

**Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum*
para el control de *Rhizoctonia solani* en la
variedad arroz INTA N1 bajo inundación en
Sébaco, Nicaragua**

Luis Fernando Torres Montenegro

Zamorano
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Honduras
Noviembre, 2005.

ZAMORANO
Carrera de Ciencia y Producción
Agropecuaria

**Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum*
para el control de *Rhizoctonia solani* en la
variedad arroz INTA N1 bajo inundación en
Sébaco, Nicaragua**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

Luis Fernando Torres Montenegro

Zamorano
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Honduras
Noviembre, 2005.

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas y jurídicas se reservan los derechos de autor.

Luis Fernando Torres Montenegro

Zamorano
Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria
Honduras
Noviembre, 2005.

**Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum*
para el control de *Rhizoctonia solani* en la
variedad arroz INTA N1 bajo inundación en
Sébaco, Nicaragua**

Presentado por:

Luis Fernando Torres Montenegro

Aprobada:

Abelino Pitty, Ph.D.
Asesor Principal

Abelino Pitty, Ph.D.
Director Interino de la Carrera
de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Rogelio Trabanino, M.Sc.
Asesor Secundario

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

Alfredo Rueda, Ph.D.
Asesor Secundario

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.
Rector

Abelino Pitty, Ph.D.
Encargado del área de
Fitotecnia

DEDICATORIA

A mis queridos padres y hermanas

A toda mi familia

A Dios por iluminarme el camino

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a la virgencita por darme las fuerzas para poder seguir adelante, por siempre estar conmigo caminando a mi lado.

A mi padre, por su incondicional apoyo y gran inspiración para enfrentarme a cada obstáculo que se me presentó a lo largo de estos cuatro años.

A mi madre por su bello amor que me ha dado y por ser la mujer más inspirante de mi vida con sus consejos y quiero que sepas que eres la mujer más importante de mi vida, gracias madrecita, te amo.

A mi hermanas Suyen y Marcela por brindarme todo su apoyo y estar siempre cuando las he necesitado.

A Susana por todo su amor, apoyo, consejos y por estar conmigo en todo momento.

A mi abuelito Oscar y abuelita Dora, tíos (especialmente mi tío Norman), tías (especialmente mi tía Carolina), primos y primas por las palabras de apoyo y los consejos que me dieron, sepan que fueron de gran utilidad.

Al Dr. Abelino Pitty por todo su apoyo y conocimientos brindados en la preparación de mi tesis.

Al Dr. Alfredo Rueda, por su apoyo y conocimientos brindados en la preparación de mi tesis.

Al Ing. Rogelio Trabanino por su apoyo económico y asesorado durante la preparación de mi tesis.

A mis colegas y amigos por siempre: José F., Pánfilo O., Amaru M., Alvaro R., Juan Carlos G., Victor P., Julio B., Alejandro F. (Wifi), Kamil R. (mi padre), Victor R., Lenin T., Antonio C., Victor N., Dario C., Francisco S. y aquellos amigos que se escaparon de mi memoria, la amistad que me brindaron fue muy valiosa para mí y jamás los olvidaré.

RESUMEN

Torres, Luis. 2005. Efecto de la aplicación de *Trichoderma harzianum* para el control de *Rhizoctonia solani* en la variedad arroz INTA N1 bajo inundación en Sébaco, Nicaragua. 25 p.

Entre las enfermedades fungosas que afecta al arroz, el añublo de la vaina es de suma importancia mundial y el agente causal es *Rhizoctonia solani*. En algunas localidades constituye una amenaza muy seria para emprender con éxito la siembra de arroz. Una respuesta positiva a la limpieza del planeta son las especies del género *Trichoderma* que han merecido la atención máxima como agente de biocontrol. Los objetivos fueron determinar el control de *Rhizoctonia solani* con *Trichoderma harzianum*, en arroz bajo inundación, determinar la eficiencia en el control del añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) con el uso de *Trichoderma harzianum* y determinar la diferencia de control mediante fraccionamiento de dosis, a la semilla, 30 y 60 días después de la siembra. El experimento se realizó de marzo a julio de 2005 en la finca Río Viejo, localizada en el kilómetro 112 de la carretera Panamericana, departamento de Matagalpa, ciudad de Sébaco, Nicaragua. Se utilizó la variedad de arroz INTA N1. Se usó un diseño completamente al azar con ocho repeticiones. Se aplicaron cinco tratamientos: Trichozam a la semilla, Trichozam a la semilla + 30 días foliar, Trichozam a la semilla + 30 días + 60 días foliar, Silvacur + Stratego y sin aplicaciones. Se midió la incidencia y severidad de *Rhizoctonia solani*. La incidencia a los 65 días, 90 días después de la siembra y a la cosecha fue significativamente menor en las plantas tratadas con Trichozam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días. La severidad a los 65 días y 90 días después de la siembra fue significativamente menor en las plantas tratadas con Trichozam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días y a la cosecha fue menor la severidad en el tratamiento Triademenol (Silvacur 30 EC)+ Propiconazole (Stratego 25 EC). No existieron diferencias estadísticas en rendimiento ya que surgió un problema de manchado de grano posiblemente causado por especies de *Sarocladium*, *Alternaria* y *Pseudomonas*, provocando una pérdida en rendimiento y escondiendo el efecto real de *Trichoderma harzianum* sobre los rendimientos-

Palabras clave: Antagónico, biocontrol, Silvacur, Stratego.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Autoría.....	ii
Permiso.....	iii
Página de firmas.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	vii
Contenido I.....	viii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivo General	2
2.2 Objetivos Específicos	2
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	2
3.1 Localización	2
3.2 Variedad	2
3.3 Producto Biológico.....	4
3.4 Tratamientos	4
3.5 Metodología.....	4
3.6 Análisis estadístico	6
3.7 Cálculo de costos.....	6
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	4
4.1 Incidencia a los 65 días después de la siembra.....	4
4.2 Incidencia a los 90 días después de la siembra.....	8
4.3 Incidencia a la cosecha	9
4.4 Severidad a los 65 días y 90 días después de la siembra y a la cosecha	10
4.5 Rendimiento	12
5 CONCLUSIONES.....	14
6 RECOMENDACIONES	15
7 BIBLIOGRAFÍA.....	16

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Grados de severidad de acuerdo al método estándar de evaluación de arroz de <i>Rhizoctonia solani</i> en el tallo de la planta (IRRI 2005).	5
Cuadro 2. Efecto de Trichozam (<i>Trichoderma harzianum</i>) sobre la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> a los 65 días después de la siembra en el cultivo de arroz en Nicaragua, Junio 2005.	4
Cuadro 3. Efecto de Trichozam (<i>Trichoderma harzianum</i>) sobre la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> a los 90 días después de la siembra en el cultivo de arroz en Nicaragua, Julio 2005.	8
Cuadro 4. Efecto de Trichozam (<i>Trichoderma harzianum</i>) sobre la incidencia de <i>Rhizoctonia solani</i> al momento de cosecha en el cultivo de arroz en Nicaragua, Agosto 2005.	9
Cuadro 5. Efecto de Trichozam (<i>Trichoderma harzianum</i>) en el rendimiento del cultivo de arroz en Nicaragua, Agosto 2005. Peso húmedo y seco (qq/ha).	12
Cuadro 6. Costos de los tratamientos del experimento	13

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Efecto de Trichozam (<i>Trichoderma harzianum</i>) sobre la severidad de <i>Rhizoctonia solani</i> a los 65 días y 90 días después de la siembra y a la cosecha en el cultivo de arroz, Nicaragua, 2005.....	11
---	----

1 INTRODUCCIÓN

El arroz es considerado el alimento básico de más de la mitad de la población mundial, forma una parte muy importante de la cadena alimenticia de los humanos debido a su gran aporte nutritivo como cereal (Infoagro 2002). Si se considera la extensión de la superficie en que se cultiva y la cantidad de gente que depende de su cosecha, puede decirse que es el cultivo más importante del mundo (CAFTA 2002). Además de su importancia como alimento, este cereal es uno de los más altos generadores de empleo a nivel mundial (Infoagro 2002).

Este cereal es conocido desde hace más de 7000 años, es originario del Sudeste asiático, la península de Indochina. Las formas cultivadas de arroz pertenecen a las especies: *Oryza sativa* y *Oryza glaberrima*. *Oryza glaberrima* está mayormente localizada en la zona delta central nigeriano, África (Tinarelli 1988).

Se encuentra ampliamente cultivado en África y en América, al igual que en algunos puntos de Europa meridional, sobre todo en las regiones mediterráneas (Infoagro 2002). En Centroamérica, el principal productor de arroz, con mayor área para el cultivo, es Nicaragua, con 79,508 ha sembradas y una producción de 241,839 toneladas métricas. El consumo per cápita alcanza los 43 kg y es uno de los países que impone mayor tasa de aranceles para la importación de arroz (CAFTA 2002).

Entre las enfermedades fungosas que afecta al arroz, el añublo de la vaina es de suma importancia mundial, el agente causal es *Rhizoctonia solani*. Investigaciones en Japón sugieren que el tipo de arroz Índica es más tolerante que los tipos Japónica. El mayor nivel de resistencia se encuentra en arroces de grano de tamaño corto a mediano. Los arroces de granos largos, bajo las mismas condiciones, sufren pérdidas de hasta 50% del potencial productivo (Ou 1985).

A lo largo de varios años esta enfermedad tuvo poca importancia en el cultivo del arroz, pero debido a las características del agente causal, unidas al monocultivo intensivo, manejo inadecuado de la lámina de agua de riego, variedades susceptibles, altas dosis de fertilizantes nitrogenados, entre otros factores, han determinado su diseminación, establecimiento y persistencia en todas las áreas arroceras, llegando hasta el punto donde constituye una amenaza muy seria para emprender con éxito la siembra del cereal (Rodríguez y Cardona 1998).

Una respuesta positiva a la limpieza del planeta es la utilización de microorganismos antagonistas competitivos para la protección de los cultivos de los patógenos fúngicos del suelo, las especies del género *Trichoderma* han merecido la atención máxima como agente biocontrol (Stefanova 2004).

Trichoderma es un hongo hiperparásito que actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas y micoparasitismo, además produce sustancias promotoras del crecimiento de la planta. El mismo coloniza las semillas y protege las plántulas en la fase post-emergente de patógenos fungosos, la aplicación directa al suelo ofrece incluso una protección mayor en cultivos como arroz (Stefanova 2004).

En los últimos años, el posicionamiento de controles biológicos ha sido más evidente en el arroz, debido a que el control de plagas con productos químicos se ha vuelto cada vez más complicado. Una de las causas principales del posicionamiento es debido a que los consumidores cada vez exigen más la reducción de la aplicación de estos productos (Infoagro 2002).

Ya que se han hecho tan pocas investigaciones en la implementación de controles biológicos para el combate de enfermedades en arroz, principalmente en Nicaragua, se tuvo como objetivo de la investigación determinar el efecto del uso del hongo antagónico *Trichoderma harzianum* para el combate del añublo de la vaina en la variedad Nicaragüense INTA N1.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo General

Determinar el control de *Rhizoctonia solani* con *Trichoderma harzianum*, en arroz bajo inundación.

2.2 Objetivos Específicos

- Determinar la eficiencia en el control del añublo de la vaina (*Rhizoctonia solani*) con el uso de *Trichoderma harzianum*.
- Determinar la efectividad del control mediante fraccionamiento de la dosis comercial (240 g), a la semilla (120 g), 30 días (120 g) y 60 días después de la siembra (120 g).
- Determinar los costos de todos los controles.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización

El experimento se realizó de marzo a julio de 2005 en la finca Río Viejo, localizada en el kilómetro 112 de la carretera Panamericana, departamento de Matagalpa, ciudad de Sébaco, Nicaragua. El área se caracteriza por precipitaciones de 1200 mm promedio y las temperaturas media anual de 22° C (Sinia 2005). La altura promedio del terreno es de 450 msnm (Marena 2005).

3.2 Variedad

La variedad de arroz que se utilizó fue INTA N1, una variedad que presenta una alta susceptibilidad al añublo de la vaina.

3.3 Producto Biológico

Se utilizó Trichozam WP 8.3 donde cada gramo del producto comercial contiene por lo menos 1×25^9 conidias viables de *Trichoderma harzianum* y es producido en la Escuela Agrícola Panamericana, el Zamorano, Honduras.

3.4 Tratamientos

Se aplicaron los siguientes tratamientos:

- Aplicación de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) a la semilla, con dosis de 120 g por 130 kg de semilla para sembrar una hectárea.
- Aplicación de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) a la semilla, con dosis de 120 g por 130 kg de semilla para sembrar una hectárea más otra aplicación foliar de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) a los 30 días después de la siembra, con dosis de 120 g/ha.
- Aplicación de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) a la semilla, con dosis de 120 g por 130 kg de semilla para sembrar una hectárea más una aplicación foliar de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) a los 30 días después de la siembra, con dosis de 120 g/ha y una tercera aplicación foliar de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) a los 60 días después de la siembra, con dosis de 120 g/ha.
- Aplicación foliar de Triademenol (Silvacur 30 EC), 15 días antes de la floración, más una aplicación de Trifloxistrubin + Propiconazole (Stratego 25 EC), cuando la espiga estaba en 10% de formación.
- Testigo absoluto sin control contra *Rhizoctonia solani*.

3.5 Metodología

Se realizaron tres muestreos utilizando un marco de 15 cm × 15 cm, extrayendo un promedio de 52 plantas por muestreo, realizados a los 65 y 90 días después de la siembra y a la cosecha. Se determinó, de acuerdo al método estándar de evaluación de arroz (IRRI 2005):

- **Incidencia de la enfermedad.** Se midió de acuerdo al total de plantas muestreadas, con relación al número de plantas con cualquier porcentaje de infección causado por *Rhizoctonia solani*.
- **Severidad de la enfermedad.** Se midió de acuerdo al porcentaje de infección a lo largo del tallo de la planta (Cuadro 1).

Se determinó el efecto que tiene Trichozam (*Trichoderma harzianum*) en los rendimientos (qq/ha) (qq = 45.5 kg), midiendo peso de granza húmeda y seca (14% humedad). El área útil para cosecha fue de 6 m × 4 m por unidad experimental.

La aplicación de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) a la semilla se realizó humedeciendo 0.8 kg de semilla por repetición (130 kg/ha) y tratándola con 0.7 g (120 g/ha) de *Trichoderma harzianum*, de manera homogénea. La aplicación de los químicos se realizó con bomba de mochila aplicando 15 g i.a./ha para el producto Triademenol (Silvacur 30 EC) y 20 g i.a./ha para el producto Trifloxistrubin + Propiconazole (Stratego 25 EC), (833.3 L de agua/ha) de manera homogénea sobre la planta, con boquilla abanico plano estándar.

Cuadro 1. Grados de severidad de acuerdo al método estándar de evaluación de arroz de *Rhizoctonia solani* en el tallo de la planta (IRRI 2005).

Grado de severidad	% de la planta infectada
1	> 0 - 20
3	> 20 - 30
5	> 30 - 45
7	> 45 - 65
9	> 65

3.6 Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA), cinco tratamientos, ocho repeticiones y 40 unidades experimentales. Cada repetición tuvo 6 m de ancho y 10 m de largo. El experimento se estableció en dos parcelas de 1200 m²/c.u.

Se usó el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS 1998) realizando un Análisis de Varianza (ANDEVA), usando un Modelo Lineal General (GLM) y una separación de medias Student-Newman-Keuls (SNK), con un nivel de significancia de 0.05.

3.7 Cálculo de los tratamientos del experimento

Se calculó el costo para todos los tratamientos tomando en cuenta las labores de mantenimiento que se realizaron en todo el experimento. El costo por tratamiento se calculó con base en la cantidad del producto que se utilizó en la aplicación del mismo por el número total de aplicaciones realizadas.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Incidencia a los 65 días después de la siembra

La incidencia de *Rhizoctonia solani* a los 65 días después de la siembra en las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* fue menor en el tratamiento Tricho zam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días (Cuadro 2). No se encontró diferencia estadística entre los tratamientos Tricho zam a la semilla, Tricho zam a la semilla + Foliar a los 30 días, Tricho zam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días y el Testigo. Sin embargo, la incidencia en el tratamiento Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC) fue significativamente mayor que los tratamientos Tricho zam a la semilla + Foliar a los 30 días y Tricho zam a la semilla + Foliar a los 30 días y 60 días. La alta incidencia del tratamiento Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC) pudo deberse a que el *Rhizoctonia solani* empieza a diseminarse en la elongación de los entrenudos (50 días después de la siembra) (Mississippi State University 2005) y el producto Triademenol se aplicó a los 60 días después de la siembra, permitiendo un crecimiento del patógeno y provocando el mayor porcentaje de plantas infectadas con *Rhizoctonia solani*.

Cuadro 2. Efecto de Tricho zam (*Trichoderma harzianum*) sobre la incidencia de *Rhizoctonia solani* a los 65 días después de la siembra en el cultivo de arroz en Nicaragua, Junio 2005.

Tratamiento	Incidencia (%) a los 65 días
Tricho zam a la semilla	51.9 [§] a b
Tricho zam a la semilla + Foliar a los 30 días	41.0 b
Tricho zam a la semilla + Foliar a los 30 días y 60 días	36.0 b
Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC)	64.0 a
Testigo	51.3 a b

[§] Las medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales usando separación de medias SNK, $P \geq 0.05$.

4.2 Incidencia a los 90 días después de la siembra

La incidencia a los 90 días después de la siembra en las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* fue significativamente menor en el tratamiento Tricho zam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días en relación a todos los otros tratamientos ($P < 0.05$) (Cuadro 3). La menor incidencia del tratamiento Tricho zam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días pudo deberse a que las aplicaciones foliares continuas de *Trichoderma harzianum* ayudan a el control de *Rhizoctonia solani* a lo largo del ciclo del cultivo debido a que *Trichoderma harzianum* inhibe el crecimiento de hongos patógenos del suelo y el follaje mediante procesos de competencia natural formando una coraza alrededor de la planta y procesos de micoparasitismo necrotrófico de hongos parásitos (Rodríguez y Castellanos 2001).

Cuadro 3. Efecto de Tricho zam (*Trichoderma harzianum*) sobre la incidencia de *Rhizoctonia solani* a los 90 días después de la siembra en el cultivo de arroz en Nicaragua, Julio 2005.

Tratamiento	Incidencia (%) a los 90 días
Tricho zam a la semilla	80.8 [§] b
Tricho zam a la semilla + Foliar a los 30 días	77.9 b
Tricho zam a la semilla + Foliar a los 30 días y 60 días	42.0 a
Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC)	73.5 b
Testigo	85.5 b

[§] Las medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales usando separación de medias SNK, $P \geq 0.05$.

4.3 Incidencia a la cosecha

La incidencia a la cosecha en las plantas tratadas con *Trichoderma harzianum* fue significativamente menor en el tratamiento Trichozam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días ($P < 0.05$) a la cosecha (Cuadro 4). Debido a que este agente biocontrolador envuelve el hongo a atacar y penetra sus células causándole un daño extensivo como: Alteración de la pared celular, incluyendo la degradación de ésta, retracción de la membrana plasmática de la pared y desorganización del citoplasma. El *Trichoderma harzianum* a pesar de ser un habitante natural del suelo, tiene la capacidad de sobrevivir en el filoplanio (Universidad de Zulia 2003).

La incidencia del tratamiento Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC) presentó altas incidencias al inicio del experimento debido a la tardía aplicación realizada a recomendación del fabricante (Bayer), siendo para Triademenol (Silvacur 30 EC) la aplicación 15 días antes de la floración y para el Trifloxistrubin + Propiconazole (Stratego 25 EC), cuando la espiga haya alcanzado 10% de formación. Permitiendo al patógeno (*Rhizoctonia solani*) lograr una alta infección inicial. Se puede observar que después de las aplicaciones del químico, el incremento en incidencia fue menor en comparación al tratamiento Trichozam a la semilla, Trichozam a la semilla + foliar 30 días y el Testigo.

Cuadro 4. Efecto de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) sobre la incidencia de *Rhizoctonia solani* al momento de la cosecha en el cultivo de arroz en Nicaragua, Agosto 2005.

Tratamiento	Incidencia (%) a la Cosecha
Trichozam a la semilla	92.8 [§] b
Trichozam a la semilla + Foliar a los 30 días	97.5 b
Trichozam a la semilla + Foliar a los 30 días y 60 días	69.0 a
Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC)	82.5 b
Testigo	96.5 b

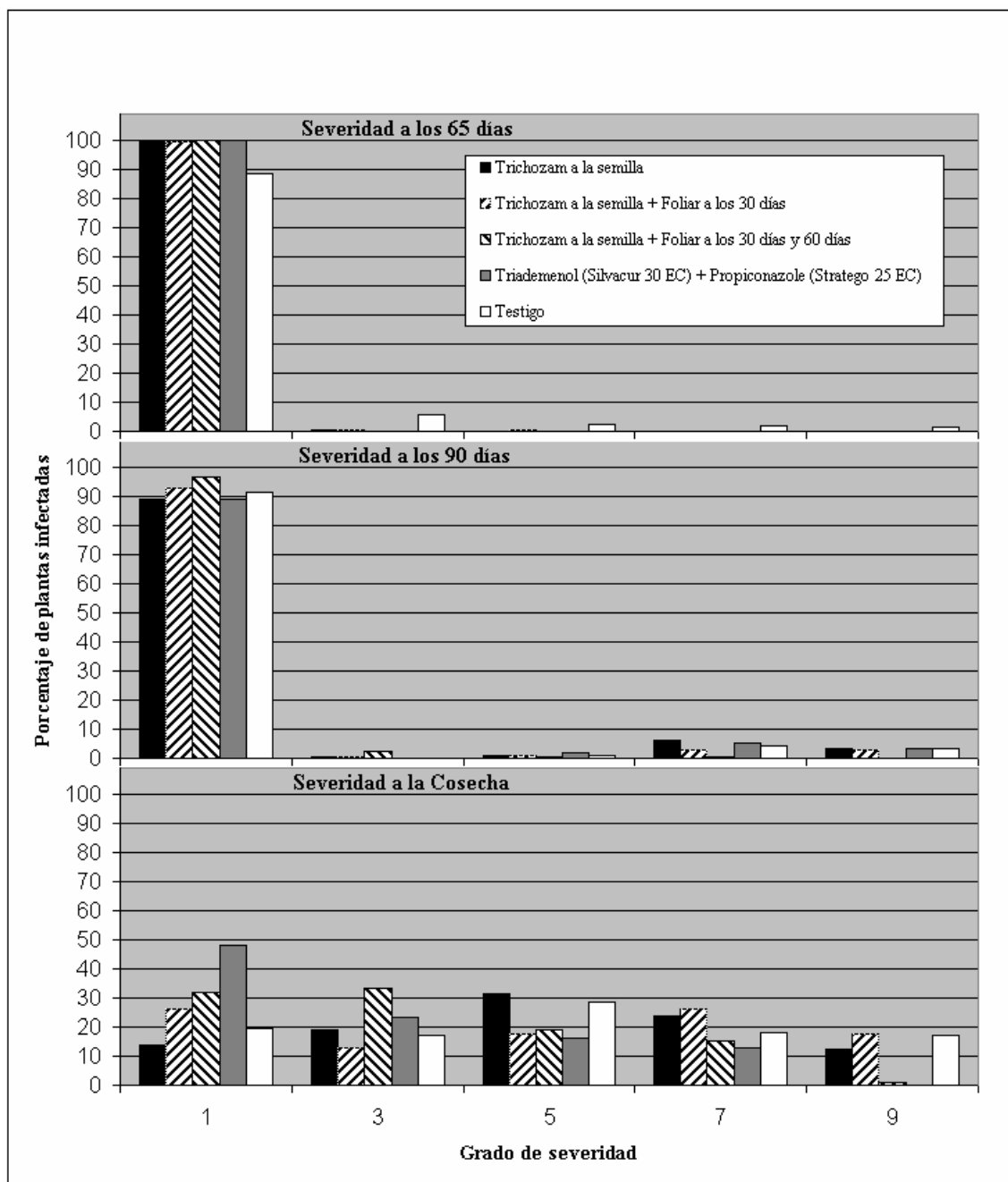
[§] Las medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales usando separación de medias SNK, $P \geq 0.05$.

4.4 Severidad a los 65 días y 90 días después de la siembra y a la cosecha

En la severidad a los 65 días después de la siembra no se encontró diferencia estadística entre los tratamientos Trichozam a la semilla, Trichozam a la semilla + Foliar a los 30 días, Trichozam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días y Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC). El testigo tuvo una severidad significativamente mayor debido a que tuvo plantas con severidades de categoría 3, 5, 7 y 9 (Figura 1). El tratamiento Trichozam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días presenta una menor severidad ya que el *Trichoderma harzianum* ejerce un biocontrol principalmente siendo micoparásito y siendo competidor agresivo del patógeno. Ciertas especies de *Trichoderma* producen antibióticos a pH bajo. *Trichoderma hamatum* y *Trichoderma harzianum* producen enzimas líticas (chitinasas y glucanasas) este ataca las hifas y el esclerocios del patógeno (IRRI 2005).

En la severidad a los 90 días no se encontraron diferencias estadísticas sobre ningún tratamiento (Figura 1). Sin embargo el tratamiento Trichozam a la semilla + Foliar 30 días y 60 días presentó mayor antagonismo por competencia sobre *Rhizoctonia solani* debido a la capacidad de *Trichoderma harzianum* de producir enzimas quitinolíticas (endoquitinasa y quitobiosdasa) las cuales tienen una acción sobre las paredes compuestas de quitina de los hongos patógenos que parasita (Rodríguez y Castellanos 2001).

En la severidad a la cosecha hubo una menor severidad de *Rhizoctonia solani* con niveles de severidad de categoría 5, 7 y 9 en el tratamiento Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC) ($P < 0.05$) (Figura 1), el tratamiento Trichozam a la semilla fue el tratamiento que tuvo mayor severidad debido a que presentó mayor número de plantas infectadas con nivel de severidad de categoría 5 y menor número de plantas con nivel de severidad de categoría 1.



- (1) > 0 - 20 % de la planta afectada por *Rhizoctonia solani*.
 (3) > 20 - 30 % de la planta afectada por *Rhizoctonia solani*.
 (5) > 30 - 45 % de la planta afectada por *Rhizoctonia solani*.
 (7) > 45 - 65 % de la planta afectada por *Rhizoctonia solani*.
 (9) > 65 % de la planta afectada por *Rhizoctonia solani*.

Figura 1. Efecto de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) sobre la severidad de *Rhizoctonia solani* a los 65 días y 90 días después de la siembra y a la cosecha en el cultivo de arroz, Nicaragua, 2005.

4.5 Rendimiento

En los rendimientos en peso húmedo no se encontraron diferencias estadísticas sobre ningún tratamiento. Debido a un problema que surgió de manchado de grano posiblemente causado por especies de *Sarocladium*, *Alternaria* y *Pseudomonas* (IRRI 2005), provocando una pérdida en rendimiento y escondiendo el efecto real de *Trichoderma harzianum* sobre los rendimientos.

En los rendimientos en peso seco tampoco se encontraron diferencias estadísticas sobre ningún tratamiento. Sin embargo hubo un mayor rendimiento en el testigo (Cuadro 5). Debido al mismo problema descrito anteriormente.

Cuadro 5. Efecto de Trichozam (*Trichoderma harzianum*) en el rendimiento del cultivo de arroz en Nicaragua, Agosto 2005. Peso húmedo y seco (qq/ha).

Tratamiento	Quintales / ha (húmedo)	Quintales / ha (seco) (14% humedad)
Trichozam a la semilla	55	46
Trichozam a la semilla + Foliar a los 30 días	65	51
Trichozam a la semilla + Foliar a los 30 días y 60 días	59	49
Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC)	59	49
Testigo	64	51

° Las medias con la misma letra en la misma columna son estadísticamente iguales usando separación de medias SNK, $P \geq 0.05$
Quintal = 45.5 kg.

Cuadro 6. Costos de los tratamientos del experimento

Tratamiento	# de aplicaciones	Cantidad de producto utilizado en una hectárea	Costo de producto por hectárea (dólares)
Trichozam a la semilla	1	120 g	12
Trichozam a la semilla + Foliar a los 30 días	2	240 g	24
Trichozam a la semilla + Foliar a los 30 días y 60 días	3	360 g	36
Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC)	2	500 ml; 800 ml	19; 27 = 46

5 CONCLUSIONES

La utilización de Trichozam es más rentable ya que el costo es de \$ 36 dosis de 360 g Trichozam fraccionado a la semilla + 30 días + 60 días después de la siembra por hectárea, y la utilización de los químicos más comunes Triademenol (Silvacur 30 EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC), tienen un costo de \$ 46 por hectárea. Generando un ahorro de \$10 por hectárea y un control más eficiente de *Rhizoctonia solani*, utilizando Trichozam (*Trichoderma harzianum*).

Las aplicaciones de Trichozam reducen significativamente la incidencia de *Rhizoctonia solani* en un 20%, comparado con la aplicación de Triademenol (Silvacur 30EC) + Propiconazole (Stratego 25 EC), en aplicaciones foliares a los 30 y 60 días del ciclo del cultivo de arroz.

6 RECOMENDACIONES

Se recomienda repetir el experimento de *Trichoderma harzianum*, agregando dos tratamientos de *Trichoderma harzianum*, con dosificaciones de 480 g/ha y de 600 g/ha divididos en dosis de 120 g cada uno, aplicados a los 30, 60, 90 días del ciclo del cultivo los 480 g y 30, 60, 90 y 120 días del ciclo del cultivo los 600 g.

Eliminar el tratamiento Trichozam a la semilla, debido a que la zona de ataque de los hongos en el cultivo de arroz bajo inundación es el área foliar y así evitando un costo mayor de 120 g/ha que se utiliza en el tratamiento Trichozam a la semilla, ahorrando un costo de 16 dólares por hectárea-.

7 BIBLIOGRAFÍA

CAFTA. 2002. Informes sobre Cafta. (en línea), Consultado el 12 junio 2005, Disponible en. <http://www.agronegocios.gob.sv/tlc/news/docs/Arroz.pdf>.

IRRI. 2005. Knowledgebank, Standard Evaluation System For Rice. (en línea), Consultado 18 Agosto 2005, Disponible en. <http://www.knowledgebank.irri.org/ses/SES.htm>.

Infoagro. 2002. El cultivo de arroz. (en línea), Consultado 19 octubre 2005, Disponible en. [http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm#10.%20PLAGAS%20Y%20ENFERMEDADES 2004](http://www.infoagro.com/herbaceos/cereales/arroz.htm#10.%20PLAGAS%20Y%20ENFERMEDADES%202004).

Marena. 2005. Plan de acción de los recursos hídricos en Nicaragua. (en línea), Consultado 12 Jun 2005, Disponible en. http://www.marena.gob.ni/biodiversidad/pdf/planes_hidricos/doc05.pdf.

Ou, S. H. 1985. Rice Diseases Second Edition, pag. 280, Reino Unido.

Rodríguez, H.; Cardona R. 1998. Alternativas para controlar el añublo de la vaina causado por *Rhizoctonia solani* en arroz. (en línea), Consultado 20 Sept. 2005, Disponible en. <http://www.redpav-fpolar.info.ve/fitopato/v121/f121a005.html>.

Rodríguez, M.; Castellanos, L. 2001. Utilización de *Trichoderma* spp. para el control de hongos patógenos de la semilla y del suelo en el cultivo del frijol. (en línea), Consultado 20 sept. 2005, Disponible en. <http://www.ucf.edu.cu/URBES/CD/Trabajo%20de%20Mercedes.htm>.

SAS Institute. 1998. SAS ® user guide: statistical versión 6.8 Edition. SAS Institute Inc., Cary, N.C.

Sinia. 2005. Plan ambiental de Nicaragua. (en línea), Consultado el 11 junio 2005, Disponible en. http://sinia.net.ni/planificacion/pdf/planes_ambientales/doc55.pdf.

Stefanova, M. 2004. Producción y aplicación de *Trichoderma* spp. como antagonista de hongos fitopatógenos. (en línea), Consultado 19 Oct. 2004, Disponible en. <http://www.aguascalientes.gob.mx/agro/produce/TRICHODE.htm>.

Tinarelli, A. 1988. El arroz. España, 432 p.

Universidad de Zulia. 2003. *Trichoderma spp.* En el control biológico de enfermedades de plantas (en línea). Consultado 25 sept. 2005. Venezuela. Disponible en: <http://geocities.com/ecologialuz/trichoderma3.html>.

Mississippi State University. 2005. Growth Stages of the Rice (en línea). Consultado el 18 de oct. 2005. United States of America. Disponible en: <http://64.233.161.104/search?q=cache:CTM56gQQAXIJ:msucare.com/pubs/publications/p1624.htm+rice+growth+stages&hl=es>.