



**UNIVERSIDAD DE SANCTI SPÍRITUS "JOSÉ MARTÍ PÉREZ"**

**Departamento Agropecuario**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

El estiércol ovino como facilitador, en el establecimiento de *Trichoderma harzianum*, para el control de *Rhizoctonia solani* kuhn en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L).

**Autor:** Julio Eliodoro Palmero Albelo.

**Orientador científico:** M.Sc: Jorge F Meléndrez Rodríguez.

**Curso 2009– 2010**

**Año 52 de la Revolución**

# ÍNDICE

<b>Contenido</b>	<b>Pág.</b>
<b>1. Introducción</b> -----	1
<b>2. Revisión bibliográfica</b> -----	4
2.1. El cultivo de la cebolla ( <i>Allium cepa</i> L.) -----	4
2.2. <i>Rhizoctonia solani</i> kuhn -----	5
2.3. Control biológico -----	10
2.4. Utilización de la materia orgánica-----	14
<b>3. Materiales y métodos</b> -----	16
3.1. Tratamientos evaluados-----	16
3.2. Evaluaciones realizadas-----	17
<b>4. Resultados y discusión</b> -----	18
4.1. Análisis del primer muestreo-----	18
4.1.1. Efecto sobre <i>Rhizoctonia solani</i> kuhn-----	18
4.1.2. Evaluación del efecto bioestimulante de <i>Trichoderma harzianum</i>	19
4.2. Análisis del segundo muestreo-----	21
4.2.1. Efecto sobre <i>Rhizoctonia solani</i> kuhn-----	21
4.2.2. Evaluación del efecto bioestimulante de <i>Trichoderma harzianum</i>	22
4.3. Consideraciones económicas-----	23
<b>5. Conclusiones y recomendaciones</b> -----	25
5.1. Conclusiones-----	25
5.2. Recomendaciones-----	26
<b>6. Referencias bibliográficas</b>	

## RESUMEN

El trabajo titulado “El estiércol ovino como facilitador, en el establecimiento de *Trichoderma harzianum*, para el control de *Rhizoctonia solani* kuhn en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L)” se realizó en la campaña 2009 – 2010 con el objetivo de determinar los mejores momentos de aplicación de *Trichoderma harzianum* para el control de la rhizoctoniosis, así como evaluar su efecto estimulante sobre las plantas. Fue desarrollado en la Granja autoconsumo UEB Transporte del CAI Arroceros Sur del Jíbaro sobre un cambisol ferralítico amarillento con un bajo contenido de materia orgánica, empleando semillas de la variedad de cebolla Caribe 71, para la obtención de bulbos para la plantación en la campaña siguiente. Se evaluaron tres tratamientos empleando el hongo del suelo *Trichoderma harzianum* a una dosis de 6 Kg./ha y un testigo sin tratar, se utilizó estiércol ovino descompuesto a razón de 20 t/ha, y los tratamientos evaluados consistieron en aplicaciones del biocontrol en diferentes momentos al suelo antes de la siembra, inmersión de la semilla y después de germinada esta. Los resultados mostraron que todos los tratamientos exceptuando el testigo tuvieron efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn y efecto bioestimulante sobre las plantas comportándose el que se trató el suelo catorce y siete días antes de la siembra y la semilla por inmersión con *Trichoderma harzianum* con mayor efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn y mejor efecto bioestimulante en el cultivo. Quedó demostrado además que el uso de la materia orgánica de origen ovino a la dosis empleada facilita el establecimiento del antagonista en el suelo.

## SUMMARY

The titled work "The goat's manure as facilitator, in the establishment of *Trichoderma harzianum*, for the control of *Rhizoctonia solani* kuhn in the cultivation of the onion (*Allium ,cepa* L)" was made in the campaign 2009 - 2010 with the objective of know which are the best moments in the application of *Trichoderma harzianum* for the control of the rhizoctoniosis, and to evaluate it's stimulating effect on the plants. It was developed in the self-consumption's farm "UEB Transporte" of the "CAI Arrocero Sur del Jíbaro" on a yellowish ground with a poor contained of organic matter, using seeds of the onion variety Caribbean 71, for the obtaining bulbs for the plantation in the following campaign. Three treatments were evaluated using the mushroom of the ground *Trichoderma harzianum* in doses of 6 kg./ha and a witness without trying, unsettled goat's manure was used to reason of 20 t/ha, and the evaluated treatments consisted on applications of biocontrol in different moments to the ground before the ground was being sow, immersion of the seed and after having germinated the seed. The results showed that all the treatments excepting the witness had effect represor it has more than enough *Rizoctonia solani* kuhn and effect bio-stimulant on the plants. behaving the cutivation which it's ground was treat during fourteen and seven days before the ground was sow and also behavingig of the seed for immersion with *Trichoderma harzianum* with more represor effect over *Rhizoctonia solani* kuhn and better effect bio-stimulant in the cultivation. It was also demonstrated that the use of the organic matter of goat origin, on the used dose, facilitates the antagonist's establishment in the ground.

## 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la cebolla en nuestro país se ha extendido en los últimos años a gran parte de este, llegando a cultivarse empleando varias formas de siembra y alcanzando en nuestra provincia un importante lugar dentro de las hortalizas que más se generalizan.

El peso de la producción se obtiene en la zona de Banao, ubicada al suroeste de la misma, aunque se ha constatado que hay otras zonas de producción como Taguasco y Cabaiguán, se destaca como dato de interés que el sector campesino es quien en estos momentos se encarga de la siembra de la totalidad del cultivo en la provincia.

Es importante observar las plagas que se presentan en los diferentes cultivos que se desarrollan y validar las experiencias de la agricultura rural en los métodos de control, principalmente la utilización de los medios biológicos y los métodos de manejo agroecológico. Se destaca la razón por la cual el hombre comienza a preocuparse seriamente por el ambiente; la contaminación ambiental por el lavado de residuos de plaguicidas a ríos, lagunas y aguas subterráneas, la intervención de los plaguicidas en la cadena trófica, y el efecto sobre organismos benéficos, son algunos de los problemas ecológicos causados por el mal uso y abuso de los plaguicidas químicos.

Históricamente las plagas han sido controladas de varias formas. En los comienzos de la agricultura, el control era fundamentalmente manual, luego se diseñaron instrumentos que ayudaron a controlarlas incluyendo las labores agrotécnicas.

De instrumentos sencillos se evolucionó a otros más sofisticados hasta llegar, al uso de la maquinaria agrícola, incluida la de aplicación de agrotóxicos y agroquímicos. Los agrotóxicos, en forma de extractos naturales de plantas o de compuestos químicos inorgánicos, han subsistido en comunidades primitivas con un uso localizado o limitado.

Es importante destacar cómo con el aumento del uso de plaguicidas, han crecido significativamente los accidentes y enfermedades asociadas. Según datos de la OMS, anualmente se intoxican dos millones de personas por exposición directa o indirecta a plaguicidas. De ese total, las 3/4 partes de afectados pertenecen a los países subdesarrollados, donde únicamente se utiliza el 25% de la producción mundial de plaguicidas. Aunque existen

dificultades para obtener registros y estadísticas fiables, en nuestro país es consensualmente aceptado que la accidentabilidad asociada al trabajo agrícola es similar o ligeramente superior a la registrada en la construcción. El contacto con pesticidas y su entrada al organismo a través de la piel, la respiración y/o por ingestión se produce por exposición laboral y en el hogar debido a usos y aplicaciones incorrectos, falta de medidas preventivas y de protección, almacenamiento inadecuado, reutilización de envases y fumigaciones aéreas, siendo esta última la forma más usada en el municipio de la Sierpe donde se desarrolla el presente trabajo.

Los patógenos de mayor incidencia y los que más daños causan son los hongos del suelo, siendo entre ellos el más importante y distribuido *Rhizoctonia solani* kuhn, quien provoca amarillamiento, marchites, necrosis, pudriciones y muerte de las plantas, a las que ataca en cualquier fase de su desarrollo, inclusive a la semilla, además puede vivir activamente en el suelo a falta de sus hospedantes mediante la colonización de la materia orgánica.

Un aspecto de gran importancia cuando se trata de la dispersión del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) en el territorio, lo constituye su presencia en el municipio sureño de La Sierpe, donde la cultura general de la zona ha sido durante años el cultivo del arroz y el desarrollo pecuario, siendo novedosa la presencia de la cebolla en este lugar, donde ya por parte de quienes la cultivan, existen los temores a las afectaciones que se están presentando por plagas y enfermedades. Autores como Carbonel (2009), Palmero (2009) y Pérez (2009), encontraron en plantaciones de este cultivo en diferentes agroecosistemas del municipio La Sierpe, la presencia de *Rhizoctonia solani* kuhn provocando afectación radical y pudrición de los bulbos. Este patógeno es considerado en la actualidad como uno de los problemas fundamentales de la Sanidad Vegetal pues afecta a gran cantidad de plantas cultivadas, siendo difícil su control, el cual tradicionalmente se ha basado en el uso de costosos fungicidas químicos que en la actualidad nuestro país no está en condiciones de importar, por lo que es necesario evaluar métodos que integren elementos al alcance de nuestras manos, como la utilización del antagonista del suelo *Trichoderma harzianum* el que se produce en nuestro país, lo que posibilita la sustitución de importaciones, partiendo de esto el problema científico consiste en:

¿Cómo disminuir la incidencia de *Rhizoctonia solani* kuhn en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en el municipio de la Sierpe?

**De ahí que nuestra hipótesis consista en:**

Si se utiliza estiércol ovino para el establecimiento de *Trichoderma harzianum* en el control de *Rhizoctonia solani* kuhn en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) entonces se podrá disminuir la incidencia de la enfermedad provocando un efecto bioestimulante en las plantas.

**Objetivo general:**

Evaluar el comportamiento de *Trichoderma harzianum* utilizando estiércol ovino, en la disminución de la rhizoctoniosis y su efecto bioestimulante en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) para bulbos.

**Objetivos específicos:**

- Determinar los momentos de aplicación de *Trichoderma harzianum* en que existe una menor incidencia de *Rhizoctonia solani* kuhn.
- Evaluar el efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum* en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) para bulbos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. El Cultivo de la Cebolla (*Allium cepa* L)

Según la AJASA (2007), la cebolla (*Allium cepa* L) es un cultivo muy extendido por todo el mundo, pues hay gran número de cultivares con distinta adaptación a las diferencias de climatología que influyen en su vegetación. La superficie total plantada de cebolla en el mundo asciende a más de 2 millones de hectáreas, produciéndose 32.5 millones de toneladas. En Europa se producen anualmente unos 3 millones de toneladas de esta hortaliza, es el único continente productor que importa bastante más de lo que exporta.

En Cuba esta especie se siembra en casi todo el país, pero el 50 % de la producción corresponde a la provincia Habana, el 30 % a Sancti Spíritus y el resto de la producción a otras provincias. La producción en Cuba nunca ha alcanzado niveles tales como para autoabastecerse y esto ha obligado al país a hacer importaciones anuales a un costo superior a los 3 millones de dólares, Huerres y Carballo (1991).

Según Clemente, (2006) Pertenece a la familia *Liliáceas* y su taxonomía es la siguiente:

División.....Macrophylophita

Subdivisión.....Magnoliophytina

Clase.....Nymphaeopsida

Orden.....Liliales

Familia.....Alliaceae

Género.....*Allium*

Especie..... *Allium cepa* L.

El bulbo se compone de una masa de hojas, por lo general carnosas, dispuestas sobre un tallo corto que encierran, protegen y sirven como fuente de alimento al menos a una yema, que a su vez puede desarrollarse y formar una nueva planta. El bulbo, que suele formarse bajo tierra, tiene raíces que brotan del tallo. En este caso se trata de un bulbo tunicado, que tiene hojas superpuestas muy apretadas. Los bulbos escamosos, como el del ajo, presentan una estructura menos compacta. El lenguaje común utiliza también

el término bulbo para describir estructuras parecidas, como el cormo del Crocus o el tubérculo de la Dalia; en ocasiones el nombre se aplica incluso a rizomas, masas de raíces y ciertos tallos subterráneos, Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99. (1998) donde se señala además que la cebolla es una de las verduras más versátiles. Se consume cruda en ensalada, cocinada, preparada en diversas salmueras, y también como condimento culinario. Deshidratada, se emplea mucho para aromatizar sopas y estofados. En medicina, es diurética, y muy rica en vitamina C. Evita la caída del cabello y la infección de heridas pequeñas. También evita el estreñimiento, los cólicos nefríticos y alivia los síntomas de reumatismo.

La cebolla y plantas afines, requieren tiempo frío y húmedo para su desarrollo y para su maduración es necesario tiempo seco y cálido, según plantean Doorembos y Kassan (1996), quien añade además que las cebollas se obtienen con facilidad a partir de semillas, que se siembran directamente en el terreno o en semillero para obtener bulbos pequeños o bulbillos. Éstos suelen secarse y suministrarse a los horticultores. La cebolla es tolerante en cuanto a temperatura, y puede plantarse a lo largo de todo el año si el suelo se mantiene rico y húmedo. Se siembra entre cuatro y seis semanas antes de las últimas heladas de primavera o se planta a finales del verano para cosechar en otoño.

Los métodos de siembra de este cultivo son: trasplante, bulbillo y siembra directa; el trasplante es el método más ampliamente utilizado en Cuba según Huerres (1991) y Guenkov (1969).

La inflorescencia de la cebolla se considera una umbela simple. En Cuba esta especie no florece de forma natural (Ronda, 1997).

## **2.2. Rhizoctonia solani kuhn**

En investigaciones realizadas en Costa Rica, Galindo (1994) encontró que los sistemas de siembra con cobertura producida por el “frijol tapado” o por la cascarilla de arroz eran bastante efectivos para controlar la enfermedad conocida como “Mustia hilachosa” causada por el hongo *Thanatephorus cucumeris* (estado asexual: *Rhizoctonia solani*).

Según la FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura), los hongos fitopatógenos producen pérdidas de hasta un 20 % del potencial de

rendimiento de las plantas cultivadas, cantidad ésta que serviría para alimentar una población de 500 ó 600 millones de seres humanos. En las poáceas, por ejemplo, las pérdidas ocasionadas por plagas y enfermedades se elevan a un 34 % del potencial de rendimiento, lo que equivale a 34 000 millones de dólares aproximadamente (Dshagonia y col, 1980).

Uno de los problemas más críticos actualmente en la agricultura, sobre todo en la tropical, es el control de numerosas enfermedades, fungosas que atacan a los cultivos de importancia económica. El desarrollo logrado hasta el momento no satisface plenamente el objetivo de los agricultores. Entre los agentes causales de estos daños se destacan los hongos del suelo. En Cuba, país subtropical con una alta temperatura media durante todo el año y una lluvia propicia para el desarrollo y la proliferación microbiana, concurren condiciones ideales para la proliferación de una vasta y heterogénea microflora del suelo. Los hongos fitopatógenos del suelo, constituyen en efecto, un grupo de microorganismos que por su hábitat y sus relaciones ecológicas con otros grupos, requieren métodos muy diferentes tanto para su estudio, como para su combate, al comparárselos con los productores de enfermedades foliares y de almacén poscosecha (Herrera, 1989).

El hongo se disemina con la lluvia, el riego principalmente por inundación, así como los órganos de propagación infectados o contaminados. La temperatura óptima para que se produzca la infección se encuentra cerca de 15 o 18 °C y en algunos casos a más de 35 °C. La enfermedad es más severa en suelos que son moderadamente húmedos que en suelos que son secos o se encuentran inundados. La infección de las plantas jóvenes es más severa cuando el crecimiento de la planta es lento, debido a las condiciones ambientales adversas para su desarrollo (Rodríguez, 2002).

Sumner (1980) plantea que en el cultivo del maíz se presentan afectaciones por *Rhizoctonia solani* en la zona radical, las que se hacen más intensas en suelos arcillosos llegando a ocasionar damping-off, necrosis, raquitismo y clorosis foliar en las plántulas de maíz; refiere además que aislados del patógeno obtenidos de otros cultivos afectados como frijol, espinaca, maní, melón, y sorgum y que fueron inoculados al maíz, fueron más virulentos en este cultivo.

Según Carone Dede (1986). *Rhizoctonia solani* Kuhn es considerado taxonómicamente como un miembro de importancia sobresaliente del orden *Agonomycetales* con la siguiente ubicación taxonómica:

Reino: *Myceteae*.

División: *Amastigomycota*.

**Subdivisión: *Deuteromycotina*.**

Clase de forma: *Deuteromycetes*.

Orden de forma: *Agonomycetales*.

Género: *Rhizoctonia*.

Especie: *Rhizoctonia solani* Kuhn.

Por su parte Herrera (1994) plantea que *Rhizoctonia solani* kuhn es un hongo del suelo que se incluye en el Orden de forma *Agonomycetales* al que se le denomina micelio estéril, puesto que no produce conidios y se reproduce por fragmentación de hifas, *Rhizoctonia solana*. Tiene como estado perfecto *Thanatephorus cucumeris* que pertenece a la Clase *Basidiomycetes*. Además Herrera (1988) expresa que la biología de *Rhizoctonia solani*, así como su actividad patogénica están vinculadas con algunos factores abióticos como son la temperatura, el pH, luz y la humedad del suelo. El Correo Fitosanitario (1998) plantea que *Rhizoctonia solani* (*Thanatephorus cucumeris*), puede infectar a la mayoría de los cultivos de importancia económica, a los que ataca en su mayoría en las partes situadas bajo tierra.

Por su parte Seidel (1976) reporta afectaciones de *Rhizoctonia solani* en cultivos como son: la col, gandul, pimiento, fruta bomba, frijol, caña de azúcar, berenjena, caucho, cítricos, coco, café, zanahoria, ajonjolí, papa, cebolla, lechuga, tomate, alfalfa, tabaco, arroz, espinaca y malanga blanca, además Windels (1997) lo encuentra afectando pecíolos de las hojas de remolacha azucarera, y afectaciones considerables en sus posturas.

Por su parte Ariosa y Gómez (2006) reportan la incidencia de *Rhizoctonia solani* kuhn en todos los cultivos económicos de la provincia de Sancti Spíritus, principalmente en la cebolla, frijol, tabaco, maíz, etc., además de habersele encontrado afectando a las vitroplantas del cultivo del plátano, estos cultivos

son afectados por *Rhizoctonia solani* Kuhn en más del 90 % y los municipios más afectados son Sancti Spíritus, Cabaiguán y la Sierpe.

Entre tanto Sumner (1997) considera de importancia la afectación producida a la cebolla por *Rhizoctonia solani* y estudia en medios selectivos poblaciones de hongos del suelo, plantados con dicho cultivo, obteniendo como resultado que *Rhizoctonia solani*, *Pythium irregulare* y *Phoma terrestris* fueron los hongos más virulentos en posturas de cebolla, cita, además, que en campos continuamente sembrados de cebolla, el decrecimiento de la cosecha de esta fue primeramente asociado al hongo *Phoma terrestris*, identificado en el suelo del 70% de los campos analizados, provocando la enfermedad conocida como raíz rosada.

Mayea (1983) reporta como causante de pudriciones del semillero y de la raíz en cebolla a los hongos *Phytium* sp. y *Rhizoctonia solani* tanto preemergente como postemergente, destacando que en el campo manifiestan la pudrición radical con achaparramiento de la planta y necrosis en las puntas de las hojas; señala, además, que la enfermedad puede ser producida por *Pirenochaeta terrestris* y *Botrytis* sp.

Los síntomas aéreos no sirven para diferenciar la enfermedad por *Rhizoctonia solani*. Con frecuencia se presenta clorosis del follaje y las plantas pueden marchitarse, e incluso morir rápidamente. Por lo general la enfermedad se encuentra localizada y en sus últimas fases pueden observarse fácilmente dentro de la parcela pequeños parches en los que han muerto las plantas. Las cuatro fases de la enfermedad son: 1) podredumbre de las plántulas, 2) tumoración del tallo y podredumbre de la raíz, 3) descomposición de los órganos de reserva y marchitez o manchas del follaje.

Según Herrera (1989) los factores del ambiente tienen un efecto importante sobre este grupo de patógenos, destacando el efecto de la temperatura sobre *Rhizoctonia solana*, lo que ha sido objeto de muchos estudios realizados por varios investigadores: Monteith (1928), plantea que *Rhizoctonia solani* kuhn es uno de los hongos fitopatógenos del suelo ampliamente distribuido en la mayoría de las regiones tropicales y subtropicales.

En los suelos infectados de forma natural el hongo *Rhizoctonia solani* existe de forma saprófita como varios clones de morfología distinta donde se presentan

cepas desde no patogénicas hasta altamente patogénicas las que pueden afectar a cultivos como frijol, rábano, soya, remolacha y trigo. (Davey, 1962).

Es importante según Prats (1991) considerar que en el cultivo de la cebolla las distintas variedades deben estar separadas al menos a 6 metros y que la norma de semilla a usar es de 3-4,5 Kg./ha para siembra directa y de 1,5 a 2,3 Kg./ha para trasplante, añade además que el valor de pH de los suelos debe estar entre 6.0 y 7.5 y nunca alcanzar valores inferiores a 5,5. Seguidamente expresa que no se debe utilizar la misma área en años sucesivos, sino que se debe esperar al menos 3 años para repetir la siembra en el mismo suelo.

La clorosis y el marchitamiento, así como la pudrición de las raíces son síntomas característicos encontrados por Tsrer (1997) en varios cultivos; lo cual es producido en un 39% por *Rhizoctonia solani* y *Pythium intermedium* en un 20% de las plantas afectadas.

Según Meléndrez et al., (2008) la enfermedad se caracteriza por tres fases fundamentales como son la podredumbre de las plántulas, tumoraciones del tallo y podredumbre de la raíz, así como la descomposición de los órganos de reserva, marchitez o manchas del follaje, caracterizadas por las puntas secas.

Schickler (1997) plantea que a escala mundial alcanzan un alto número las enfermedades que atacan a los diferentes cultivos provocando, por supuesto, serias afectaciones a las cosechas, pero que es importante la interacción planta - patógeno; ya que esto da inicio a una compleja cadena de mecanismos de defensa que en muchos casos llega a atenuar los efectos del patógeno.

Según Santana (1999), el riego por impulsos en el área en que se realiza este trabajo logra mejor uniformidad, estableciéndose solo 2 cm de diferencia de espesor de suelo humedecido entre los extremos del surco cuando se utiliza el riego por impulso, quien refiere además que la actividad de manejo del agua en terrenos ondulados destinados al cultivo de la cebolla debe estar estrechamente ligada a medidas de conservación de suelo, obteniendo experiencias al utilizar barreras vivas de Vetiver permitió cuantificar 11 t/ha/año de suelo retenido.

Galmarini (2005) expone la gran preocupación existente en los productores por problemas relacionados con enfermedades del cultivo de la cebolla, especialmente las causadas por hongos del suelo, como podredumbre basal (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*) y raíz rosada (*Phoma terrestris*) y plagas como la mosca de la cebolla. Las pérdidas causadas por enfermedades provocadas por estos hongos del suelo, constituyen una limitación importante del cultivo. Se destaca la no existencia de controles químicos eficientes y las variedades empleadas en el país son susceptibles a estas enfermedades; por otra parte, existen problemas de manejo del cultivo, en el curado y almacenamiento de los bulbos y se carece de protocolos que permitan un aseguramiento de la calidad del producto.

González (1994) refiere que *Pyrenochaeta terrestris* y *Fusarium oxysporum* son dos hongos limitantes de la producción de cebolla, el primero causa la enfermedad raíz roja y el segundo ocasiona la muerte de plantas y pudrición de los bulbos. Durante varios años se han realizado ensayos en áreas de producción para probar el comportamiento de variedades e híbridos de cebolla con resistencia a raíz roja, en condiciones de suelo natural infestado, habiéndose seleccionado algunas con buena tolerancia a la enfermedad, sin embargo, se conoce que la siembra continua del cultivo puede provocar un aumento considerable del inóculo de ambos hongos en los suelos, lo cual puede originar que se rompa la resistencia de los cultivares. El comportamiento del hongo *Fusarium* ocurre en forma errática en suelos del valle, ya que en una misma plantación pueden ocurrir daños en un ciclo del cultivo pero en el siguiente no se manifiestan.

### **2.3. Control biológico**

Olivera, S. (2004) refiere que los pesticidas son una espada de doble filo. Fueron una gran solución en la lucha contra el hambre y las enfermedades de la humanidad y salvaron millones de vidas. Pero su toxicidad está en continuo contacto con nosotros, con nuestros alimentos y nuestros recursos no renovables. La inhibición de enzimas cruciales para la vida es solo una de sus formas de acción. Muchos otros de sus mecanismos son desconocidos. Los

pesticidas o plaguicidas son sustancias químicas destinadas a matar, repeler, atraer, regular o interrumpir el crecimiento de plagas en su sentido más amplio.

González (2007), plantea que *Trichoderma spp* comenzó a ser utilizado en 1960 como degradador de celulosa y desde ese momento, se ha utilizado en la industria química, textil y alimenticia y la del control biológico, siendo identificado el hongo por vez primera en el año 1871 por Haz, fecha desde la cual ha sido largamente estudiado. Es parte del grupo de los Hyphomicetes y miembro de la familia Moniliaceae.

Villegas (2000), plantea que el género *Trichoderma* está en el ambiente y especialmente en el suelo. Se ha utilizado en aplicaciones comerciales para la producción de enzimas y para la regulación de los fitopatógenos que enferman las plantas. Se encuentra en suelos abundantes en materia orgánica y por su relación con ella está clasificado en el grupo de hongos hipógeos, lignolícolas y depredadores. Es aeróbico y pueden estar en los suelos con pH neutro hasta ácido. La clasificación taxonómica actual lo ubica dentro del Reino de las plantas, División Mycota, Sub división Eumycota, Clase Deuteromicetes, Orden Moniliales, Familia Moniliaceae, Género *Trichoderma* con 27 especies conocidas como: *T. harzianum* Rifai, *T. viride* Pers., *T. polysporum* Link fr, *T. reesei* EG Simmons, *T. virens* , *T. longibrachatum* Rifai, *T. parceromosum* , *T. pseudokoningii* , *T. hamatum* , *T. lignorum* y *T. citroviride* . Su fase perfecta (estado Telomorfo) lo ubica en la Clase Ascomycetes, Serie Pyrenomycetes, Orden Hipocreales, Género Hypocrea. Tiene como sinónimos el género *Tolyposcladium*. Este propio autor expone además que es un hongo que posee estructuras del tipo de conidias hialinas uniceluladas, ovoide en conidioforo hialino largo no verticilado, nace en centros pequeños. Tiene la capacidad de producir clamidosporas en sustratos naturales, estructuras de vital importancia para la sobrevivencia del género en el suelo bajo condiciones adversas. Es saprofito del suelo y de la madera y el crecimiento en el suelo es muy rápido.

Anónimo (2009), plantea que *Trichoderma viride* es capaz de reducir la incidencia de patógenos de los géneros *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Sclerotium*, *Peronospora* y *Verticillium* causantes de importantes

enfermedades fúngicas. Además también ejerce su acción a través de la antibiosis contra especies aéreas de los géneros *Botrytis* y *Alternaria*. Este hongo actúa como micoparásito o saprófito creciendo a costa de otros hongos perjudiciales a los que utiliza como fuente alternativa de alimento. Se establece alrededor de las raíces y facilita a las plantas la asimilación de nutrientes, les proporciona una barrera para protegerse contra hongos causantes de enfermedades. La producción de sustancias biológicamente activas estimula la germinación y el crecimiento vegetal, cubre y protege las raíces contra hongos dañinos, crea un ambiente con microorganismos benéficos y aumenta la resistencia de la planta ante condiciones adversas como el estrés hídrico, térmico y salino.

Pérez (2006), plantea que el desarrollo de agentes de control biológico de patógenos que habitan en el suelo se investiga en la búsqueda de agentes de control biológico basados principalmente en *Trichoderma* y *Pseudomonas*.

Leiva (2009), plantea que varias especies del género *Trichoderma* pueden controlar pudriciones en el maíz, marchitamientos, desarrollo de fungosis en semillas, árboles, arbustos y frutos provocadas por *Rhizoctonia solani kuhn*, *Fusarium sp.*, *Verticillium*, *Pythium sp.*, *Phytophthora sp.*, *Alternaria sp.*, *Colletotrichum sp.*, *Pseudoperonospora cubensis* y *Sclerotium sp.*, mediante la competencia, la antibiosis y el micoparasitismo, para lo cual el desarrollo de las hifas de *Trichoderma spp.*, es directo hacia las hifas patógenas, de las que se adhiere, penetrando y extrayendo los nutrimentos provocando daños parciales en las zonas que permanecieron en contacto con el antagonista.

Granados (2005), utiliza con éxito el antagonista del suelo *Trichoderma harzianum* al surco de siembra en combinación con la solarización.

El *Trichoderma spp.*, es un tipo de hongo anaerobio facultativo que se encuentra naturalmente en un número importante de suelos agrícolas y otros tipos de medios. Pertenece a la subdivisión *Deuteromycete* que se caracteriza por no poseer o no presentar un estado sexual determinado y se presenta naturalmente en diferentes rangos de zonas de vida y hábitats. En Cuba a partir de 1990 se efectuaron diversos estudios dirigidos al biocontrol de hongos del suelo patógenos al tabaco, hortalizas y otros cultivos con aislamientos de

*Trichoderma* que fueron seleccionados "in vitro" por su elevada capacidad hiperparásita y posteriormente utilizados en forma de biopreparados para combatir *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* Kuhn y otros fitopatógenos en condiciones de campo (Hannan, 2001).

Harman (1999), expone que aislados de *Trichoderma*, recomendado para combatir los patógenos fúngicos en hortalizas son capaces de proliferar en el suelo a partir de las semillas tratadas y colonizar el sustrato antes que desarrolle la raíz.

Según Meléndrez et al. (2008), el tratamiento a la semilla y a la postura son decisivos en el control de la rhizoctoniosis destacando que tratamientos con *Trichoderma spp.*, son muy efectivos y más económicos en el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn, no agrediendo el entorno y lo más recomendable es hacer combinaciones de productos compatibles.

Mischike (1997) plantea la eficacia antagónica de metabolitos producidos por el biocontrol *Trichoderma sp* sobre la inhibición del crecimiento de *Rhizoctonia solani* y, además, que esta acción es más fuerte cuando *Trichoderma sp.* crece en condiciones de luz.

Silvera et al (1997) plantea el uso de *Gliocodium sp.* a 10 a la 8 conidios/ml aplicado semanalmente en el experimento de campo para combatir la punta seca de la cebolla provocada por *Rhizoctonia solani* kuhn.

*Trichoderma spp.*, tiene diversas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo, aparte de esto produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y a hábitats donde los hongos causan enfermedad le permiten ser eficiente agente de control, de igual forma puede sobrevivir en medios con contenidos significativos de pesticidas y otros químicos (Durán et al., 2003).

Según Hannan, (2001) el micoparasitismo por *Trichoderma* es un proceso complejo que incluye una serie de eventos sucesivos. La primera señal de interacción detectable muestra un crecimiento quimiotrópico del biopreparado en respuesta a algún estímulo en la hifa del huésped o hacia un gradiente de químicos producidos por el mismo. Cuando el micoparásito hace contacto físico

con su huésped, sus hifas se enrollan alrededor de este o se le adhieren por medio de estructuras especializadas. Además, se ha demostrado que la interacción de *Trichoderma* con su huésped es específica y que está controlada por lectinas presentes en la pared celular de éste. Como un paso posterior a estas interacciones el micoparásito penetra al micelio huésped, degradando aparentemente de manera parcial su pared celular,

Según MINAGRI (1998) para el control de hongos del suelo se recomienda: poner en práctica medidas que conlleven a evitar el exceso de humedad, así como la eliminación de plantas afectadas, recomienda además el análisis de suelo para conocer la presencia y el nivel de infestación en áreas con antecedentes infestados, realizar tratamiento de la semilla con *Trichoderma* sp. así como de las posturas o estacas durante 10 minutos sumergidas en una solución de 20 g/l, y aplicar dicho biocontrol al suelo dos a tres días antes de la siembra, es necesario que dicho antagonista del suelo presente una concentración de esporas adecuada de 10 a la 8 conidios/g.

El incremento de los daños por hongos de suelo, fundamentalmente de *Rhizoctonia solani* Kuhn y la gama tan amplia de cultivos afectados así como los hábitos de vida del hongo *Trichoderma*, han permitido establecer distintas variantes de uso como: emplear de forma preventiva 2-3 días antes de regar la semilla, en el momento de regar la semilla, bien mezclando la semilla humedecida o regando la semilla y polvoreando o pulverizando el biopreparado después con tape inmediato de la semilla (Meléndrez et al., 2008).

## **2.4 Utilización de la materia orgánica.**

Según Batallanos (1997), quien plantea que la incorporación de materia orgánica es una de las prácticas principales en el manejo ecológico del suelo, siendo una fuente de nutrientes y de microorganismos que descomponen y transforman las formas orgánicas de los elementos en formas, que sirven a las plantas, añade que los polisacáridos producidos durante la descomposición de residuos orgánicos más la hifa fungal estimulan el desarrollo de agregados estables del suelo, por tanto un suelo que tiene gran cantidad de materia orgánica tendrá una mejor estructura permitiendo un mejor desarrollo y

penetración de las raíces. Plantea además este propio autor que los niveles de aplicación de la materia orgánica fueron N1, N2 y N3 con 10, 20 y 40 ton/ha. La MO se fraccionó en 4 partes: 40% de fondo, 30% al preaporque y 30% restante al aporque. La fuente más eficiente de MO resultó ser la gallinaza sola con un Rdto. de 3.214 ton/ha, con un índice de rentabilidad de 122.12% para la combinación F2.N3 influyendo para ello los componentes de dicho abono orgánico.

La pérdida de la fertilidad natural del suelo como consecuencia de la utilización de químicos para la producción de alimentos vegetales está convirtiendo a los campos agrícolas en depósito de desechos tóxicos por la acumulación continua de agrovenenos, lo que obliga a adoptar una agricultura centrada en el proceso vital del suelo y discontinuar el arsenal de labranza química que se revierte contra nosotros mismos. (Nivia, 2007).

Por su parte Altieri (1996) plantea que los residuos de leguminosas son ricos en nitrógenos disponibles y compuestos de carbono, y también son fuentes proveedoras de vitaminas y sustancias más complejas, y por consiguiente la actividad biológica, deviene en muy intensa como respuesta a enmiendas de este tipo y también puede incrementarse en la fungistasis, la cual se ha comprobado con la reducción de afectaciones por *Rhizoctonia solani* en papa, utilizando residuos de paja de trigo; más adelante expresa el propio autor la disminución en el suelo de dicho patógeno usando abonos verdes como soya, cebada y avena.

Rosado *et al.* (1985) plantean que la resistencia a *Rhizoctonia solani* kuhn depende del manejo dado al agrosistema y destacan que la rotación de cultivos se destaca como una técnica que garantiza una menor incidencia de hongos del suelos. Estos mismos autores encontraron además que la rotación maíz más frijol reduce notablemente las pérdidas producidas por patógenos del suelo en este último.

Las pudriciones de las raíces causadas por *Pythium ultimum* y *Rhizoctonia solani* en chícharo, frijol y remolacha han sido controladas incorporando al suelo donde se cultivan un compost preparado con desechos orgánicos domésticos y a partir de la corteza de árboles, llegando esto a reducir

considerablemente el damping off causado por estos patógenos del suelo según Schuler (1989).

Weltzien (1991) plantea que el compost no sólo es efectivo en el control de hongos del suelo sino que también se ha determinado que el control de las enfermedades foliares con extractos de compost es una alternativa a considerar ya que estas pueden estimular los mecanismos de defensa de las plantas.

El comportamiento de la cachaza parece deberse a que al aplicarse ésta al suelo se incrementa el contenido de materia orgánica total a niveles cercanos a 5% (Cair y col., 1984), lo que hace que la actividad saprofítica del hongo se vea estimulada. La incidencia de damping off en el suelo estéril en plantas de frijol, demostró que la aplicación de cachaza favorece la aparición de lesiones en las plántulas con valores elevados (97,2%), al comparársele con el testigo con el cual se obtuvo un 90%. El estiércol ovino fue el que produjo la menor incidencia de damping off (67%), mientras que con el vacuno y porcino se obtuvieron intermedios (85 y 85,2 respectivamente).

El estiércol vacuno como fertilizante orgánico produjo un efecto depresivo contra *Rhizoctonia solani* kuhn según Muller (1962), quien sostiene además que la nutrición con fertilizantes minerales o con abonos orgánicos tiene un marcado efecto sobre la microflora del suelo, esperándose por lo general que este tipo de enmienda aumente la microflora heterótrofa de los suelos, aunque se pueden esperar acciones nocivas sobre determinados microorganismos. Como ejemplo de esto se ha encontrado que el abonado reiterado con estiércol hace reducir el hongo *Rhizoctonia solani* en el suelo; asimismo la incorporación de harina de alfalfa actúa negativamente sobre *Sclerotium rolfsii*.

Genaro (1997), plantea que los mayores niveles de humus de lombriz utilizados en diferentes variedades de cebollas amarillas, destacaron por su influencia en la calidad de los productos cosechados, con los mejores resultados al utilizar esta enmienda orgánica a 40 y 60 t/ha.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS.

#### 3.1 Tratamientos evaluados.

El presente trabajo se realizó en la Granja autoconsumo Unidad Básica Empresarial (UEB) Transporte del Complejo Agroindustrial (CAI) Arrocerero Sur del Jíbaro, ubicada al sur del poblado de La Sierpe, sobre un cambisol ferralítico amarillento con un bajo porcentaje de materia orgánica (2%), empleando la variedad de cebolla Caribe 71, durante la campaña 2009 - 2010 procediendo la semilla de la zona de Banao con vistas a la obtención de bulbos para la plantación en la campaña siguiente. Se evaluaron tres tratamientos al utilizar el hongo del suelo *Trichoderma harzianum* a una dosis de 6 kg/ha el cual fue obtenido en la unidad de lucha biológica provincial de la provincia de Sancti Spíritus, teniendo en cuenta diferentes momentos de aplicación y un testigo sin tratar, se empleó materia orgánica de origen ovino descompuesta a razón de 20 t/ha, en una aplicación al suelo en todos los tratamientos excepto el testigo sin tratar una semana antes del primer tratamiento del antagonista, estos tratamientos se pueden observar en la tabla 1.

Tabla 1: tratamientos evaluados.

Tratamientos	Momento de la aplicación (días)
A	21, 14 y 7 días antes de la siembra al suelo.
B	14 y 7 días antes de la siembra y un tratamiento por inmersión a la semilla durante diez minutos.
C	7 días antes de la siembra, un tratamiento por inmersión a la semilla durante diez minutos y una aplicación foliar a los siete días de la siembra.
D	Testigo sin tratar

La materia orgánica fue aplicada en una segunda ocasión donde se utilizó la misma fuente y dosis al suelo a los 75 días de edad del semillero. Para facilitar el establecimiento de *Trichoderma harzianum* del cual a los 82 días de edad se le realizó una aplicación foliar a razón de 6 kg/ha a los tratamientos exceptuando el testigo.

Se utilizó un diseño experimental de cuadrado latino, diseñándose las parcelas con un largo y ancho de 1m, dejando entre estas una distancia de 0.40 m, para alcanzar el área total del experimento 0.0027 ha. La preparación de tierra se basó en dos pases de grada, construyéndose de forma manual cada parcela.

Se realizaron un total de diez riegos con intervalos semanales. El experimento fue montado el 19 de diciembre de 2009 y 15 días antes fue rodeada el área con una barrera de maíz. No se realizó ninguna aplicación fitosanitaria, solo las previstas en los tratamientos evaluados.

### **3.2 Evaluaciones realizadas.**

Se realizaron dos muestreos durante el ciclo del cultivo, el primero a los 37 días de edad del semillero y el segundo a los 95 días de edad, coincidiendo con la etapa final del ciclo del cultivo. En ambas ocasiones se procedió de forma similar tomando 40 plantas de la parte central de cada parcela. A las plantas muestreadas se le contó el número de hojas, se midió la altura de la planta con una regla graduada y fue medido el diámetro del bulbo empleando un pie de rey. Se evaluó además la presencia de *Rhizoctonia solani* kuhn, para lo cual las muestras fueron llevadas a los laboratorios de microscopía de la Universidad de Sancti Spíritus y al Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal, para realizar su diagnóstico, para esto se utilizó la técnica de cámara húmeda y la observación microscópica de las mismas.

Desde el punto de vista estadístico, para el procesamiento de los datos correspondientes a las evaluaciones de laboratorio sobre las afectaciones producidas por *Rhizoctonia solani* kuhn, se realizó una prueba de hipótesis de proporción mediante el uso del Microsta, y en el caso de las evaluaciones del número de hojas, altura de la planta y diámetro del bulbo se empleó el paquete estadístico spss sobre Window aplicando la prueba de homogeneidad de varianza de la cual las evaluaciones que tuvieron homogeneidad se les realizó un Anova y la prueba de Duncan con un nivel de significación de 0.05. En el caso de las evaluaciones en las que no hubo homogeneidad, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y las que dieron significativas se le aplicó la prueba de Man Wigney para determinar entre qué tratamientos existieron diferencias significativas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis del primer muestreo

#### 4.1.1 Efecto sobre *Rhizoctonia solani* kuhn.

Si observamos en la tabla 1 donde aparece el análisis estadístico correspondiente al primer muestreo realizado, se obtiene como resultado:

Tabla 1: Análisis estadístico del primer muestreo

Tratamientos	N	Número de plantas enfermas	Por ciento de plantas enfermas (%)
A	40	10	25 <b>b</b>
B	40	4	10 <b>a</b>
C	40	4	10 <b>a</b>
D	40	22	55 <b>c</b>

**Leyenda:** N tamaño de la muestra  
Letras diferentes difieren para un nivel de 0.05

Que existen diferencias estadísticas significativas entre todos los tratamientos evaluados y el testigo sin tratar, así como entre los tratamientos A y B y entre A y C. Se obtiene como resultado además que los tratamientos B y C tienen un comportamiento similar, no mostrando diferencias estadísticas entre ellos y manifestando un control eficiente de la enfermedad al existir un número pequeño de plantas enfermas. El tratamiento A manifiesta un control adecuado de la enfermedad presentando un 25 % de plantas enfermas. Estos resultados tienen su basamento en la posibilidad de establecer el hongo *Trichoderma harzianum* en el suelo antes de realizar la siembra, lo que se facilitó con el empleo de una dosis de 20t/ha de estiércol ovino descompuesto al suelo antes de realizar el primer tratamiento. Esto permite disminuir la fuente de inóculo del patógeno en el suelo constituyendo la principal vía de infección lo que es descrito por Herrera (1994), quien plantea que la supervivencia de

*Rhizoctonia solani* en el suelo es considerada como muy alta de ahí su condición de organismo habitante del suelo, donde existe de forma saprofita como varios clones de morfología distinta presentándose cepas desde no patogénicas hasta altamente patogénicas las que pueden afectar a infinidad de cultivos. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Perna (2006), quien tratando el suelo antes de la siembra y la semilla por inmersión con el biopreparado *Trichoderma harzianum* logró disminuir considerablemente la enfermedad en semilleros de cebolla. Estos resultados coinciden además con los obtenidos por Montelongo y Rodríguez (2001) y Meléndrez (2002), quienes en este propio cultivo lograron disminuir el número de plantas muertas por este patógeno a niveles muy bajos con tratamientos a la semilla y a la postura. Resultados similares fueron obtenidos por Carrazana (2001) y Domínguez (2002). Se obtiene además como resultado de elevada importancia, la presencia en el tratamiento testigo de algunas plantas afectadas además por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cepae*, constituyendo una seria amenaza para este cultivo, estos resultados coinciden con los obtenidos por Perna (2006) y Galmarini (2005), este último expone la gran preocupación existente en los productores del cultivo por las afectaciones causadas por la podredumbre basal (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*), quien constituye una limitación importante para el cultivo.

#### **4.1.2 Evaluación del efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum*.**

Al observar la tabla 2 donde aparece el análisis estadístico que corresponde con las evaluaciones relacionadas con el crecimiento de las plántulas se obtiene como resultado que en el número de hojas no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos A, B y C, los que sí difieren significativamente del testigo, por lo que los tratamientos evaluados tuvieron un marcado efecto estimulante sobre la germinación de la semilla y la emisión de hojas en un período corto de tiempo. Se destaca cómo en el tratamiento B existe una ligera diferencia matemática que lo hace superar a los restantes.

**Tabla 2:** Análisis estadístico de las evaluaciones del efecto bioestimulante.

Tratamientos	N	Número de hojas (medias)	Altura de la planta (medias m)	Diámetro de los bulbos (medias m)
A	40	2.77 a	0.19 a	0.0022 a
B	40	3.02 a	0.21 b	0.0023 a
C	40	2.90 a	0.17 c	0.0020 b
D	40	2.65 b	0.14 d	0.0012 c

**Leyenda:** N tamaño de la muestra  
Letras diferentes difieren para un nivel de 0.05

Estos resultados coinciden con lo planteado por el IAB (2001), quien refiere que el hongo *Trichoderma harzianum* posee excelentes cualidades para el control biológico de algunas enfermedades fúngicas y para la estimulación de la germinación de las semillas y el crecimiento de plantas jóvenes. En el caso de la altura de la planta se obtiene como resultado que entre todos los tratamientos existen diferencias estadísticas significativas, mostrando el mejor resultado el tratamiento B donde la media de sus evaluaciones alcanzó el mejor resultado. Estos resultados se deben a que el tratamiento B permite el establecimiento del medio biológico en el suelo antes de realizar la siembra, pero además contempla el tratamiento a la semilla, lo que estimula la germinación de la semilla propiciando una brotación y crecimiento más acelerado, estos resultados coinciden con los obtenidos el IAB (2001). Coincidiendo además con los con los obtenidos por Andréu (2002), quien obtiene estimulación del crecimiento de plantas de frijol y caña con la utilización de diferentes especies de hongos del género *Trichoderma*. Al analizar los resultados de la evaluación correspondiente al diámetro de las plántulas se obtiene como resultado que los tratamientos A, B y C difieren estadísticamente del testigo, no existiendo además diferencias entre los tratamientos A y B, los que a su vez difieren del tratamiento C.

De manera general cuando se evalúan estos componentes del crecimiento y desarrollo del cultivo se tiene como resultado que los tratamientos empleados

tienen un comportamiento favorable estimulando el crecimiento del cultivo, en lo que juega un papel importante la utilización de la materia orgánica como facilitador del establecimiento del medio biológico, estos resultados coinciden con los obtenidos por Vásquez (2007) quien plantea que es de vital importancia la incorporación de materia orgánica a los suelos y una adecuada fertilización para lograr un buen desarrollo vegetativo, lo que unido al tratamiento con *trichoderma* tanto a la semilla del ajo como los bulbillos de la cebolla, posibilitan obtener posturas y plantas sanas desde su inicio.

## 4.2 Análisis del segundo muestreo

### 4.2.1 Efecto sobre *Rhizoctonia solani* kuhn.

Como se puede observar en la tabla 3 no existen diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos evaluados, los que sí difieren con el testigo, evidenciándose como resultado que los tratamientos disminuyen el número de plantas enfermas por *Rhizoctonia solani* kuhn, coincidiendo con lo planteado por Harman, (1999), quien afirma que *Trichoderma harzianum* es capaz de reducir la incidencia de patógenos de los géneros *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium*, *Phytophthora*, *Sclerotium*, *Peronospora* y *Verticillium* causantes de importantes enfermedades fúngicas, ejerciendo además acción a través de la antibiosis contra especies aéreas de los géneros *Botrytis* y *Alternaria*, creciendo a costa de otros hongos perjudiciales a los que utiliza como fuente alternativa de alimento, se establece alrededor de las raíces y facilita a las plantas la asimilación de nutrientes.

**Tabla 3:** Análisis estadístico del segundo muestreo

Tratamientos	N	Número de plantas enfermas	Por ciento de plantas enfermas (%)
A	40	12	30 a
B	40	10	25 a
C	40	12	30 a
D	40	38	95 b
<b>Leyenda:</b> N tamaño de la muestra Letras diferentes difieren para un nivel de 0.05			

En esta etapa del cultivo existen en todos los tratamientos un mayor número de plantas afectadas lo que evidencia que en todo momento del ciclo del cultivo este se comporta de manera susceptible a la enfermedad, en lo que influye el propósito de esta plantación consistente en la obtención de bulbillos para la plantación en la campaña venidera, relacionado esto con la alta densidad de siembra que es requisito para su obtención, por lo que podemos decir que esto constituye un alargamiento del semillero hasta la madurez fisiológica del cultivo, y este efecto favorece la incidencia de la enfermedad. Coinciden estos resultados con los obtenidos por Montelongo y Rodríguez (2001), Meléndrez (2002) y Perna (2006), quienes comprobaron una alta incidencia de la rhizoctoniosis en los semilleros de cebolla. En esto influye además la realización del riego mediante la inundación del área, lo que propicia condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad.

#### **4.2.2 Evaluación del efecto bioestimulante de *Trichoderma harzianum*.**

Al observar la tabla 4, donde aparece el análisis estadístico que corresponde con las evaluaciones relacionadas con el crecimiento de las plantas, se obtiene como resultado que en los tres parámetros evaluados y en todos los tratamientos el comportamiento fue similar no existiendo diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos, los cuales si difirieron estadísticamente de los testigos. Coinciden estos resultados con los obtenidos por Norvell (2008), cuando plantea que *Trichoderma harzianum* es un hongo que habita en el interior de las raíces colonizándolas, ofrece protección contra patógenos, y estimula el crecimiento de las raíces, añade además este autor que favorece la descomposición de materia orgánica en los alrededores de la raíz.

Este comportamiento se debe al momento de realización del muestreo, donde el cultivo estaba en su madurez fisiológica, habiéndose detenido el proceso de desarrollo.

**Tabla 4:** Análisis estadístico de las evaluaciones del efecto bioestimulante.

Tratamientos	N	Número de hojas (medias)	Altura de la planta (medias m)	Diámetro de los bulbos (medias m)
A	40	4.95 a	0.32 a	0.16 a
B	40	5.02 a	0.32 a	0.17 a
C	40	4.75 a	0.33 a	0.173 a
D	40	3.77 b	0.24 b	0.06 b

**Leyenda:** N tamaño de la muestra  
Letras diferentes difieren para un nivel de 0.05

Se puede observar cómo existe una diferencia matemática considerable con los testigos, los que fueron severamente afectados por *Rhizoctonia solani* kuhn durante todo el ciclo del cultivo, al aparecer en ellos además afectaciones por *Fusarium Oxysporum* f. sp cepae, y se corroboran estos resultados con los obtenidos por Perna (2006).

#### **4.3. Consideraciones económicas.**

En el mundo se conocen alrededor de diez millones de sustancias químicas, de las cuales 70 000 son de uso corriente incluyendo medicamentos y plaguicidas. Cada año ingresan al mercado entre 500 y 1000 nuevas sustancias, se generan entre 300 y 400 millones de toneladas de desechos peligrosos. Los daños al medio ambiente se calculan alrededor de 100 000 millones USD/ año, de ellos 8 000 millones USD corresponden a los EEUU según datos de la (FAO 1998). El cultivo de la cebolla en la provincia resulta muy costoso para los productores por la alta incidencia de plagas y enfermedades, así como por la resistencia creada por estas ante las aplicaciones de químicos tradicionales. En el caso de los tratamientos evaluados en este trabajo, tienen un costo mínimo, por ser utilizado un medio biológico de producción nacional que se obtiene con sustratos locales con un costo de 8.95 moneda nacional el kilogramo, siendo desde el punto de vista económico factibles de realizar, además de brindar ventajas medioambientales y no haber usado otros plaguicidas. Estos

resultados corroboran lo planteado por Meneses (2006), cuando expone que en este cultivo existen productores que superan la cifra de 15 tratamientos de químicos sólo en la fase de semillero y un número aún mayor en la etapa de transplante, lo que hace insostenible la producción del cultivo, con la consiguiente agresión al medio ambiente.

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

- Todos los tratamientos evaluados tuvieron efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn y efecto bioestimulante sobre las plantas.
- El tratamiento B (se trata el suelo catorce y siete días antes de la siembra y un tratamiento a la semilla por inmersión con *Trichoderma harzianum*) fue el de mayor efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn y de mejor efecto bioestimulante en el cultivo.
- El uso de materia orgánica de origen ovino a 20 t/ha propicia el establecimiento de *Trichoderma harzianum* en el suelo.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Realizar tratamientos al suelo catorce y siete días antes de la siembra y un tratamiento a la semilla por inmersión con *Trichoderma harzianum*.
- Utilizar materia orgánica de origen ovino a 20 t/ha antes de realizar el tratamiento recomendado.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- AJASA. Informe cultivo de la cebolla. [En línea con La Asociación Agraria Jóvenes Agricultores]. (Citado el 21 de septiembre de 2008). Disponible en Internet: <http://www.asajaclm.org/documentos/cebolla.doc>. 2007
- Alonso, J. J. El empleo correcto de plaguicidas en la agricultura. [En línea] [www.asajacyl.com](http://www.asajacyl.com). Disponible en Internet: [http://www.asajacyl.com/medioambiente/inf\\_medioambiental.shtml?idboletin=1526&idseccion=8135&idarticulo=36108](http://www.asajacyl.com/medioambiente/inf_medioambiental.shtml?idboletin=1526&idseccion=8135&idarticulo=36108). 2007. (Citado 15 de abril de 2009).
- Altieri, M. Ecología y Manejo de las enfermedades de las plantas. Módulo II, agroecología: 40-48. 1996.
- Andreu, C. Efecto bioestimulante de cepas de *Trichoderma* en cultivos económicos de Cuba. 2002.
- Anónimo. Datos actualizados sobre *Trichoderma* spp. hasta 1/1/2009 . Disponible en internet en: [http://www.terralia.com/productos\\_e\\_insumos\\_para\\_agricultura\\_ecologica/index.php?proceso=registro&numero=1116](http://www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica/index.php?proceso=registro&numero=1116) (citado el 24 de mayo de 2009). 2009
- Ariosa, María de los Dolores y Gómez, Yamilet. Presencia de *Rhizoctonia solani* Kuhn en cultivos económicos de la provincia Sancti Spíritus. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal de Sancti Spíritus. 2006.
- Batallanos, V: Efecto de fuentes y niveles de materia orgánica en el rendimiento de cultivo de Kiwicha (*Amaranthus caudatus*) cv. Oscar Blanco en un suelo de la irrigación de Majes. 1997.
- Cairo, P.; J. López; R. Cabrero y Mérida Stable. Influencia de la cachaza de cal sobre la materia orgánica y algunas propiedades físicas de un suelo pesado. Monografía, Universidad Central de Las Villas, 1984.
- Carbonel, C. Determinación de la incidencia de agentes plagas sobre el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) en el municipio La Sierpe. Trabajo de Curso. CUSS. 2009.
- Carrazana, R. Uso de plaguicidas químicos y biológicos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la zona de Banao. Trabajo de curso. Sede Universitaria de Sancti spíritus. 2001.
- Carone, Dede, Margarita. Micología. Edit. Pueblo y Educación. p. 327. 1986.
- Clemente, V. El cultivo de la cebolla. [En línea con area-web.net]. (Citado el 21 de mayo del 2008). Disponible en Internet: <http://area-web.net/clementeviven/?p=97>. 2006.

Courrier Agrochem. Control of sheath blight with Monceren. p 12-15. 1998.  
Davey, C.B. Isolation and pathogenicity of *Rhizoctonia* saprophytically existing in soil. *Phytopathology* 52: 834-840. 1962.

Domínguez, Y. Uso de tres nuevos fungicidas químicos en el control de la Rizoctoniosis

en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) en la zona de Banao. Trabajo de curso.

Sede Universitaria de Sancti Spíritus. 2002.

Durán, E.; Robles, F.; Martínez, J.J. y Brito, M.A. Trichoderma Un hongo combatiente de patógenos. (En línea con [www.teorema.com.mx](http://www.teorema.com.mx)). (Citado el 12 de junio del 2008). Disponible en Internet: [http://www.teorema.com.mx/articulosphp?id\\_sec=45&id\\_art=1340](http://www.teorema.com.mx/articulosphp?id_sec=45&id_art=1340). 2003.

Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99. Microsoft Corporation · "La Cebolla". 1998.

FAO. Guidelines on Good Practice for Ground and Aerial Application of Pesticides; Rome. Italy. 1998.

Galindo, J, Incidencia de la Mustia Hilachosa en Sistemas de "Frijol Tapado" en Costa Rica. Hurston, D. H., Margaret Smith, G. Abawi y S. Kearl (Eds.). Tapado, los Sistemas de Siembra con Cobertura. CIIFAD, Cornell University, Ithaca, New York. : 109-116. 1994.

Galmarini, R. Optimización y diversificación de la oferta de cebollas argentinas para el mercado interno y la exportación. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en internet: <http://www.inta.gov.ar/laconsulta/investiga/proyectocebolla.htm>. 2005.

Genaro, J. Influencia del humus de lombricultura sobre el rendimiento y calidad de cebolla amarilla dulce para exportación. 1997.

González Mirtha. Enfermedades Fungosas del Frijol en Cuba. Editorial Científico Técnicas. La Habana. 152 p. 1988.

González, María Luisa; Capote, Belina y Rodríguez Enma. Mortalidad por intoxicaciones agudas causadas por plaguicidas. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*. 39(2):136-43. 1994.

Granados, M. Resultados económicos de la lucha integrada contra la podredumbre

blanca (*Sclerotium cepivorum*) del ajo cv. "morado de Las Pedroñeras". Disponible en internet: <http://www.allbusiness.com/periodicals/article/841924-1.html>. 2005.

González, H. Comportamiento de tres variedades de cebolla *Allium cepa* L. en suelo inoculado con los hongos *Pyrenochaeta terrestris* (Hansen) y *Fusarium oxysporum* (Schlecht). Disponible en internet: [http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v44\\_4/v444a110.html](http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v44_4/v444a110.html). 2007.

Guenkov, G. Fundamento de Horticultura cubana. Editora Revolucionaria. La Habana, 1969.

Hannan, L. Determinación del micoparasitismo por *Trichoderma* sp como vía de control de patógenos del suelo. (2001).

Harman, G. E. Solubilización de fosfatos y micro nutrientes para el crecimiento de las plantas promovidos por diferentes especies de *Trichoderma*. Disponible en internet [http://www.terralia.com/productos\\_e\\_insumos\\_para\\_agricultura\\_ecologica/index.php?proceso=registro&numero=1116](http://www.terralia.com/productos_e_insumos_para_agricultura_ecologica/index.php?proceso=registro&numero=1116)

1999.

Herrera, L. Fitopatología general. 1994.

Herrera, L.; E, Galanti y Joaquina Reyes. Lucha química contra *Rhizoctonia solani* kuhm y *sclerotium rolfsii* sac. Centro Agrícola. 15 (3): 17-34. 1989.

Huerres, C. y Carballo, N. Horticultura. Editora Pueblo y Educación. Ciudad Habana. 1991.

IAB. Control biológico de patógenos del suelo. Disponible en internet: [http://www.iabiotec.com/trichod\\_tecnica.htm](http://www.iabiotec.com/trichod_tecnica.htm). 2001.

Kasan, J. Soil solarization. In: Chet I (ed) Innovative approaches to plant disease control. John Wiley and Sons, New York, pp 77-105. 1987.

Leiva, L. Evaluación de un formulado elaborado a partir de tres cepas de *Trichoderma* spp. Disponible en internet en: <http://www.biosafe.com.mx/productos/FITHAN.pdf>. (citado 25 de mayo de 2009). 2009.

Marí, J. A. y Col. Estudio del cultivo de la cebolla en Banao. Sede Universitaria Sancti - Spíritus. Inédito. 1996.

Mattos, L. Reacción de cultivares de cebolla a la pudrición del disco basal causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. Cepae. Disponible en internet: <http://www.ica.gov.co/publicaciones/plagas/alstroemeria/alstroendemi-ca/alstro1.htm>. 2000.

Mayea, s., Herrera I. L y Andreu, C. M. Enfermedades de las plantas cultivadas en Cuba Edit. Pueblo y educación. 1983.

Mandl . B. Estudio de intoxicaciones por plaguicidas.

<http://www.chasque.net/dgsa/Informesyproy/Archivos/EXPORCEBOLLAaIMERCOSURyUE.htm>. 2004.

- Meléndrez, J. F.; Santana, M; Herrera, L y Betancourt, L. Estudio de variantes de control de *Rhizoctonia solani* Kühn en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) en la zona de Banao. Centro Agrícola, No. 4, año 30, oct.-dic., 2002.
- Meléndrez, J.F.; Calero, A.; Rodríguez, M. y Viera, R. Uso combinado de flutolanil y *Trichoderma spp.*, en el control de *Rhizoctonia solani* Kuhn en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la zona de arroyo blanco. [En Línea con [www.ilustrados.com](http://www.ilustrados.com)]. (Citado el 11 de junio del 2008). Disponible en Internet:  
<http://www.ilustrados.com/publicaciones/EkEEluuAEuSTDeomDh.php>. 2008.
- Meneses, C. Disminución y uso adecuado de plaguicidas en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Trabajo de diploma. Centro Universitario de Sancti Spíritus. 2006.
- Mischike, S. A. Quantitative Bioassay for extracellular Metabolites that antagonize growth of filamentous fungi. *Plant dis* 80 (8): 503-508. 1997.
- MINAGRI. Producción de bioplaguicidas y capacitación campesina. 1998.
- Montelongo, M. y C. Rodríguez. Uso de fungicidas químicos y biológicos en el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.) en la zona de Banao. Trabajo de Diploma. Sede Universitaria de Sancti Spíritus. 2001.
- Muller. Über die bodenbiologische dynamic eines jahrigen daverdungunesversuches. 1962.
- Nivia, Elsa. Degradación de suelos por el uso de plaguicidas. [En línea con [www.eraecologica.org](http://www.eraecologica.org)]. (Citado el 6 de octubre de 2008). Disponible en Internet:  
[http://www.eraecologica.org/revista\\_18/era\\_agricola\\_18.htm?degradacion\\_suelos.htm~mainFrame](http://www.eraecologica.org/revista_18/era_agricola_18.htm?degradacion_suelos.htm~mainFrame). 2007.
- Norvell, S. An overview on the environmental behaviour of pesticide residues in soils). [En línea con [www.inia.es](http://www.inia.es)]. (Citado el 15 de septiembre de 2009). Disponible en Internet: [http://www.inia.es/gcontrec/pub/357-375-An\\_overview\\_1188556348812.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/357-375-An_overview_1188556348812.pdf). 2008.
- Olivera, S. Salud y ambiente. Disponible en internet: <http://iibce.edu.uy/posdata/drit.htm>. (citado el 18 de abril de 2009). 2004.
- Palmero, J. Determinación de la incidencia de agentes plagas sobre el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) en el municipio La Sierpe. Trabajo de Curso. CUSS. 2009.
- Pérez, N. Determinación de la incidencia de agentes plagas sobre el cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L) en el municipio La Sierpe. Trabajo de Curso. CUSS. 2009.

- Pérez, Nilda: Manejo ecológico de plagas. 1<sup>ra</sup> Ed. CEDAR (Centro de estudio de desarrollo Agrario y rural). Editorial Félix Varela. Ciudad de La Habana, Cuba. pp 210-213. 2006.
- Perna, J. Uso de flutolanil y *Trichoderma harzianum* en la disminución de la incidencia de *Rhizoctonia solani* kuhn en el municipio Jatibonico. Trabajo de Diploma. CUSS. 2006.
- Prats, A. Y Brito, G. Técnica de producción de semilla de cebolla. 1991.
- Rodríguez, C. Plaguicidas, necesidad y posibilidades de limitar su uso. Jornadas Internacionales Multidisciplinarias y Tripartitas Agro: Trabajo y Salud, Argentina 2002.
- Ronda R. Producción de semillas de cebolla en condiciones de Cuba. Conferencia en el I Taller Nacional de Alliaceas. Unidad Docente de Banao. 1997.
- Rosado, F. J., Garcia, E. R.; Glieman, S. R. Impacto de los fitopatógenos del suelo al cultivo del frijol en suelos bajo diferentes manejos en la Chontolpa, México. Rev. Mexicana de fitopatología. Res. Anal. Sobre frijolXIII(2): 96. 1985.
- Santana, M. Determinación de los parámetros tecnológicos para el diseño de la técnica de riego por surco en el cultivo de la Cebolla en la zona de Banao. 1999.
- Schickler, H. Heterologous chitinase gene expression to improve plant defense against phytopathogenic fungi in microbiol biotechnol. 19 (3): 196-201. 1997.
- Schuler, C. Supresión of root rot on peas, beans and beetroots caused by *Pytium ultimum* and *Rhizoctonia solani* through amendment of growing media with solani compost-household wastes. Journal of Phytopathology. 127: 238. 1989.
- Seidel, D. Morphology and physiology in anastomosis group of *Thanatephorus cucumeris*. Phytopathology. 59: 924-929. 1976.
- Silvera, E., González, P. and Galvan, G. Control biológico de la mancha foliar de la cebolla. 1997.
- Sumner, D. Alternative fumigants for methyl bromide in tobacco and root diseases of *asclepias tuberosa* L. Plant dis. 81 (10): 1203-1205. 1997.
- Sumner, D. Root diseases of corn caused by *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia zea*. Abstract. Phytopatology 70(6): 572.1980.
- Tsrer, L.; Hazanovski, M; and Erlich. O. Marchitamiento y enfermedades de la raíz de *Asclepias tuberosa* L. 1997.
- Welzien, H. C. Biocontrol of foliar fungal with compost extracts. Microbial Ecology of Leayes. Eds. Andrews, J. H. and Hirano. S. Springer Verlang. Berlín: 430-450. 1991.
- Windels, C. E.; Kuznia, R.A.; Call, J. Characterization and pathogenicity of *thanatephorus cucumeris* from sugar beet in Minnesota. Plant dis. 81 (3): 245-249. 1997.
- Vásquez, L. Bases para el manejo agroecológico de plagas en sistemas urbanos. INISAV. Cuba. 2007.
- Villegas, L. Uso de plaguicidas en Cuba, su repercusión en el ambiente y la salud. Rev Cubana Aliment Nutr; 11(2):111-116. 2000.