



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHYO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

Trabajo Experimental, presentado a la Unidad de Titulación, como  
requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

*“Trichoderma harzianum en el control de Rhizoctonia solani y  
Gaeumannomyces graminis en el cultivo de arroz (Oryza sativa L.), en  
la zona de Babahoyo”*

**AUTOR:**

Jonathan Marcelo Chuez Cepeda

**TUTOR:**

Ing. Agr. Edwin Hasang Morán, MSc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2018



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA**



**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Trabajo Experimental, presentado al H. Consejo Directivo,  
como requisito previo para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TEMA:**

**“*Trichoderma harzianum* en el control de *Rhizoctonia solani* y  
*Gaeumannomyces graminis* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa*  
L.), en la zona de Babahoyo”**

**TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**



**Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros, MBA**

**PRÉSIDENTE**



**Ing. Agr. Fernando Cobos Mora, MBA**

**VOCAL PRINCIPAL**



**Ing. Agr. Guillermo García Vásquez, MSc.**

**VOCAL PRINCIPAL**

## **DEDICATORIA**

*La presente tesis dedico a mis padres, María Laura Cepeda Barrios y Félix Chuez Vargas, que han sido un pilar fundamental en mi formación como profesional, por brindarme la confianza, consejos, oportunidad y en lo económico para lograrlo.*

*A mis hermanos, Juan Cercado Cepeda, Lady Chuez Cepeda, Tatiana Junco Cepeda y toda mi familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada año en mi carrera universitaria.*

## **AGRADECIMIENTOS**

*Agradezco a dios por darme la oportunidad de estar en este mundo, en especial a mi linda madre, María Cepeda que siempre me brindó su apoyo y cariño incondicional cuando lo necesite, muchos de mis logros se lo debo a ella a mis hermanos Juan, Tatiana y Lady a mi primo Pedro Cepeda y amigos en general que estuvieron día a día dándome su apoyo.*

## CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos .....	3
1.1.1. General.....	3
1.1.2. Específicos .....	3
II. MARCO TEÓRICO .....	4
2.1. Generalidades del cultivo de arroz.....	4
2.2. Efecto en el cultivo de arroz como consecuencia de enfermedades .....	5
2.3. <i>Trichoderma harzianum</i> para control de enfermedades .....	6
2.5. Enfermedades causadas por <i>Rhizoctonia solani</i> y <i>Gaeumannomyces</i> <i>graminis</i> .....	10
III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	15
3.1. Ubicación y descripción del campo experimental.....	15
3.2. Material genético .....	15
3.3. Métodos.....	16
3.4. Factores estudiados .....	16
3.5. Tratamientos.....	16
3.6. Diseño experimental .....	16
3.6.1. Esquema del análisis de varianza .....	17
3.7. Análisis funcional .....	17
3.8. Manejo del ensayo.....	17
3.8.1. Preparación del terreno.....	17
3.8.2. Siembra.....	17
3.8.3. Riego .....	17
3.8.4. Fertilización.....	17
3.8.5. Control de malezas .....	18
3.8.6. Control fitosanitario .....	18
3.8.7. Cosecha.....	18
3.9.1. Incidencia y severidad de las enfermedades .....	18
3.9.2. Eficacia de los fungicidas .....	19
3.9.3. Altura de planta .....	19
3.9.4. Número de macollos .....	19
3.9.5. Número de panículas .....	20

3.9.6. Porcentaje de granos llenos y vanos por panículas.....	20
3.9.7. Peso de 1000 granos .....	20
3.9.8. Rendimiento de grano .....	20
3.9.9. Análisis económico .....	20
IV. RESULTADOS .....	21
4.1. Incidencia y severidad de las enfermedades .....	21
4.2. Eficacia de los fungicidas.....	21
4.1. Altura de planta .....	23
4.2. Longitud de panícula .....	24
4.3. Número de macollos/m <sup>2</sup> .....	25
4.4. Número de panículas/m <sup>2</sup> .....	25
4.5. Porcentaje de granos llenos y vanos .....	26
4.6. Peso de 1000 granos.....	27
4.7. Rendimiento del cultivo.....	28
4.8. Análisis económico .....	28
V. CONCLUSIONES .....	33
VI. RECOMENDACIONES.....	34
VII. RESUMEN.....	35
VIII. SUMMARY .....	36
IX. BIBLIOGRAFÍA.....	37
X. APÉNDICE .....	40
10.1. Cronograma de actividades .....	41
10.2. Croquis de parcelas en el campo.....	42
10.3. Cuadros de resultados y análisis de varianza .....	43

## ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Preparación del terreno .....	54
Fig. 2. Medición y estaquillada de parcelas .....	54
Fig. 3. Siembra del cultivo .....	55
Fig. 4. Confección de muros .....	55
Fig. 5. Fertilización del cultivo .....	56
Fig. 6. Fumigación .....	56
Fig. 7. Medición de la espiga.....	57
Fig. 8. Conteo de espiga .....	57
Fig. 9. Altura de planta .....	58
Fig. 10. Conteo de nudos .....	58

## I. INTRODUCCIÓN

El arroz es un alimento de vital importancia para más de la mitad de la población a nivel mundial que consume al menos una vez al día, constituyéndose en el alimento básico. Del total de la producción mundial el 90 % corresponde a Asia, en América Latina y el Caribe la producción es en apenas 6 % y África 4 %<sup>1</sup>.

Esta gramínea contiene alto valor nutritivo como tiamina o vitamina B1, riboflamina o vitamina B2 y niacina o B3, así como fósforo y potasio. En el mercado, este producto está regido por tipos y calidad. Además este cultivo genera millones de empleo, especialmente en zonas del sector rural, aun después de cosechado.

En el Ecuador se siembran aproximadamente 343 936 has, que de las cuales se cosechan 332 988 logrando una producción de 1 239 269 t. En la provincia de Los Ríos se siembran aproximadamente 114 545 has, de las cuales se cosechan 110 386 has, alcanzando una producción de 359 569 t.<sup>2</sup>

En la actualidad el control biológico causa múltiples innovaciones, ya que es un método utilizado para controlar poblaciones de plagas, enfermedades o malezas utilizando organismos vivos; para esto es necesario conocer el insecto, patógeno o maleza con la finalidad de emplear el organismo adecuado para su control.

Las enfermedades que afectan al cultivo de arroz pueden ocasionar daños severos en la plantación, por tanto es necesario detectar los síntomas iniciales de la presencia de enfermedades con la finalidad de realizar medidas de control o prevención.

El género *Trichoderma* posee excelentes cualidades para el control de

---

<sup>1</sup> Disponible en [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss\\_mercados\\_agropecuarios/areas/regionales/\\_archivos/000030\\_Informes/000020\\_Arroz/000020\\_El%20mercado%20del%20arroz%20en%20los%20países%20del%20CAS.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/areas/regionales/_archivos/000030_Informes/000020_Arroz/000020_El%20mercado%20del%20arroz%20en%20los%20países%20del%20CAS.pdf)

<sup>2</sup> Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. 2017. Disponible en <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>

enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo como *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotium*, *Pythium*, *Fusarium*, entre otros, ya que actúan como hiperparásitos competitivos que provocan metabolitos anti fúngicos y enzimas hidrolíticas a los que se le atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, encontrados en los organismos con los que interactúa. Este género actúa contra hongos, debido a la ubicuidad, a su facilidad para ser aisladas y cultivadas; a su crecimiento rápido en gran número de sustratos. Los mecanismos por los que *Trichoderma* despalzan al fitopatógeno son por la competitividad directa por el espacio o por los nutrientes, producción de metabolitos antibióticos y parasitismo directo de determinadas especies de *Trichoderma* sobre los hongos fitopatógenos<sup>3</sup>.

Por otra parte esta *Rhizoctonia solani*, es un hongo hidrófilo y termófilo transmitido por el suelo, es una de las enfermedades de la raíz más comunes. Los síntomas exteriores visibles en las plantas más viejas incluyen la marchitez repentina y el amarilleo del follaje y la pudrición de color negro de los peciolos cerca de la corona. Posteriormente, las hojas marchitas se caen y secan, formando una roseta seca y marrón que persiste a través de la época de cultivo. Las zonas expuestas de las raíces infectadas están cubiertas a menudo por masas de micelio marrón. El hongo causa una pudrición seca característica de color marrón con fisuras profundas en la corona o cerca de ella. La raíz y la corona quedan destruidas parcial o completamente<sup>4</sup>.

Por otro lado, *Gaeumannomyces graminis* es un hongo que causa enfermedad en el cultivo de arroz, durante el estado de llenado, cuajado y maduración de la panícula, siendo difícil de combatir, existiendo pocos fungicidas eficaces para su control. Los síntomas aparecen en las últimas etapas de crecimiento. Inicialmente, se observa una malla de micelio en las vainas de las hojas. Los primeros síntomas se observan a nivel de la línea de agua y en ascenso. Al envejecer la lesión, la malla micelial crece avanzando la infección hasta que la hoja muere. El cuello y el tallo también son afectados. El hongo produce manchas

---

<sup>3</sup> Ezziyyani, M., Pérez, C., Ahmed, A., Requena, M. y Candela, M. 2004. Disponible en <https://www.um.es/analesdebiologia/numeros/26/PDF/05-TRICHODERMA.pdf>

<sup>4</sup> Betaseed. 2017. Disponible en <http://www.betaseed.com/es/herramientas/enfermedadespestes/details/article/rhizoctonia.html>

ovaladas de color oscuro que se ubican en la base del tallo, dando lugar a un menor macollamiento y marcado volcamiento de las plantas, especialmente cerca de la cosecha. Al final del ciclo de la planta, en la vaina seca y caída, se observa el signo del hongo (peritecios), dentro de la misma<sup>5</sup>.

Por lo expuesto se realiza un trabajo experimental para evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* de arroz (*Oryza sativa* L.), comparado con fungicidas químicos en la zona de Babahoyo.

## **1.1. Objetivos**

### **1.1.1. General**

Evaluar el efecto de *Trichoderma harzianum* en el control de *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en el cultivo de arroz (*Oryza sativa* L.), en la zona de Babahoyo.

### **1.1.2. Específicos**

- Determinar la eficacia de los tratamientos aplicados en el control del tizón de la vaina (*Rhizoctonia solani*) y pudrición negra del pie (*Gaeumannomyces graminis* var. *graminis*) de arroz (*Oryza sativa* L.).
- Comparar la eficacia del control entre los fungicidas aplicados.
- Identificar la dosis más adecuada para el control de enfermedades.
- Analizar económicamente los tratamientos en estudio.

---

<sup>5</sup> EcuRed. 2019. Disponible en [https://www.ecured.cu/Gaeumannomyces\\_graminis](https://www.ecured.cu/Gaeumannomyces_graminis)

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Generalidades del cultivo de arroz

Franquet (2013), indica que el arroz es el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, aunque es el más importante del mundo si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha. A nivel mundial, el arroz ocupa el segundo lugar después del trigo si se considera la superficie cosechada, pero si se considera su importancia como cultivo alimenticio, el arroz proporciona más calorías por hectárea que cualquier otro cultivo de cereales. Además de su importancia como alimento, el arroz proporciona empleo al mayor sector de la población rural de la mayor parte de Asia, pues es el cereal típico del Asia meridional y oriental, aunque también es ampliamente cultivado en África y en América, y no sólo ampliamente sino intensivamente en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas, como España, Italia, Portugal, Francia y Grecia.

Gutiérrez, S. (2013), señala que el arroz (*Oryza sativa L.*) es uno de los cultivos de importancia económica en la provincia de Corrientes, Argentina. Es afectado por varias enfermedades de origen fúngico, entre las cuales el complejo del manchado de las vainas foliares es considerado una de las de mayor frecuencia en la región de cultivo de arroz del país. La enfermedad es causada por varias especies del género *Rhizoctonia*: *R. solani* (tizón de la vaina), *R. oryzae* (mancha de la vaina) y *R. oryzae-sativae* (mancha agregada de la vaina). La sintomatología producida por las tres especies es semejante, dificultando la diferenciación en condiciones de campo. El aislamiento del agente causal *in vitro*, es una de las técnicas necesarias para la identificación preliminar de las mismas.

Martínez et al (2014) sostiene que el arroz (*Oryza sativa L.*) representa el alimento básico para más de la mitad de la población mundial, y es considerado uno de los cultivos más importantes del mundo por la extensión de la superficie que ocupa y la cantidad de personas que dependen de su cosecha. Su producción promedio anual en los últimos años alcanza, aproximadamente, unos 728 millones de toneladas.

Bayer (2017) reporta que el cultivo de arroz es parte importante de la economía nacional del país y uno de los más relevantes en términos socio cultural por que demanda una gran cantidad de mano de obra en su proceso productivo y representa un hábito masivo de consumo. Un gran número de familias depende económicamente del proceso productivo del cultivo, al igual del proceso industrial en su molinería y comercialización.

## **2.2. Efecto en el cultivo de arroz como consecuencia de enfermedades**

Martínez et al (2014) considera que 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 nemátodos que afectan al arroz.

Merchán et al (2014), corrobora que consecuentemente, los agricultores siempre han intentado minimizar las pérdidas causadas por plagas y enfermedades con la aplicación de métodos aparentemente efectivos, los cuales pueden ser nocivos tanto para el ambiente como para el hombre al consumir los productos tratados. Debido al desarrollo y producción de plaguicidas de síntesis química, los productores de fresa como primera medida disponen de estos, gracias a su fácil adquisición, para realizar el control de patógenos, por lo menos a corto plazo. Sin embargo, estos productos encierran riesgos, los cuales se hacen evidentes cuanto más prolongado e intensivo es su uso.

Izzeddin y Medina (2013), aclaran que uno de los métodos más utilizados para contrarrestar las perdidas en cultivos agrícolas por organismos o plagas causantes de enfermedades es el uso de pesticidas. Estas son sustancias químicas que producen innumerables efectos indeseados sobre el ecosistema, induciendo a la generación de organismos resistentes, persistencia ambiental de residuos tóxicos, contaminación de suelos y recursos hídricos, lo cual altera el equilibrio ecológico.

Los efectos adversos que causan los agroquímicos, actualmente la

tendencia en el área agroindustrial, se inclina cada vez más a la disminución tanto de costos en la producción como de la presencia de residuos de pesticidas en los productos agrícolas y en el medio ambiente, situando así al control biológico como una alternativa dentro del manejo de plagas. Así, con la finalidad de ampliar los estudios realizados en el uso de productos biológicos a nivel agroindustrial se seleccionaron algunos microorganismos causantes de enfermedades en plantas comunes como tomate, pimentón y cebolla, a fin de estudiar la capacidad antagónica de algunos microorganismos (Izzeddin y Medina,2013).

Suquilanda (2003), difunde que el control biológico clásico, consiste en el uso de agentes microbiológicos entomopatógenos (hongos, bacterias, virus) y antagónicos (hongos), así como insectos benéficos (predadores y parasitoides). Los usos son los siguientes:

- a. Bacterias entomopatógenas de mayor uso que se consiguen en el mercado. El uso de bacterias controla gusanos del suelo, barrenadores, novia del arroz, langostas.
- b. Hongos entomopatógenos: que controlan las plagas.
- c. Hongos antagónicos: son agentes microbianos del género *Trichoderma*, capaces de antagonizar con hongos patógenos que causan enfermedades a los cultivos. En el caso del cultivo del arroz estos hongos pueden controlar enfermedades como la *Piricularia* o quemazón, la pudrición del tallo y la rizoctonia.

### **2.3. *Trichoderma harzianum* para control de enfermedades**

Pérez et al (2018), publican que una vía para atenuar las afectaciones de hongos fitopatógenos es la utilización de alternativas ecológicas como medidas culturales, etológicas y el uso de microorganismos antagonistas como agentes de biocontrol. Entre estos se encuentran las especies del género *Trichoderma* Persoon, en el que su uso en la agricultura se debe a mecanismos de acción como competencia, micoparasitismo, antibiosis y la producción de compuestos volátiles que reducen la infección de agentes causales de enfermedades en plantas.

Intagri (2018), apunta que *Trichoderma* spp. es un hongo anaeróbico habitante natural del suelo, caracterizado por un comportamiento saprófito o

parásito. Entre las especies más destacadas están *T. harzianum*, *T. viride*, *T. koningii* y *T. hamatum*. El éxito de las cepas de *Trichoderma* como agentes de control biológico se debe a su alta capacidad reproductiva, habilidad para sobrevivir bajo condiciones ambientales desfavorables, eficiencia en la utilización de nutrientes, capacidad para modificar la rizósfera, fuerte agresividad contra hongos fitopatógenos y eficiencia en promoción del crecimiento en plantas e inducción de mecanismos de defensa. Las diferentes especies se caracterizan por tener un crecimiento micelial rápido y una abundante producción de esporas, que ayuda a la colonización de diversos sustratos y del suelo.

Cardona y Rodríguez (2017), mencionan que resultados obtenidos demuestran que *T. harzianum* en las condiciones de campo en las cuales se cultiva el ajonjolí, no evidencia reducción en la incidencia de la enfermedad pudrición carbonosa. Así mismo se evidencia la necesidad de repetir en el tiempo este tipo de prueba, para poder recomendar algún antagonista que se proponga como alternativa para el control de la enfermedad. Es por eso, que las condiciones ambientales en las cuales se cultiva el ajonjolí en el estado portuguesa, así como nuevas prácticas culturales, deben ser estudiadas con el fin de lograr obtener una reducción en la incidencia de la pudrición carbonosa.

Pérez et al (2018), manifiestan que la aplicación de *Trichoderma* en el arroz ha sido poco estudiada. En la última década se han obtenido resultados satisfactorios en el control de *B. oryzae*, *S. oryzae* y *P. grisea*. Todos ellos mediante la interacción in vitro entre estos hongos fitopatógenos del arroz y especies de *Trichoderma*. Sin embargo, a pesar de la existencia de literatura científica sobre la aplicación de este agente de control biológico en el cultivo de arroz contra *P. grisea*, son escasos los antecedentes científicos que hacen referencia a su uso in vivo como microorganismo antagonista y a la acción de sus filtrados de cultivo contra los agentes causales de la mancha parda, pudrición de la vaina y tizón del arroz. Por estas razones se propone evaluar la eficiencia de *T. harzianum* y sus filtrados de cultivo como alternativa de control de las enfermedades fúngicas foliares del arroz mancha parda, pudrición de la vaina y tizón del arroz.

Intagri (2018), indica que muchos hongos presentes en el suelo causan severos daños a las raíces de las plantas, llegando incluso a provocar la muerte de las mismas. Entre los hongos del suelo que causan mayores pérdidas están: Fusarium, Phytophthora, Pythium y Rhizoctonia, los cuales afectan una gran variedad de cultivos. Mediante el uso de hongos y bacterias antagónicas se han podido conocer estrategias con mayor potencial para el control de enfermedades ocasionadas por patógenos del suelo. Entre estos microorganismos destaca el género Trichoderma como agente de control biológico.

Martínez et al (2013), señalan que el género Trichoderma fue descrito por Persoon en 1794. Posteriormente, Rifai hizo el primer agrupamiento en especies agregadas que se utiliza hasta el presente, a pesar de las dificultades que se presentan para la identificación de especies por este método, debido a la cercanía morfológica y la evolución de las mismas. Son hongos saprofitos del suelo y la madera, de crecimiento muy rápido. Las especies de este género se encuentran ampliamente distribuidas por todas las latitudes, y se presentan naturalmente en diferentes ambientes, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición.

Intagri (2018), aclaran que entre los mecanismos de acción; las diferentes especies de Trichoderma ejercen mecanismos de control mediante: competencia directa (por espacio y nutrientes), producción de metabolitos antibióticos, la inactivación de enzimas del agente patógeno, modificación de las condiciones ambientales, producción de sustancias promotoras del crecimiento vegetal y por micoparasitismo

Martínez et al (2013), mencionan que la acción de Trichoderma como micoparásito natural se demostró por Weindling en 1932, y su utilización en experimentos de control biológico se implementó a partir de 1970, cuando se incrementaron los estudios de campo para su uso en cultivos de hortalizas y ornamentales. No obstante, la información sobre su empleo en la producción agrícola es insuficiente y dispersa.

Merchán et al (2014), aportan que en estudios de control de enfermedades

con *T. harzianum* se ha observado que este hongo no solo reduce la severidad sino que también induce la estimulación del crecimiento de las plantas, del mismo modo, se ha demostrado el efecto de *T. lignorum* en el control de *Rhizoctonia solani* en plantas. Este efecto también es reportado en experimentos con plantas libres de patógenos bajo condiciones controladas. *T. harzianum*, *viride* y *lignorum* han mostrado diferentes mecanismos de acción biocontroladora sobre hongos fitopatógenos, ya que estos compiten por espacio y nutrientes, micoparasitan y realizan antibiosis, lo cual tiene una acción directa sobre el hongo patógeno. Así mismo, *T. harzianum* mejora la producción de frutos en cuanto a masa fresca y calidad.

Martínez et al (2013), indica que el estudio de modos de acción en el proceso de selección de los aislamientos de *Trichoderma* como controlador biológico de determinada plaga, aún no se aborda profundamente como elemento clave en el manejo de la misma. Aspecto que repercute en la eficacia y perdurabilidad de los aislamientos seleccionados en los sistemas productivos.

Izzeddin y Medina (2013), indican que uno de los hongos como *Trichoderma*, ha demostrado ser uno de los productos más eficientes tanto para el control de plagas en el suelo y en cultivos, como para la estimulación de la planta. Por el mecanismo responsable de la actividad antagónica en la parte subterránea de la planta, *T. harzianum* induce a una reacción de resistencia sistémica frente a patógenos, lo que se traduce en una reducción de la necrosis causada por algunos microorganismos.

Ezziyyani, et al (2014), indican que 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.

Perdomo et al (2014), indica que la utilización indiscriminada de los fungicidas y otros agroquímicos, han ocasionado resistencia, contaminación ambiental y toxicidad, lo que ha motivado la búsqueda de otros métodos efectivos y no perjudiciales para combatir patógenos de plantas; y una de estas alternativas ha sido la utilización de microorganismos antagonicos de patógenos fúngicos del suelo, como especies de *Trichoderma*.

Ezziyyani, et al (2014), indican que 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 los hongos fitopatógenos.

Perdomo et al (2014), indica que el hongo *Trichoderma harzianum*, ha sido estudiado mundialmente por sus excelentes características como biocontrolador de hongos del suelo, causantes de enfermedades en los cultivos.

Romero et al (2016), indican que el género *Trichoderma* posee buenas cualidades para el control de enfermedades en plantas causadas por patógenos fúngicos del suelo. 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 organismo con los que interactúa.

## **2.5. Enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis***

EcuRed (2018), indica que Añublo del arroz o bruzone del arroz, es una enfermedad provocada por el patógeno de las plantas *Rhizoctonia solani*, que se ve presente dentro de la siembra del arroz y que presenta varios riesgos para esta

planta si no se controla a tiempo.

Gutiérrez, S. (2013), indica que las vainas foliares y tallos de plantas de arroz, presentan síntomas de enfermedades producidas por hongos de los géneros *Rhizoctonia* y *Sclerotium*. El género *Rhizoctonia* comprende especies que integran el complejo causal del manchado de vainas foliares del arroz.

Infoagro. (2018), indica que *Rhizoctonia solani* es una enfermedad considerada como la segunda en importancia económica después de la *Pyricularia*. Este incremento se debe a la intensidad del cultivo, al amplio uso de variedades tempranas o semi-tempranas y al aumento en el uso de fertilizantes nitrogenados. Las lesiones se producen principalmente en la vaina, siendo éstas en un principio de forma ovoide, de color gris verdoso, con una longitud que varía entre 1 y 3 cm. de largo. El centro de la lesión se torna blanco-grisácea, con un margen marrón. La presencia de diferentes lesiones que lleguen a unirse causando la muerte de las hojas o hasta de la planta entera.

EcuRed (2018), indica que el hongo *Rhizoctonia solani* causa el añublo de la vaina y se considera actualmente una de las principales enfermedades del cultivo en las regiones arroceras tropicales, subtropicales y templadas de Asia, África y América. En Colombia se han reportado pérdidas de más de 40 % cuando las condiciones para el desarrollo de la enfermedad son adecuadas.

Lawson (2018), indica que *Rhizoctonia* es un hongo transmitido por el suelo que se encuentra de forma natural en el suelo de los campos agrícolas, jardines, etc. Produce esclerocio, una estructura de consistencia dura y de color marrón oscuro que le permite sobrevivir en el suelo o infectar tejido vegetal por años. Con una amplia variedad de huéspedes, *Rhizoctonia* puede provocar una variedad de enfermedades, como la pudrición del tallo, la pudrición de la raíz, mildiú de las plántulas y roya de las hojas. La especie más común que infecta a las plantas es *Rhizoctonia solani*. Aunque hay otras especies conocidas por causar enfermedades de las plantas, no todas las especies de *Rhizoctonia* son agentes patógenos de las plantas.

EcuRed (2018), indica que en muchas regiones tropicales y subtropicales, la enfermedad cobró importancia, por dos razones:

- La introducción de variedades de alto rendimiento, enanas, de abundante macollamiento, de período vegetativo corto y que respondían rápidamente al nitrógeno.
- El empleo de altas densidades de siembra.

Cyclamen (2013), indica que *Rhizoctonia solani*, agente de podredumbre, muy polifágica, puede propagarse rápidamente a una temperatura de 20°C. Se localiza en las capas superiores del suelo donde puede conservarse varios años, en principio ataca la planta a nivel del cuello. El ataque progresa rápidamente hacia el bulbo y el sistema radicular.

EcuRed (2018), indica que el añublo de la vaina es más grave en el sistema de riego que en el de secano. El patógeno está presente en todas las zonas arroceras y en condiciones de humedad y temperatura altas, puede lanzar un ataque severo.

Cyclamen (2013), indica que el hongo del género *Rhizoctonia* pertenece a la clase de los Adelomicetos y al orden de los Agonomycetales. Estos hongos no presentan nunca un estadio de reproducción sexuada, sean cuales sean las condiciones de su desarrollo. Además, la producción de conidias por reproducción asexual es inexistente. Están relativamente bien adaptadas a la vida en el suelo, incluso en ausencia de vegetales. Viven por lo tanto en condiciones saprofitas. Muy polifágica, *Rhizoctonia solana* ataca claramente a los ciclámenes.

EcuRed (2018), indica que la enfermedad es especialmente destructiva en condiciones de alta temperatura (28 a 32 °C) y de alta humedad relativa (más de 96 %). La temperatura de la planta depende de la temperatura ambiental; su humedad relativa, en cambio, está muy influida por la densidad de plantas del cultivo. A mayor densidad, mayor humedad relativa. La integración de factores agrometeorológicos y factores agronómicos es fundamental para diseñar una estrategia de manejo de la enfermedad. Agente causal del Añublo de la Vaina.

Lawson (2018), indica que *Rhizoctonia* crece junto a la superficie superior del sustrato, así que comúnmente ataca el tallo de la planta en el nivel del suelo. Por lo general, los tallos se descomponen rápidamente, comienza con la formación de lesiones marrones y marrones rojizas que aumentan, lo que produce canchales hundidos cerca del nivel del suelo. Los tallos infectados tienen una apariencia seca, marchita, "tiesa". Los canchales aumentan y rodean el tallo, lo que limita el movimiento de agua y nutrientes hacia la planta y causa la defoliación prematura, especialmente durante el calor del día, y posible deficiencia de nutrientes

Cyclamen (2013), indica que *Rhizoctonia solani* se localiza preferentemente en las capas superiores del suelo (en los dos primeros centímetros). En el suelo, puede en ausencia de plantas o de condiciones favorables, conservarse varios años. Esta conservación se hace bajo forma de esclerotios, masas de micelio entrelazado, duros y de color sombreado. Ataca sobretodo los cultivos de plantas procedentes de semilla y de plantas jóvenes repicadas. El ataque es a nivel de cuello. La enfermedad progresa por manchas sucesivas.

IICA. (2015), indica que *Rhizoctonia solani* puede causar pérdidas de un 50% en los rendimientos. Ataca raíces; las plantas afectadas son más pequeñas y están marchitas. En la raíz se notan pequeños puntos rojizos alargados, que con el tiempo crecen y pueden llegar a formar canchales rojizos, hundidos, oscuros. La raíz principal se deforma y se ven los tejidos internos. En casos muy severos, cerca de las plantas muertas se forman pequeñas estructuras redondas, negras, parecidas a granos de arena.

Cyclamen (2013), indica que a nivel de las raíces y de los pecíolos de las hojas en la interfaz del suelo, se desarrollan unas pequeñas necrosis secas, de color pardo a rojo. Poco a poco, el color se propaga. Esta pudrición es el origen de la caída de la planta y de su muerte. El ataque puede rápidamente progresar hacia el tubérculo. En los lugares atacados se desarrolla un micelio brillante de color marrón gris. Después de estar afectado el cuello de la planta, el sistema radicular puede también oscurecerse. En cuanto al sistema aéreo tendrá tendencia a comportarse como si estuviera afectada de clorosis.

Infoagro. (2018), indica que *Rhizoctonia solani* se acentúa en condiciones de elevada humedad y temperatura. La humedad está muy influenciada por la densidad de siembra, por tanto una alta densidad de siembra y elevadas dosis de aplicación de fertilizantes, tienden a incrementar el efecto de esta enfermedad. El desarrollo de esta enfermedad puede ser vertical u horizontal, siendo esta última más rápida y más grave, sobre todo durante la estación húmeda y en parcelas con un contenido elevado de abonos nitrogenados.

EcuRed (2018), indica que *Gaeumannomyces graminis* es un hongo causa la enfermedad conocida comúnmente como Pudrición de la Hoja Envainadora en el cultivo del arroz, produciendo grandiosos daños en los estados de llenado, cuajado y maduración de la panícula. Es un hongo difícil de combatir existiendo pocos fungicidas recomendados para su combate. Son potenciales, motivados por su presencia en los últimos tiempos en los campos arroceros. Se reduce el número de tallos productivos, afectándose los rendimientos, debido a la emergencia incompleta de la panícula, llenado incompleto de los granos o madurez prematura.

Los síntomas de *Gaeumannomyces graminis* aparecen en las últimas etapas de crecimiento. Inicialmente, se observa una malla de micelio en las vainas de las hojas. Los primeros síntomas se observan a nivel de la línea de agua y en ascenso. Al envejecer la lesión, la malla micelial crece avanzando la infección hasta que la hoja muere. El cuello y el tallo también son afectados. El hongo produce manchas ovaladas de color oscuro que se ubican en la base del tallo, dando lugar a un menor macollamiento y marcado volcamiento de las plantas, especialmente cerca de la cosecha. Al final del ciclo de la planta, en la vaina seca y caída, se observa el signo del hongo (peritecios), dentro de la misma (EcuRed, 2018).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación y descripción del campo experimental

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos del Proyecto de Riego CEDEGE de propiedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 277438,26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; 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; una precipitación anual 2329,8 mm; humedad relativa 82% y 998.2 horas de heliofanía de promedio anual.<sup>6</sup>

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

#### 3.2. Material genético

Como material de siembra se utilizó semillas de arroz, variedad SFL 11, cuyas características son las siguientes<sup>7</sup>:

Características Agronómicas:

Altura de la planta	: 126 cm
Macollamiento	: Intermedio
Ciclo de cultivo	: 127 – 131 días promedio
Potencial de rendimiento de cultivo	: 6 a 8 t/ha

Características de grano:

Desgrane	: Intermedio.
Peso de 1000 granos en cáscara	: 29 g
Índice de pilado	: 67 %
Tamaño del grano	: 7,52 mm. descascarado

---

<sup>6</sup> Estación Agrometeorológica de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo. 2017

<sup>7</sup> INDIA. 2018. Disponible en <http://www.proagro.com.ec/index.php/genetica-menu/semilla-de-arroz/sfl-11-detail.html>

Centro blanco : Ninguno

### 3.3. Métodos

Se utilizaron los métodos inductivo - deductivo; deductivo - inductivo y experimental.

### 3.4. Factores estudiados

Variable dependiente: variedad de arroz "SFL 11".

Variedad independiente: productos y dosis de fungicidas.

### 3.5. Tratamientos

Los tratamientos se describen en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Tratamientos a estudiarse en el trabajo experimental.

Tratamientos			
Nº	Producto	Ingrediente activo	Dosis/ha
T1	Biológico	<i>T. harzianum</i>	350 g
T2	Biológico	<i>T. harzianum</i>	500 g
T3	Yoke	<i>Tebuconazole 125 + Carbendazin 125</i>	1000 cc
T4	Yoke	<i>Tebuconazole 125 + Carbendazin 125</i>	1250 cc
T5	Sitil	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	400 cc
T6	Sitil	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	500 cc
T7	Carbenex	<i>Carbendazim</i>	500 cc
T8	Carbenex	<i>Carbendazim</i>	600 cc
T9	Testigo (Sin aplicación)	-----	0

### 3.6. Diseño experimental

Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones.

Cada parcela experimental estuvo constituida por dimensiones de 3,0 m de ancho por 5,0 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 621 m<sup>2</sup>.

### 3.6.1. Esquema del análisis de varianza

Se desarrolló el andeva mediante el siguiente esquema:

<b>FV</b>	<b>GL</b>
Repeticiones	: 3
Tratamientos	: 8
Error experimental	: 24
Total	: 35

### 3.7. Análisis funcional

Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95 % de probabilidad para las comparaciones de las medias de los tratamientos.

### 3.8. Manejo del ensayo

Se realizarán todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo.

#### 3.8.1. Preparación del terreno

La preparación del suelo se efectuó mediante dos pases de romplow y uno de fanguero, con el pronóstico de que el suelo quede suelto para depositar la semilla.

#### 3.8.2. Siembra

La siembra se efectuó por trasplante, a una densidad de 200 lb/ha.

#### 3.8.3. Riego

El cultivo de arroz se manejó bajo el sistema de seco y al inicio estuvo a expensas de las lluvias, posteriormente por falta de éstas se aplicó riego por gravedad.

#### 3.8.4. Fertilización

La fertilización base fue química y se efectuó con 180 - 60 - 150 Kg/ha<sup>8</sup> de Nitrógeno, Fósforo, y Potasio, utilizando como fuente de fertilización Urea (46% de N), DAP (18 % de N - 46 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y Muriato de potasio (60 % de K<sub>2</sub>O); el nitrógeno se aplicó a las 15, 30 y 45 días después de la siembra, mientras que el fósforo y potasio al momento de la siembra.

### **3.8.5. Control de malezas**

En preemergencia a los dos días después del trasplante se aplicó Clomazone + Butaclor, en dosis de 500 cc/ha + 2,0 L/ha para el control de hoja ancha y angosta, en postemergencia a los 15 días después del trasplante se aplicó Propanil + (Picloram + Amina) en dosis de 4,0 L/ha + 380 cc/ha para el control de gramíneas, hoja ancha y angosta, calculado en 200 litros de agua.

### **3.8.6. Control fitosanitario**

A los 12 días después del trasplante se aplicó Fipronil en dosis de 300 cc/ha para el control de *Hydrellia* sp, posteriormente a los 38 días después del trasplante se utilizó Clorpirifos, en dosis de 300 cc/ha para el control de Novia del arroz (*Spodoptera frugiperda*).

Los fungicidas se aplicaron conforme el Cuadro de tratamientos. Se aplicó a los 15 días después del trasplante 30 y 45 días.

### **3.8.7. Cosecha**

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

## **3.9. Datos evaluados**

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

### **3.9.1. Incidencia y severidad de las enfermedades**

Se realizó la evaluación a los 40 días después de la siembra, donde se contó

---

<sup>8</sup> INIA. 2017. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/agritec/NR10766.pdf>

el número de plantas enfermas del área útil, dividiendo para el número total de plantas de la misma área y multiplicado x 100. La fórmula fue la siguiente<sup>9</sup>:

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

La severidad se determinó mediante observaciones visuales del área enferma, mediante la fórmula siguiente<sup>10</sup>:

$$\% \text{ de severidad (S)} = \frac{\text{area del tejido enfermo}}{\text{area total (sana+enfermas)}} \times 100$$

### 3.9.2. Eficacia de los fungicidas

Se obtuvo mediante la fórmula siguiente<sup>11</sup>:

$$E = \frac{IT - It}{IT} \times 100$$

E = Eficacia de los fungicidas

IT = Infección en el testigo

It = infección en el tratamiento

### 3.9.3. Altura de planta

Se tomó a la cosecha, es la distancia desde el nivel del suelo al ápice de la hoja más sobresaliente, en cinco plantas tomadas al azar, se expresó en cm.

### 3.9.4. Número de macollos

A la cosecha, dentro del área útil de cada parcela experimental, se lanzó un cuadro con área de m<sup>2</sup>, donde se contabilizó el número de macollos.

---

<sup>9</sup> Fórmula obtenida de

[http://sameens.dia.uned.es/Trabajos6/Trabajos\\_Publicos/Trab\\_3/Astillero%20Pinilla\\_3/Tasadeincidencia.htm](http://sameens.dia.uned.es/Trabajos6/Trabajos_Publicos/Trab_3/Astillero%20Pinilla_3/Tasadeincidencia.htm)

<sup>10</sup> Castaño, J. 2008. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/agc/v26n3/v26n3a08.pdf>

<sup>11</sup> Delgado, J., Hernández, J., Velázquez, C. y Ballesteros, V. 2005. Evaluación y validación de la efectividad biológica de cuatro fungicidas contra la roya amarilla del trigo (*Puccinia striiformis* f.sp. *tritici*) en Laguna Larga, Penjamo, Guanajuato, México.

### **3.9.5. Número de panículas**

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

### **3.9.6. Porcentaje de granos llenos y vanos por panículas**

Se tomaron 5 panículas al azar por parcela experimental y se contabilizaron los granos llenos y vanos, sus resultados se expresaron en gramos.

### **3.9.7. Peso de 1000 granos**

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

### **3.9.8. Rendimiento de grano**

Estuvo determinado por el peso de los granos provenientes del área útil de cada parcela experimental. El peso se ajustó al 14% de humedad y se transformó a kilogramos por hectárea. Para uniformizar los pesos se empleó la fórmula siguiente<sup>12</sup>:

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

Dónde:

Pu= peso uniformizada

Pa= peso actual

Ha= humedad actual

Hd= humedad deseada

### **3.9.9. Análisis económico**

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

---

<sup>12</sup> Arboleda, M. (2017). Tesis de grado de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo.

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Incidencia y severidad de las enfermedades

El coeficiente de variación fue 13,29 y 12,12 % y el análisis de varianza determinó diferencias altamente significativas, para incidencia y severidad, respectivamente, lo que se muestra en el Cuadro 2.

La mayor incidencia de las enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* se presentó en el tratamiento testigo sin aplicación de los productos con 38,5 %, superior estadísticamente al resto de tratamientos, obteniendo el menor promedio el uso de Sitol (*Difeconazole* + *Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha con 6,5 % de incidencia.

En lo referente a severidad, el tratamiento testigo sobresalió en sus valores con 40,8 %, estadísticamente superior al resto de tratamientos cuya menor severidad se detectó con el uso de Sitol (*Difeconazole* + *Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha con 8,8 % de severidad.

### 4.2. Eficacia de los fungicidas

En la variable eficacia de los fungicidas, el análisis de varianza reportó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 3,48 %.

El tratamiento que se aplicó Sitol (*Difeconazole* + *Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha registró mayor promedio (96,5 % de eficacia), estadísticamente superior al resto de tratamientos, siendo el menor promedio cuando se utilizó Yoke (*Tebuconazole* + *Carbendazin*) en dosis de 1000 cc/ha (75,3 % de eficacia).

Cuadro 2. Incidencia y severidad de las enfermedades, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos				Incidencia	Severidad
Nº	Producto	Dosis/ha	Ingrediente activo		
T1	Biológico	350 g	<i>T. harzianum</i>	28,0 b	30,3 b
T2	Biológico	500 g	<i>T. harzianum</i>	28,8 b	31,1 b
T3	Yoke	1000 cc	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	15,3 c	17,6 c
T4	Yoke	1250 cc	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	23,3 b	25,6 b
T5	Sitil	400 cc	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	26,3 b	28,6 b
T6	Sitil	500 cc	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	6,5 d	8,8 d
T7	Carbenex	500 cc	<i>Carbendazim</i>	21,5 bc	23,8 bc
T8	Carbenex	600 cc	<i>Carbendazim</i>	25,5 b	27,8 b
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	-----	38,5 a	40,8 a
Promedio general				23,7	26,0
Significancia estadística				**	**
Coeficiente de variación (%)				13,29	12,12

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

Cuadro 3. Eficacia de los fungicidas, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos			Eficacia de los fungicidas
	Producto	Dosis/ha	Ingrediente activo	
T1	Biológico	350 g	<i>T. harzianum</i>	88,0 bc
T2	Biológico	500 g	<i>T. harzianum</i>	88,8 b
T3	Yoke	1000 cc	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	75,3 d
T4	Yoke	1250 cc	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	83,3 bc
T5	Sitil	400 cc	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	86,3 bc
T6	Sitil	500 cc	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	96,5 a
T7	Carbenex	500 cc	<i>Carbendazim</i>	81,5 cd
T8	Carbenex	600 cc	<i>Carbendazim</i>	85,5 bc
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	-----	-----
Promedio general				85,63
Significancia estadística				**
Coeficiente de variación (%)				3,48

Promedios con la misma letra no difieren significativamente, según la Prueba de Tukey.  
 Ns= no significativo  
 \*= significativo  
 \*\*= altamente significativo

#### 4.1. Altura de planta

En el Cuadro 4, se observan los promedios de altura de planta al momento de la cosecha. El análisis de varianza no reportó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 2,34 %.

La mayor altura de planta de la variedad SFL 11, fue cuando se utilizó Sitil (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha con 129,2 cm y el menor valor correspondió al tratamiento Testigo (Sin aplicación) con 124,1 cm.

## 4.2. Longitud de panícula

En lo referente a longitud de panícula, el promedio más alto de 29,3 cm fue con el uso de Sitol (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha y el tratamiento Testigo (Sin aplicación) presentó el menor valor siendo de 27,2 cm.

Según el análisis de varianza no se registraron diferencias significativas en sus promedios y el coeficiente de variación fue 3,69 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Altura de planta y longitud de panícula, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos			Altura de planta (cm)	Longitud de panícula (cm)
	Producto	Dosis/ha	Ingrediente activo		
T1	Biológico	350 g	<i>T. harzianum</i>	124,2	28,9
T2	Biológico	500 g	<i>T. harzianum</i>	128,5	28,0
T3	Yoke	1000 cc	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	128,0	29,1
T4	Yoke	1250 cc	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	127,4	28,0
T5	Sitol	400 cc	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	128,4	28,9
T6	Sitol	500 cc	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	129,2	29,3
T7	Carbenex	500 cc	<i>Carbendazim</i>	128,8	29,0
T8	Carbenex	600 cc	<i>Carbendazim</i>	128,8	28,8
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	-----	124,1	27,2
Promedio general				127,5	28,6
Significancia estadística				ns	ns
Coeficiente de variación (%)				2,34	3,69

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

### 4.3. Número de macollos/m<sup>2</sup>

La variable número de macollos/m<sup>2</sup> se muestra en el Cuadro 5. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5,64 %.

Cuando se aplicó Sitol (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha se obtuvo mayor promedio (394,5 macollos/m<sup>2</sup>), estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizó productos biológicos (*T. harzianum*) en dosis de 350 y 500 g/ha; Yoke (*Tebuconazole + Carbendazin*) dosis de 1000 cc/ha; Sitol (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 400 cc/ha; Carbenex (*Carbendazim*) dosis de 500 y 600 cc/ha y superiores estadísticamente a los demás tratamientos, siendo el tratamiento Testigo (Sin aplicación) el que reportó menor promedio (299,0 macollos/m<sup>2</sup>).

### 4.4. Número de panículas/m<sup>2</sup>

En el número de panículas/m<sup>2</sup>, el análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 7,04 %, lo que se observa en el Cuadro 5.

Cuando se utilizó el producto Sitol (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha se registró mayor promedio con 380,0 panículas/m<sup>2</sup>, estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicó productos biológicos (*T. harzianum*) en dosis de 350 y 500 g/ha; Yoke (*Tebuconazole + Carbendazin*) dosis de 1000 cc/ha; Sitol (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 400 cc/ha; Carbenex (*Carbendazim*) dosis de 500 y 600 cc/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, cuyo menor valor fue para el tratamiento Testigo (Sin aplicación) con 274,0 macollos/m<sup>2</sup>.

Cuadro 5. Número de macollos y panículas/m<sup>2</sup>, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos			Número de macollos/m <sup>2</sup>		Número de panículas/m <sup>2</sup>	
	Producto	Ingrediente activo	Dosis/ha				
T1	Biológico	<i>T. harzianum</i>	350 g	362,0	ab	344,5	ab
T2	Biológico	<i>T. harzianum</i>	500 g	362,5	ab	345,5	ab
T3	Yoke	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	1000 cc	356,0	ab	341,0	ab
T4	Yoke	<i>Tebuconazole + Carbendazin</i>	1250 cc	336,4	bc	317,1	bc
T5	Sitil	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	400 cc	365,0	ab	343,0	ab
T6	Sitil	<i>Difeconazole + Propiconazole</i>	500 cc	394,5	a	380,0	a
T7	Carbenex	<i>Carbendazim</i>	500 cc	368,5	ab	339,5	ab
T8	Carbenex	<i>Carbendazim</i>	600 cc	375,8	ab	359,1	ab
T9	Testigo (Sin aplicación)	-----	0	299,0	c	274,0	c
Promedio general				357,7		338,2	
Significancia estadística				**		**	
Coeficiente de variación (%)				5,64		7,04	

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.5. Porcentaje de granos llenos y vanos

El porcentaje de granos llenos y vanos reportó diferencias altamente significativas en el análisis de varianza, y los coeficientes de variación fueron 1,24 y 13,23 %, respetivamente (Cuadro 6).

El producto Sitil (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha influyó para que exista mayor cantidad de granos llenos con 94,1 %, estadísticamente igual a los tratamientos que se aplicaron productos biológicos (*T. harzianum*) en dosis de 350 y 500 g/ha; Yoke (*Tebuconazole + Carbendazin*) dosis de 1000 y 1250 cc/ha; Carbenex (*Carbendazim*) dosis de 500 y 600 cc/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos. El menor promedio lo

presentó el tratamiento Testigo (Sin aplicación) con 85,5 % de granos llenos.

El tratamiento Testigo (Sin aplicación) alcanzó mayor porcentaje de granos vanos (14,5 %), estadísticamente superior a los demás tratamientos, cuyo menor resultado fue para el empleo de Sitol (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha (5,9 % de granos vanos).

Cuadro 6. Porcentaje de granos llenos y vanos, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos			Porcentaje de granos	
Nº	Producto	Dosis/ha	llenos	vanos
T1	Biológico	350 g	91,7 ab	8,3 bc
T2	Biológico	500 g	91,5 ab	8,5 bc
T3	Yoke	1000 cc	91,7 ab	8,3 bc
T4	Yoke	1250 cc	93,2 ab	6,8 bc
T5	Sitol	400 cc	91,2 b	8,8 b
T6	Sitol	500 cc	94,1 a	5,9 c
T7	Carbenex	500 cc	92,1 ab	7,9 bc
T8	Carbenex	600 cc	92,1 ab	7,9 bc
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	85,5 c	14,5 a
Promedio general			91,5	8,5
Significancia estadística			**	**
Coeficiente de variación (%)			1,24	13,23

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

#### 4.6. Peso de 1000 granos

En el Cuadro 7, se registran los valores del peso de 1000 granos. El análisis de varianza alcanzó diferencias altamente significativas y el coeficiente de variación fue 5,42 %.

El mayor peso de 1000 granos se obtuvo cuando se aplicó Sitol (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha (30,8 g), estadísticamente

igual a los tratamientos que se utilizó Yoke (*Tebuconazole + Carbendazin*) dosis de 1000 cc/ha; Sital (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 400 cc/ha; Carbenex (*Carbendazim*) dosis de 500 y 600 cc/ha y superiores estadísticamente al resto de tratamientos, siendo el menor valor para el tratamiento Testigo (Sin aplicación) (24,1 g).

#### **4.7. Rendimiento del cultivo**

En el mismo Cuadro 7, se presenta el rendimiento en kg/ha. El análisis de varianza detectó diferencias significativas y el coeficiente de variación fue 8,23 %.

El rendimiento del cultivo sobresalió con el uso del producto Sital (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha registrado el promedio de 5595,8 kg/ha, estadísticamente igual a los tratamientos que se utilizaron productos biológicos (*T. harzianum*) en dosis de 350 y 500 g/ha; Yoke (*Tebuconazole + Carbendazin*) dosis de 1000 y 1250 cc/ha; Sital (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 400 cc/ha; Carbenex (*Carbendazim*) dosis de 500 y 600 cc/ha y superiores estadísticamente al tratamiento Testigo (Sin aplicación) con 4590,0 kg/ha.

#### **4.8. Análisis económico**

En el análisis económico se puede observar que todos los tratamientos fueron rentables, destacándose la aplicación de Sital (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha con un beneficio neto de \$ 438,09 (Cuadro 9).

Cuadro 7. Peso de 1000 granos y rendimiento del cultivo, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos		Peso de 1000 granos (g)	Rendimiento del cultivo (kg/ha)
	Producto	Dosis/ha		
T1	Biológico	350 g	27,1 bcd	5036,3 ab
T2	Biológico	500 g	26,8 bcd	4604,2 ab
T3	Yoke	1000 cc	27,7 abcd	4860,9 ab
T4	Yoke	1250 cc	26,4 cd	4845,0 ab
T5	Sitil	400 cc	29,3 abc	5100,0 ab
T6	Sitil	500 cc	30,8 a	5595,8 a
T7	Carbenex	500 cc	29,4 abc	5401,0 ab
T8	Carbenex	600 cc	30,1 ab	5383,3 ab
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	24,1 d	4590,0 b
Promedio general			28,0	5046,3
Significancia estadística			**	*
Coeficiente de variación (%)			5,42	8,23

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

Ns= no significativo

\*= significativo

\*\*= altamente significativo

Cuadro 8. Costo fijo/ha, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Descripción	Unidades	Cantidad	Costo Unitario (\$)	Valor Total (\$)
Alquiler de terreno	ha	1,0	250,0	250,0
Siembra				
Lechuguin	sacos	2,0	110,0	220,0
Jornales	ha	3,0	12,0	36,0
Preparación de suelo				
Romplow	pases	2,0	25,0	50,0
Fanguero	pases	1,0	25,0	25,0
Riego	u	4,5	9,0	40,5
Fertilización				
Urea	sacos	7,8	19,0	148,2
DAP	sacos	2,6	19,5	50,7
Muriato de potasio	sacos	5,0	20,0	100,0
Aplicación	jornales	8,0	12,0	96,0
Control de malezas				
Clomazone (1,0 L)	L	0,5	20,0	10,0
Butaclor (1,0 L)	L	2,0	7,0	14,0
Propanil (1,0 L)	L	4,0	9,0	36,0
Picloram + Amina (0,5 L)	L	0,4	13,0	4,9
Aplicación	jornales	4,0	12,0	48,0
Control fitosanitario				
Clorpirifos (300 cc)	frasco	2,0	9,5	19,0
Aplicación	jornales	4,0	12,0	48,0
Sub Total				1196,3
Administración (5%)				59,8
Total Costo Fijo				1256,2



Cuadro 9. Análisis económico/ha, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos			Rend. kg/ha	sacas/ ha	Valor de producción (USD)	Costo de producción (USD)				Beneficio neto (USD)	
N°	Producto	Dosis/ha				Fijos	Variables				Total
							Productos	Jornales para tratamientos	Cosecha + Transporte		
T1	Biológico	350 g	5036,3	55,4	1772,8	1256,2	25,20	36,00	193,90	1511,30	261,46
T2	Biológico	500 g	4604,2	50,6	1620,7	1256,2	36,00	36,00	177,26	1505,46	115,21
T3	Yoke	1000 cc	4860,9	53,5	1711,1	1256,2	32,00	36,00	187,15	1511,35	199,70
T4	Yoke	1250 cc	4845,0	53,3	1705,4	1256,2	40,00	36,00	186,53	1518,73	186,71
T5	Sitil	400 cc	5100,0	56,1	1795,2	1256,2	19,20	36,00	196,35	1507,75	287,45
T6	Sitil	500 cc	5595,8	61,6	1969,7	1256,2	24,00	36,00	215,44	1531,64	438,09
T7	Carbenex	500 cc	5401,0	59,4	1901,2	1256,2	9,00	36,00	207,94	1509,14	392,03
T8	Carbenex	600 cc	5383,3	59,2	1894,9	1256,2	10,80	36,00	207,26	1510,26	384,68
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	4590,0	50,5	1615,7	1256,2	0,00	36,00	176,72	1468,92	146,77

Biológico = \$ 18,0 (250 g)

Yoke= \$ 16,0 (500 cc)

Sitil= \$ 12,0 (250 cc)

Carbenex = \$ 4,50 (250 cc)

Jornal = \$ 12,00

Costo Saca de 200 lb= \$ 32

Cosecha + transporte = \$ 3,50

## V. CONCLUSIONES

Por los resultados obtenidos se concluye:

- El uso de *Trichoderma harzianum* si trabajo, aunque no presento los mejores valores en las enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz.
- La mayor incidencia y severidad de la enfermedad se reportó en el tratamiento testigo, sin aplicación de productos.
- El fungicida más eficaz fue Sitol (*Difeconazole* + *Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha.
- Las características agronómicas como altura de planta, longitud de panícula, macollos y panículas/m<sup>2</sup> y porcentaje de granos llenos obtuvieron mayor respuesta cuando se aplicaron fungicidas químicos comerciales.
- El mayor peso de 1000 granos, rendimiento y beneficio neto alcanzó mayor valor con el uso de Sitol (*Difeconazole* + *Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha con \$ 438,09

## VI. RECOMENDACIONES

Por las conclusiones obtenidas se recomienda:

- Aplicar Sital (*Difeconazole* + *Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha para el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz.
- Investigar sobre los efectos de *Trichoderma harzianum* en cultivos de arroz junto con aplicaciones de fungicidas químicos.
- Realizar estudios sobre control de otras enfermedades en arroz con el uso de *Trichoderma harzianum*.

## VII. RESUMEN

El presente trabajo experimental se estableció en los terrenos del Proyecto de Riego CEDEGE de propiedad de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Babahoyo, ubicado en el Km 12 de la vía Babahoyo – Montalvo, entre las coordenadas geográficas 277438,26 UTM de longitud Oeste y 110597,97 UTM de latitud Sur; 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; una precipitación anual 2329,8 mm; humedad relativa 82 % y 998,2 horas de heliofanía de promedio anual. Como material de siembra se utilizó semillas de arroz, variedad SFL 11. Los tratamientos estudiados fueron Biológico (*T. harzianum*) en dosis de 350 y 500 g/ha; Yoke (*Tebuconazole 125 + Carbendazin 125*) dosis de 1000 y 1250 cc/ha; Sital (*Difeconazole + Propiconazole*) dosis de 400 y 500 cc/ha; Carbenex (*Carbendazim*) dosis de 500 y 600 cc/ha y un Testigo (Sin aplicación). Se empleó el diseño experimental de Bloques Completos al Azar con 9 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza, utilizándose la prueba de significancia de Tukey al 95 % de probabilidad. Se realizarán todas las labores agrícolas necesarias en el cultivo de arroz para su normal desarrollo, tales como preparación del terreno, siembra, riego, fertilización, control de malezas, control fitosanitario y cosecha. Por los resultados obtenidos se determinó que el uso de *Trichoderma harzianum* no produjo efecto en las enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz; la mayor incidencia y severidad de la enfermedad se reportó en el tratamiento testigo, sin aplicación de productos; el fungicida más eficaz fue Sital (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha; las características agronómicas como altura de planta, longitud de panícula, macollos y panículas/m<sup>2</sup> y porcentaje de granos llenos obtuvieron mayor respuesta cuando se aplicaron fungicidas químicos comerciales y el mayor peso de 1000 granos, rendimiento y beneficio neto alcanzó mayor valor con el uso de Sital (*Difeconazole + Propiconazole*) en dosis de 500 cc/ha con \$ 438,09.

**Palabras claves:** *Trichoderma harzianum*, *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis*, arroz.

## VIII. SUMMARY

The present experimental work was established in the lands of the CEDEGE Irrigation Project owned by the Faculty of Agricultural Sciences of the Babahoyo Technical University, located at Km 12 of the Babahoyo - Montalvo highway, between the geographic coordinates of 277438.26 UTM. West longitude and 110597.97 UTM south latitude; with a height of 8 m.s.n.m. The zone presents a humid tropical climate, with an average annual temperature of 25.60 ° C; an annual rainfall of 2329.8 mm; relative humidity 82% and 998.2 hours of annual average heliophany. Seeds of rice, variety SFL 11 were used as seed material. The treatments studied were Biological (*T. harzianum*) in doses of 350 and 500 g / ha; Yoke (Tebuconazole 125 + Carbendazin 125) dose of 1000 and 1250 cc / ha; Sitol (Difconazole + Propiconazole) doses of 400 and 500 cc / ha; Carbenex (Carbendazim) dose of 500 and 600 cc / ha and a Control (Without application). The experimental design of Complete Blocks at Random was used with 9 treatments and 4 repetitions. The variables evaluated were subjected to the variance analysis, using the Tukey significance test at 95% probability. All the necessary agricultural work will be carried out in the cultivation of rice for its normal development, such as land preparation, sowing, irrigation, fertilization, weed control, phytosanitary control and harvesting. Based on the results obtained, it was determined that the use of *Trichoderma harzianum* had no effect on the diseases caused by *Rhizoctonia solani* and *Gaeumannomyces graminis* in rice; the highest incidence and severity of the disease was reported in the control treatment, without application of products; The most effective fungicide was Sitol (Difeconazole + Propiconazole) in a dose of 500 cc / ha; the agronomic characteristics such as plant height, panicle length, tillers and panicles / m<sup>2</sup> and percentage of full grains obtained a greater response when commercial chemical fungicides were applied and the greater weight of 1000 grains, yield and net profit reached greater value with the use of Sitol (Difconazole + Propiconazole) in a dose of 500 cc / ha with \$ 438.09.

**Key words:** *Trichoderma harzianum*, *Rhizoctonia solani*, *Gaeumannomyces graminis*, rice.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

Bayer (2017). El cultivo de arroz. Disponible en <https://www.cropscience.bayer.pe/es-PE/Productos-e-innovacion/Principales-cultivos/Arroz.aspx>

Cardona, R. y Rodríguez, H. (2017). Efecto del hongo *Trichoderma harzianum* sobre la incidencia de la enfermedad pudrición carbonosa en ajonjolí. Revista de la Facultad de Agronomía. *Versión impresa* ISSN 0378-7818. Rev. Fac. Agron. v.23 n.1 Caracas. INIA-Portuguesa Km. 5 carretera Nacional Araure-Barquisimeto. Apdo. 102 Acarigua 3301-A.

Cyclamen (2013). Los hongos. Disponible en <https://www.cyclamen.com/es/profesional/enfermedades/8/22>

Duarte, J., Cúndom, M., Gutiérrez, S. (2009). Prevalencia de especies del género *Rhizoctonia* en cultivos de arroz de la provincia de Corrientes. Comunicaciones científicas y tecnológicas.

EcuRed. (2018). *Gaeumannomyces graminis*. Disponible en [https://www.ecured.cu/Gaeumannomyces\\_graminis](https://www.ecured.cu/Gaeumannomyces_graminis)

EcuRed. 2018. Añublo del arroz. Disponible en [https://www.ecured.cu/A%C3%B1ublo\\_del\\_arroz](https://www.ecured.cu/A%C3%B1ublo_del_arroz)

Ezziyyani, M., Pérez, C., Sid Ahmed, A., Requena, M., Candela, M. (2014) *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Biología, Universidad de Murcia, Campus de Espinardo, 30100 Espinardo, Murcia, España. Anales de Biología 26: 35-45.

Franquet, J. (2013). Economía del arroz: variedades y mejora. Disponible en

<http://www.eumed.net/libros-gratis/2006a/fbbp/1c.htm>

Gutiérrez, S. (2013). *Sclerotium hydrophilum* en cultivos de arroz de Argentina. Summa Phytopathologica. *Print version* ISSN 0100-5405 *On-line version* ISSN 1980-5454. Summa phytopathol. vol.33 no.1 Botucatu. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-54052007000100020>

IICA. (2015). Guía de identificación y manejo uía de identificación y manejo integrado de enfermedades del integrado de enfermedades del frijol en América Central rijo en América Central. Proyecto Red de Innovacion Agrícola.

Infoagro. (2018). El cultivo de arroz. Disponible en <http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz2.htm>

Intagri (2018). Trichoderma. Control de Hongos Fitopatógenos. Disponible en <https://www.intagri.com/articulos/fitosanidad/trichoderma-control-de-hongos-fitopatogenos>

Izzeddin, N., Medina, T. (2013). Efecto del control biológico por antagonistas sobre fitopatógenos en vegetales de consumo humano. Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud. Salus. Universidad de Carabobo. Vol. 15 N° 3

Lawson, L. (2018). Pudrición de la raíz por Rhizoctonia: Los síntomas y cómo controlarlos. Disponible en <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/pudricion-de-la-raiz-por-rhizoctonia-los-sintomas-y-como-controlarlos/>

Martínez, B., Infante, D., 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.

- Martínez, E., Abreu, J., García, D. (2014). Presencia de *Gaeumannomyces graminis* var. *graminis* y *Magnaporthe salvinii* en variedades de arroz cultivadas en Cuba *Fitosanidad*, vol. 18, núm. 3, pp. 163-168 Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana, Cuba
- Merchán, J., Ferrucho, R., Álvarez, J. (2014). Efecto de dos cepas de *Trichoderma* en el control de *Botrytis cinerea* y la calidad del fruto en fresa (*Fragaria* sp.). *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS* - Vol. 8 - No. 1 - pp. 44-56.
- Perdomo, M., Peña, J., Guédez, G., Castillo, C., Cánsales, L. (2014). La enfermedad "Sancocho" en semilleros de tomate. *Academia* - Vol. VI. (12) 52 - 61 - Julio - Diciembre 2007
- Pérez, E., Bernal, A., Milanés, P., Sierra, Y., Leiva, M., Marín, S., Monteagudo, O. (2018). Eficiencia de *Trichoderma harzianum* (cepa a-34) y sus filtrados en el control de tres enfermedades fúngicas foliares en arroz. *Bioagro*, versión impresa ISSN 1316-3361. ioagro vol.30 no.1 Barquisimeto
- Romero, G., Olivera, V., Rodríguez, D. (2016). Facultad de Agronomía, Universidad de la República. Uruguay. *Trichoderma harzianum* como agente de control biológico. Disponible en <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/trichoderma-harzianum-como-agente-t32904.htm>
- Suquilanda, M. (2003). Manejo integrado de plagas en el cultivo de arroz. Organización Mundial de la Salud. Proyecto manejo adecuado de plaguicidas. Pág. 13

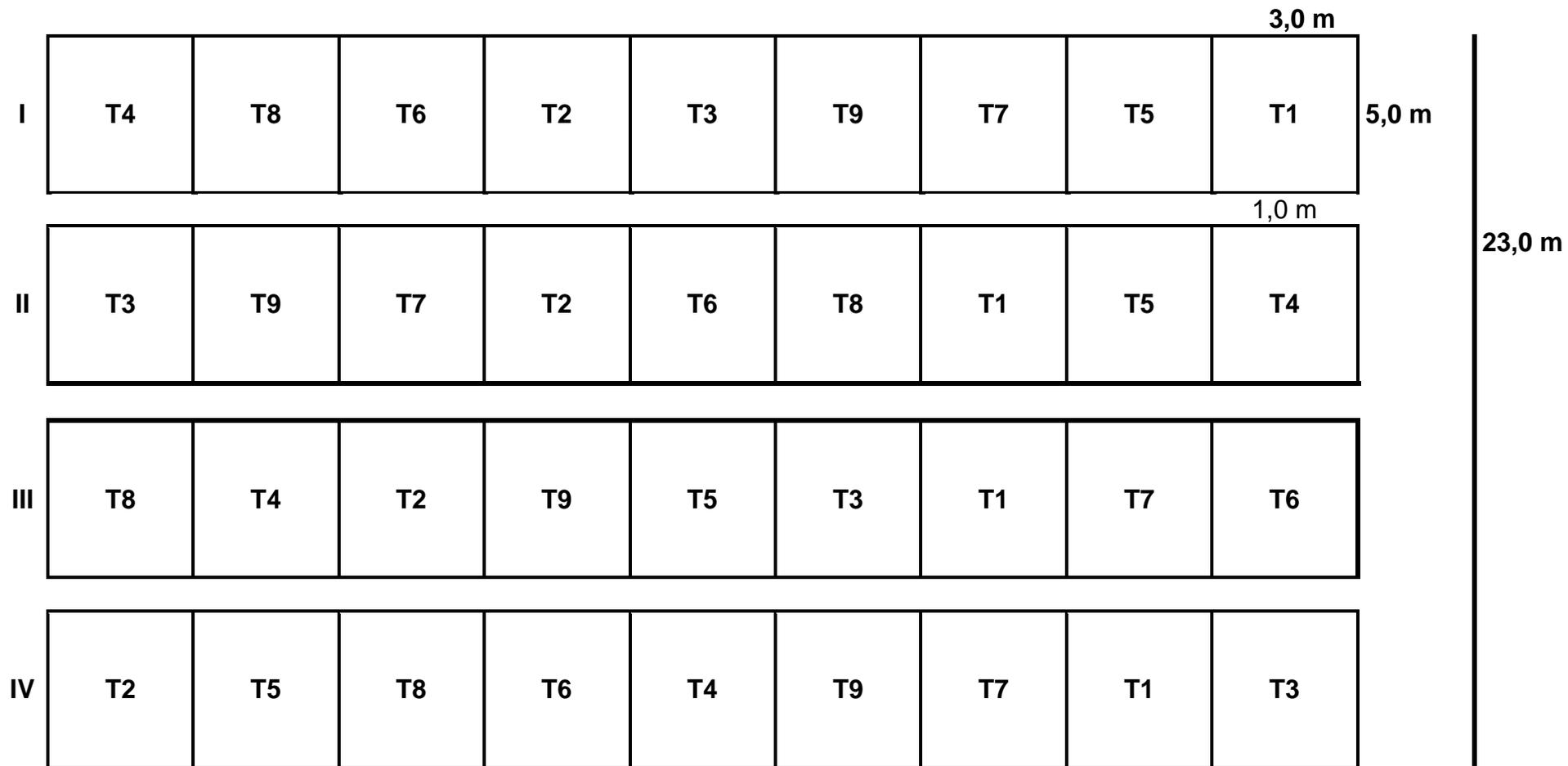
## **X. APÉNDICE**

### 10.1. Cronograma de actividades

Descripción	Semanas/2017												
	Febrero				Marzo				Abril				Mayo
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1
Preparación del suelo			x										
Siembra			x										
Riego			x		x			x			x		
Fertilización					x		x		x				
Control de malezas			x			x							
Control fitosanitario					x				x				
Cosecha													x

## 10.2. Croquis de parcelas en el campo

27,0 m



### 10.3. Cuadros de resultados y análisis de varianza

Cuadro 10. Incidencia de las enfermedades, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	26,00	27,00	31,00	28,00	28,0
T2	Biológico	500 g	29,00	29,00	36,00	21,00	28,8
T3	Yoke	1000 cc	14,00	17,00	13,00	17,00	15,3
T4	Yoke	1250 cc	19,00	23,00	24,00	27,00	23,3
T5	Sitil	400 cc	22,00	26,00	28,00	29,00	26,3
T6	Sitil	500 cc	7,00	6,00	5,00	8,00	6,5
T7	Carbenex	500 cc	21,00	22,00	24,00	19,00	21,5
T8	Carbenex	600 cc	22,00	26,00	27,00	27,00	25,5
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	38,00	43,00	34,00	39,00	38,5

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Incidencia 36 0,92 0,88 13,29

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2618,56	11	238,05	23,94	<0,0001
Trat	2580,22	8	322,53	32,43	<0,0001
Rep	38,33	3	12,78	1,28	0,3022
Error	238,67	24	9,94		
<u>Total</u>	<u>2857,22</u>	<u>35</u>			

Cuadro 11. Severidad de las enfermedades, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	28,30	29,30	33,30	30,30	30,3
T2	Biológico	500 g	31,30	31,30	38,30	23,30	31,1
T3	Yoke	1000 cc	16,30	19,30	15,30	19,30	17,6
T4	Yoke	1250 cc	21,30	25,30	26,30	29,30	25,6
T5	Sitil	400 cc	24,30	28,30	30,30	31,30	28,6
T6	Sitil	500 cc	9,30	8,30	7,30	10,30	8,8
T7	Carbenex	500 cc	23,30	24,30	26,30	21,30	23,8
T8	Carbenex	600 cc	24,30	28,30	29,30	29,30	27,8
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	40,30	45,30	36,30	41,30	40,8

Variable   N   R<sup>2</sup>   R<sup>2</sup> Aj   CV  
Severidad   36   0,92   0,88   12,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	2618,56	11	238,05	23,94	<0,0001
Trat	2580,22	8	322,53	32,43	<0,0001
Rep	38,33	3	12,78	1,28	0,3022
Error	238,67	24	9,94		
Total	2857,22	35			

Cuadro 12. Eficacia de los fungicidas, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	86,00	87,00	91,00	88,00	88,00
T2	Biológico	500 g	89,00	89,00	96,00	81,00	88,75
T3	Yoke	1000 cc	74,00	77,00	73,00	77,00	75,25
T4	Yoke	1250 cc	79,00	83,00	84,00	87,00	83,25
T5	Sitil	400 cc	82,00	86,00	88,00	89,00	86,25
T6	Sitil	500 cc	97,00	96,00	95,00	98,00	96,50
T7	Carbenex	500 cc	81,00	82,00	84,00	79,00	81,50
T8	Carbenex	600 cc	82,00	86,00	87,00	87,00	85,50
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV

Eficacia 32 0,86 0,79 3,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V. SC gl CM F p-valor

Modelo. 1107,00 10 110,70 12,46 <0,0001

Trat 1057,50 7 151,07 17,01 <0,0001

Rep 49,50 3 16,50 1,86 0,1677

Error 186,50 21 8,88

Total 1293,50 31

Cuadro 13. Altura de planta, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	128,4	115,2	129,1	124,2	124,2
T2	Biológico	500 g	128,7	127,6	129,3	128,5	128,5
T3	Yoke	1000 cc	126,0	128,8	129,3	128,0	128,0
T4	Yoke	1250 cc	127,9	127,2	127,2	127,4	127,4
T5	Sitil	400 cc	128,4	128,5	128,1	128,4	128,4
T6	Sitil	500 cc	129,2	129,4	128,8	129,5	129,2
T7	Carbenex	500 cc	128,9	129,0	128,5	128,8	128,8
T8	Carbenex	600 cc	128,8	128,2	129,5	128,8	128,8
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	128,3	127,6	116,3	124,1	124,1

Variable N R<sup>2</sup> R<sup>2</sup> Aj CV  
Alt plant 36 0,39 0,10 2,34

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	133,55	11	12,14	1,37	0,2502
Trat	123,73	8	15,47	1,74	0,1396
Rep	9,82	3	3,27	0,37	0,7761
Error	213,06	24	8,88		
<u>Total</u>	<u>346,61</u>	<u>35</u>			

Cuadro 14. Número de macollos/m<sup>2</sup>, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	331,5	343,5	411,0	362,0	362,0
T2	Biológico	500 g	343,5	367,5	376,5	362,5	362,5
T3	Yoke	1000 cc	312,0	361,5	394,5	356,0	356,0
T4	Yoke	1250 cc	336,0	348,0	331,5	330,0	336,4
T5	Sitil	400 cc	364,5	378,0	352,5	365,0	365,0
T6	Sitil	500 cc	403,5	396,0	384,0	394,5	394,5
T7	Carbenex	500 cc	375,0	369,0	361,5	368,5	368,5
T8	Carbenex	600 cc	382,5	378,0	394,5	348,0	375,8
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	264,0	286,0	318,0	328,0	299,0

Variable   N   R<sup>2</sup>   R<sup>2</sup> Aj   CV  
# macollos 36 0,72   0,60 5,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	25674,66	11	2334,06	5,72	0,0002
Trat	23179,31	8	2897,41	7,11	0,0001
Rep	2495,35	3	831,78	2,04	0,1351
Error	9787,08	24	407,80		
Total	35461,74	35			

Cuadro 15. Número de panículas/m<sup>2</sup>, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	316,5	325,5	391,5	344,5	344,5
T2	Biológico	500 g	325,5	351,0	360,0	345,5	345,5
T3	Yoke	1000 cc	300,0	345,0	378,0	341,0	341,0
T4	Yoke	1250 cc	298,0	327,0	302,0	341,5	317,1
T5	Sitil	400 cc	333,0	360,0	336,0	343,0	343,0
T6	Sitil	500 cc	388,5	384,0	367,5	380,0	380,0
T7	Carbenex	500 cc	316,5	357,0	345,0	339,5	339,5
T8	Carbenex	600 cc	366,0	363,0	385,5	322,0	359,1
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	242,0	227,0	310,5	316,5	274,0

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
 # panículas 36 0,70    0,57 7,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	32314,46	11	2937,68	5,19	0,0004
Trat	27505,76	8	3438,22	6,07	0,0003
Rep	4808,69	3	1602,90	2,83	0,0598
Error	13593,68	24	566,40		
Total	45908,14	35			

Cuadro 16. Longitud de panículas, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	29,4	28,4	28,9	28,9	28,9
T2	Biológico	500 g	25,4	29,6	29,0	28,0	28,0
T3	Yoke	1000 cc	30,6	27,5	29,3	29,1	29,1
T4	Yoke	1250 cc	29,0	29,3	25,7	28,0	28,0
T5	Sitil	400 cc	28,2	29,9	28,6	28,9	28,9
T6	Sitil	500 cc	29,5	28,9	29,3	29,3	29,3
T7	Carbenex	500 cc	29,0	28,6	29,4	29,0	29,0
T8	Carbenex	600 cc	29,3	28,6	28,5	28,8	28,8
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	26,9	26,7	27,7	27,4	27,2

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
long paniculas 36 0,37    0,08 3,69

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	15,37	11	1,40	1,26	0,3053
Trat	15,29	8	1,91	1,72	0,1449
Rep	0,09	3	0,03	0,03	0,9943
Error	26,66	24	1,11		
Total	42,03	35			

Cuadro 17. Porcentaje de granos llenos, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	91,8	91,3	91,9	91,7	91,7
T2	Biológico	500 g	91,4	89,5	93,7	91,6	91,5
T3	Yoke	1000 cc	88,7	92,0	94,2	91,7	91,7
T4	Yoke	1250 cc	92,7	94,8	92,1	93,2	93,2
T5	Sitil	400 cc	90,4	91,6	91,5	91,2	91,2
T6	Sitil	500 cc	93,9	94,2	94,3	94,1	94,1
T7	Carbenex	500 cc	91,8	92,4	92,1	92,1	92,1
T8	Carbenex	600 cc	91,2	92,1	92,8	92,3	92,1
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	86,1	86,3	83,8	85,9	85,5

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% granos llenos	36	0,86	0,80	1,24

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	189,67	11	17,24	13,50	<0,0001
Trat	185,38	8	23,17	18,14	<0,0001
Rep	4,29	3	1,43	1,12	0,3610
Error	30,66	24	1,28		
Total	220,33	35			

Cuadro 18. Porcentaje de granos vanos, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Tratamientos			Repeticiones				X
Nº	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	8,2	8,7	8,1	8,3	8,3
T2	Biológico	500 g	8,6	10,5	6,3	8,4	8,5
T3	Yoke	1000 cc	11,3	8,0	5,8	8,3	8,3
T4	Yoke	1250 cc	7,3	5,2	7,9	6,8	6,8
T5	Sitil	400 cc	9,6	8,4	8,5	8,8	8,8
T6	Sitil	500 cc	6,1	5,8	5,7	5,9	5,9
T7	Carbenex	500 cc	8,2	7,6	7,9	7,9	7,9
T8	Carbenex	600 cc	8,8	7,9	7,2	7,7	7,9
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	13,9	13,7	16,2	14,1	14,5

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
% granos vanos	36	0,86	0,80	13,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	189,67	11	17,24	13,50	<0,0001
Trat	185,38	8	23,17	18,14	<0,0001
Rep	4,29	3	1,43	1,12	0,3610
Error	30,66	24	1,28		
Total	220,33	35			

Cuadro 19. Peso de 1000 granos, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	26,1	28,6	28,6	24,9	27,1
T2	Biológico	500 g	27,1	26,9	26,9	26,3	26,8
T3	Yoke	1000 cc	27,6	25,7	31,0	26,6	27,7
T4	Yoke	1250 cc	23,4	27,4	28,2	26,7	26,4
T5	Sitil	400 cc	29,3	29,7	28,9	29,3	29,3
T6	Sitil	500 cc	30,7	28,6	34,4	29,5	30,8
T7	Carbenex	500 cc	26,0	30,4	31,3	29,7	29,4
T8	Carbenex	600 cc	29,0	31,8	31,8	27,7	30,1
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	24,4	24,2	24,2	23,7	24,1

Variable    N    R<sup>2</sup>    R<sup>2</sup> Aj    CV  
peso 1000 granos    36    0,76    0,65    5,42

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	176,28	11	16,03	6,97	<0,0001
Trat	142,24	8	17,78	7,74	<0,0001
Rep	34,05	3	11,35	4,94	0,0082
Error	55,16	24	2,30		
<u>Total</u>	<u>231,45</u>	<u>35</u>			

Cuadro 20. Rendimiento del cultivo, en los efectos de *Trichoderma harzianum* en el control de enfermedades causadas por *Rhizoctonia solani* y *Gaeumannomyces graminis* en arroz. UTB, 2018.

Nº	Tratamientos		Repeticiones				X
	Producto	Dosis/ha	I	II	III	IV	
T1	Biológico	350 g	4526,3	5100,0	5291,3	5227,5	5036,3
T2	Biológico	500 g	5454,2	3895,8	5170,8	3895,8	4604,2
T3	Yoke	1000 cc	4143,8	5355,0	4845,0	5100,0	4860,9
T4	Yoke	1250 cc	4653,8	4908,8	4717,5	5100,0	4845,0
T5	Sitil	400 cc	4604,2	5241,7	5312,5	5241,7	5100,0
T6	Sitil	500 cc	5029,2	5666,7	5879,2	5808,3	5595,8
T7	Carbenex	500 cc	4604,2	5950,0	5383,3	5666,7	5401,0
T8	Carbenex	600 cc	5170,8	5454,2	5241,7	5666,7	5383,3
T9	Testigo (Sin aplicación)	0	4143,8	4717,5	4781,3	4717,5	4590,0

Variable N   R<sup>2</sup>   R<sup>2</sup> Aj   CV  
rend   36   0,57   0,37   8,23

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
Modelo.	5509440,03	11	500858,18	2,90	0,0141
Trat	4091968,36	8	511496,05	2,96	0,0186
Rep	1417471,67	3	472490,56	2,74	0,0656
Error	4141781,73	24	172574,24		
Total	9651221,76	35			

#### 10.4. Fotografías



Fig. 1. Preparacion del terreno



Fig. 2. Medición y estaquillada de parcelas



Fig. 3. Siembra del cultivo



Fig. 4. Confección de muros



Fig. 5. Fertilización del cultivo



Fig. 6. Fumigación



Fig. 7. Medición de la espiga



Fig. 8. Conteo de espiga



Fig. 9. Altura de planta



Fig. 10. Conteo de nudos