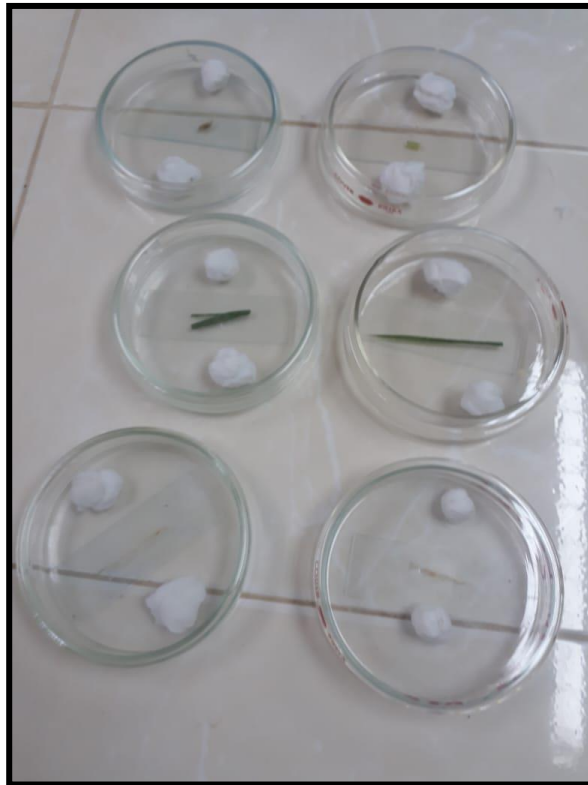


Fig. 5. Reproducción de esporas



Fig. 6. Identificación de los patógenos