



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

**Departamento Agropecuario**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

El estiércol vacuno 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:** Celso Carbonell Carbonell.

**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 -----	11
2.4. Utilización de la materia orgánica-----	15
<b>3. Materiales y métodos</b> -----	18
3.1. Tratamientos evaluados-----	18
3.2. Evaluaciones realizadas-----	19
<b>4. Resultados y discusión</b> -----	20
4.1. Análisis del primer muestreo-----	20
4.1.1. Efecto sobre <i>Rhizoctonia solani</i> kuhn-----	20
4.1.2. Evaluación del efecto bioestimulante de <i>Trichoderma harzianum</i>	21
4.2. Análisis del segundo muestreo-----	22
4.2.1. Efecto sobre <i>Rhizoctonia solani</i> kuhn-----	22
4.2.2. Evaluación del efecto bioestimulante de <i>Trichoderma harzianum</i>	23
4.3. Consideraciones económicas-----	24
<b>5. Conclusiones y recomendaciones</b> -----	26
5.1. Conclusiones-----	26
5.2. Recomendaciones-----	27
<b>6. Referencias bibliográficas</b>	

## RESUMEN

El trabajo titulado “El estiércol vacuno 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 *Rhizoctonia solani* kuhn, así como evaluar su efecto estimulante sobre las plantas, se realizó en la Granja autoconsumo UEB Transporte del CAI Arrocero 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 vacuno 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 en los que se trató el suelo 21, 14 y 7 días antes de la siembra y al 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 vacuno a 20 t/ha facilita el establecimiento del biocontrol en el suelo.

## SUMMARY

Work once The bovine dung like facilitator, at *Trichoderma's* establishment was titled *Harzianum*, for *Rhizoctonia's* control *solani* the kuhn in the cultivation of the onion ( *Allium ancestrum* L ) had total success in the campaign 2009 – 2010 for the sake of determining better *Trichoderma's* moments of application *harzianum* for *Rhizoctonia's* control *solani* kuhn, as well as evaluating his stimulant effect on plants, UEB Transporte of the Rice Southern CAI accomplished at the Farm self-consumption himself of the Jivaro on a cambisol yellowish ferralítico with a bass contained of organic matter, using seeds of the variety of onion Carib Language 71, For the obtaining of bulbs for the plantation in the campaign following. Evaluated him three treatments using the ground's mushroom *Trichoderma harzianum* to a dose of 6 kg/ha and a witness without trying, the t utilized bovine dung broken down at the rate of 20 itself there is, and evaluated treatments consisted in applications of the biocontrol in different moments to the ground before planting, immersion of the seed and after of germinated this. The results evidenced that all treatments excepting the witness had repressive effect on *Rhizoctonia solani* kuhn and effect bioestimulante on plants behaving in they who than treated him the ground 21, 14 and 7 day before of planting and to the ground fourteen seven day before of planting and the seed for immersion with *Trichoderma harzianum* with bigger repressive effect on *Rhizoctonia solani* kuhn and better effect bioestimulante in cultivation. It got confirmed besides than the use of the organic matter of bovine origin to 20 the t is the biocontrol's establishment makes easy in the ground.

# 1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la Cebolla (*Allium cepa*), constituye una planta deliciosa originaria de Irán y conocida ya desde los pueblos, un poco más reciente grandes médicos la destacaban como un poderoso antiséptico, de ahí que tenga un lugar muy importante en la farmacología y terapéutica, usándose para tratar asma, diabetes, hidropesía, jaqueca, reumatismo y otras.

Por su parte en Cuba la producción no alcanza niveles altos y es destinada principalmente al consumo interno de la población como condimento y ensalada, cultivándose en casi todo el país, correspondiendo el 50% de la producción a la provincia Habana, entre el 25 y 30% a Sancti Spíritus y el resto a las demás zonas del País.

En nuestra provincia 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 Cabaiguan, 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.

Este cultivo es atacado por varias enfermedades fungosas que constituyen un verdadero azote para este, sobresaliendo el patógeno aéreo *Alternaria porri* y el hongo del suelo *Rhizoctonia solani* kuhn el que fue reportado por vez primera por Cook y Horne (1905). Posteriormente fue reportado por Seidel (1976) en numerosos cultivos de importancia económica, encabezando la lista la cebolla (*Allium cepa* L.).

Destaca el MINAGRI (1998) que las enfermedades fungosas originan afectaciones tanto en la parte aérea como subterránea de las plantas, en las que se evidencian notables mermas en los rendimientos pudiendo en ocasiones provocar la muerte de las mismas.

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. Entre la amplia gama de hospedantes se destacan plantas medicinales y condimentosas como: Ajo, Albahaca, Ají picante, Caléndula, Hierba buena, Hinojo, Jengibre, Llantén, Menta japonesa, Oreganón, Pasiflora, Romero, Sábila, Salvia de Castilla, Tilo, Toronjil de

menta, entre otras en las que puede provocar pérdidas de hasta un 100% de la población.

Según resultados obtenidos por Carrazana (2002), las afectaciones de *Rhizoctonia solani* kuhn se minimizan con el uso adecuado de ciertos fungicidas con solo dos tratamientos durante el ciclo del cultivo, lo que induce el número de ventajas que se obtienen aplicando estos resultados, constituyendo esto un antecedente próximo y cercano de una vía de tránsito a una agricultura más sana y menos agresiva al medio ambiente. Sobre este cultivo, de gran importancia económica deben adquirirse conocimientos que incluyan lo relacionado con una buena selección y preparación de la tierra, así como la fertilización y nutrición del vegetal y además todo lo relacionado con las enfermedades que la afectan, destacando las afectaciones que en semilleros y plantaciones en producción ocasiona el hongo del suelo *Rhizoctonia solani* kuhn quien incrementa en la actualidad su gama de hospedantes, convirtiendo a la mayoría de los cultivos económicos en víctimas de sus ataques.

Lo difícil y costoso de su control influye en la utilización del control biológico, basando este en la utilización de hongos del género *Trichoderma*, reportándose la especie *Harzianum* como la más empleada y eficiente en la prevención y control del complejo *Rhizoctonia*, Es importante y recomendable la incorporación de materia orgánica al suelo la que constituye una fuente de nutrientes y de microorganismos que descomponen y transforman las formas orgánicas de los elementos en formas que sirven a las plantas, posibilitando además el establecimiento de *.Trichoderma harzianum* en el suelo, lo que propicia la colonización de la parte radical de las plantas y así tener el efecto deseado sobre *Rhizoctonia solani* kuhn.

*Rhizoctonia solani* kuhn provoca severas afectaciones al cultivo de la cebolla en la provincia de Sancti Spíritus, según han planteado autores como Montelongo y Domínguez (2001), la extensión de esta enfermedad a todos los lugares donde se desarrolla el cultivo en la provincia constituye un problema serio para las producciones, por lo cual al ser llevado al municipio de La Sierpe, donde existen limitados conocimientos sobre el cultivo, ya ha sido reportada la enfermedad por autores como Palmero (2009) y Pérez (2009), quienes encontraron en diferentes

áreas de este municipio la presencia del patógeno. Por lo antes expuesto se define como problema científico a resolver:

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

**La hipótesis consiste en:**

Si se utiliza estiércol vacuno 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 vacuno, 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)

La cebolla se considera un cultivo nativo de Asia pero cultivado en regiones templadas y subtropicales desde hace miles de años. La verdadera cebolla es una planta bulbosa con hojas cilíndricas largas, huecas y engrosadas en la base que constituyen la mayor parte del bulbo. Las flores, blancas o rosadas y dispuestas en umbelas, tienen seis sépalos, seis pétalos, seis estambres y un solo pistilo. Los frutos son pequeñas cápsulas llenas de semillas muy pequeñas. Ciertas variedades forman en lugar de flores unos bulbillos que pueden enterrarse para obtener nuevas plantas. se llora al cortar cebolla, Enciclopedia Microsoft® Encarta® 99. (1998).

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 tienen 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 corno 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.

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).

Tanto Muñoz (1984) como Huerres y Carballo (1991) plantean que la época de siembra en Cuba es de octubre a noviembre.

Trabajos realizados por Marí y Hondal (1996) en Banao han probado que las siembras tardías reducen el ciclo del cultivo y que en la zona existe tendencia a este tipo de siembra.

Santana y col. (1998) encontraron en un estudio preliminar en la zona de Banao que las variedades Yellow Granex Híbrida (YGH) y Texas no profundizan por encima de 25 cm con su sistema radical y que más del 80% de las raíces se desarrollan hasta los 15 cm.

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**

Esta enfermedad puede afectar hasta el 50% de la plantación en condiciones favorables para el hongo (González, 1988).

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 método muy diferentes tanto para su estudio, como para su combate, al comparárselo 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).

La remolacha azucarera es otro cultivo reportado como víctima de los ataques de *Rhizoctonia solani* según refiere Windels (1997).

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.

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

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 *Agonomicetales* al que se le denomina micelio estéril, puesto que no produce conidios y se reproduce por fragmentación de hifas, *Rhizoctonia solani* 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 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 haberse 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, demás, 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 manifiesta 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.

Es importante según Prats (1991) considerar que en el cultivo de la cebolla las distintas variedades deben estar separadas al menos por 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, marchites 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 utilizando barreras vivas de Vetiver permitió cuantificar 11 t/ha/año de suelo retenido.

Entre los hongos del suelo que desarrollan una actividad patógena fuerte se destaca *Fusarium oxysporum* quien en los últimos años ha causado grandes daños en el cultivo de la cebolla según plantea (Mattos 2000), quien lo ubica como un hongo imperfecto que aparentemente ha perdido el estado perfecto o sexual, se reproduce por medio de conidias (una espora asexual formada en el extremo de una hifa), sobrevive por largos periodos en el suelo como clamidosporas. Las especies de *F. oxysporum* están divididas en muchas formas especiales que no pueden ser divididas usando criterios morfológicos. Este hongo es activado solamente cuando las raíces de la planta huésped entra en contacto con micelio o clamidosporas. Este hongo invade las células radicales La invasión del hongo se presenta a diferentes tasas de velocidad y puede ocasionar "Putridión radicular y muerte de plántulas. La tasa de velocidad de la infección depende de factores como el tiempo de la infección inicial, la virulencia y condiciones climáticas, penetra en las raíces a través de heridas y continua hacia el xilema o por los tejidos conductores de agua. Los retoños y las hojas se marchitan durante el día, pero ganan turgencia durante la noche. Como la infección progresa, los tallos se palidecen. Las toxinas producidas por el hongo decoloran el tejido del huésped y aparece el marchitamiento de las hojas, pueden presentar una coloración amarillenta o

rojiza en las hojas. El xilema es obstruido, causando la muerte de la planta. El tallo cortado transversalmente, presenta en los haces vasculares una coloración amarillenta o marrón con la muerte y deshilachamiento de los tejidos, sin afectarse la medula; este es un aspecto muy importante para diagnosticar la enfermedad y distinguirla de otras enfermedades vasculares. Las raíces y los tallos no presentan daño inicial importante, pero luego se afectan severamente con la formación de cavidades, presentándose una pudrición seca en la base de las plantas y en las raíces. Esta propia autora plantea que el micelio es generalmente aéreo, abundante, algodonoso, con coloraciones diferentes como blanca, durazno, salmón, pero usualmente con un tinte púrpura o violeta más intenso en la superficie del agar. Las macroconidias son de paredes delgadas, fusiforme, largas y moderadamente curvas en forma de hoz, poseen de tres a cinco septas transversales, con la célula basal elongada y la célula apical atenuada. Tienen un tamaño de 27-60 x 3-5 micras. Las clamidosporas son globosas, de paredes gruesas. Se encuentran solitarias o en pares, formadas a partir de la condensación del contenido de las hifas y las conidias. Con esta estructura el hongo sobrevive en condiciones ambientales desfavorables y en ausencia de plantas hospedantes. Su tamaño varía de 5-15 micras de diámetro. La morfología de las macroconidias y la presencia y las características de las clamidosporas son muy importantes para la identificación de las especies. Las macroconidias y microconidias se producen en los vasos del xilema, pero las microconidias son predominante en tejidos infectados.

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.

Salvalaggio (2006) plantea que la podredumbre basal ocasionada por *Fusarium* spp. se ha convertido en una enfermedad limitante en distintas zonas productoras de cebolla, en la poscosecha, este género de hongos también afecta los bulbos depreciando la calidad del producto para la exportación, *Fusarium oxysporum* ocasiona graves pérdidas económicas en un amplio rango de especies vegetales atacando cultivos de aliáceas, produciendo los mayores daños en almácigos de cebolla con el damping-off y la pudrición del disco en cultivo; además afecta al ajo en almacenamiento, produciendo la mancha herrumbre también ha sido citado como agente causal de podredumbre en bulbos de cebolla, en nuestro país la primer cita de *F. proliferatum* como causa de la pudrición basal en cebolla fue hecha por Kiehr y Delhey (2005).

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 biéndose 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.

De Nava (2003) plantea que los plaguicidas químicos son sustancias tóxicas utilizadas para matar o controlar plagas como malas hierbas, insectos que amenazan los cultivos agrícolas o transmiten enfermedades a los seres humanos, hongos, roedores y otros organismos nocivos; lo cual ha traído consigo beneficios indudables desde diversas perspectivas, ya sea sanitarias, fitosanitarias, sociales y económicas, sin embargo, su uso intensivo y ambientalmente descuidado ha traído consigo el empobrecimiento de los suelos, de la biodiversidad, la contaminación de las fuentes de abastecimiento de agua subterráneas y superficiales (incluyendo las aguas costeras y marinas, además de daños a la salud de los trabajadores, consumidores y población en general, por lo anterior, ha crecido a escala mundial, pero muy particularmente en los países industrializados, la convicción de que el manejo racional de los plaguicidas químicos significa el aprovechamiento de los beneficios que derivan de su eficacia biológica en el combate de las plagas, en condiciones en las que se prevengan y reduzcan sus riesgos para la salud y el ambiente. A la vez, esto implica la necesidad de identificar o ampliar la aplicación de otros métodos menos riesgosos para proteger la producción agrícola y pecuaria, o impedir que otros tipos de plagas ejerzan sus efectos nocivos, donde juega un papel determinante el control biológico de plagas.

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* esta 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. 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 microparásito 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 nutrientes 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 caracterizan 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).

Folcht (1997) reporta que la combinación *Trichoderma* más flutolanil (Moncut), fue más eficiente que ambas por separado, con un 80% de plantas sanas.

El IAB (2001), refiere que cepas autóctonas especialmente seleccionadas, del hongo *Trichoderma harzianum* poseen excelentes cualidades para el control biológico de algunas enfermedades fúngicas y para la estimulación natural del crecimiento de plantas jóvenes. Posee además excelentes características medioambientales, pues tiene toxicidad nula para animales superiores, es inocuo para artrópodos útiles, abejas y abejorros y no es posible la contaminación del agua. Puede ser empleado en rotación con insecticidas, compuestos enraizantes, fertilizantes y la mayoría de fungicidas, con ningún efecto inhibitor o contraproducente. Tras la aplicación de este producto, el vegetal está protegido frente al ataque de diferentes hongos patógenos, principalmente de los productores de enfermedades como *Fusarium spp.* y otros fitopatógenos como *Rhizoctonia spp.* y *Pythium spp.* Dicho preparado se puede presentar tanto en formulación líquida, como en sólida, conteniendo en cualquier caso un mínimo de  $1.0 \times 10^8$  UFC (unidades formadoras de colonias) por gramo de peso seco, o por mililitro de producto. El uso de *Trichoderma harzianum* como agente de biocontrol es mayoritariamente preventivo, ya que si todavía no ha habido ataque, la planta está preparada y protegida para impedir la infección fúngica, y si ésta se ha producido ya, la acción del hongo *Trichoderma* proporciona a la planta una ayuda fundamental para superar dicha infección, llegando en algunos casos a controlarla.

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

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 espolvoreando 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 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.

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.

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.

Este trabajo fue realizado en la Granja de autoconsumo de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Transporte del Complejo Agroindustrial (CAI) Arrocero Sur del Jíbaro, perteneciente al municipio de la sierpe, sobre un suelo cambisol ferralítico amarillento con un bajo porcentaje de materia orgánica, utilizando la variedad de cebolla Caribe 71. La semilla utilizada fue obtenida en la zona de Banao, con el objetivo de realizar una siembra para la obtención de bulbos para ser plantados en la campaña siguiente. Se evaluaron tres tratamientos en los que se utilizó en diferentes momentos, *Trichoderma harzianum* a una dosis de 6kg/ha el que procedía de la unidad de lucha biológica provincial de la provincia de Sancti Spíritus, y un testigo sin tratar. Se empleó materia orgánica de origen vacuno descompuesta a razón de 20 t/ha, en una aplicación al suelo en todos los tratamientos excepto el testigo una semana antes del primer tratamiento del antagonista y una segunda aplicación también al suelo a los 75 días de edad del semillero, para facilitar el establecimiento de *Trichoderma harzianum*. Los 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 empleando 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.

Desde el punto de vista estadístico se utilizó un diseño experimental de cuadrado latino, con parcelas con un largo y ancho de 1 m, dejando entre estas una distancia de 0.40 m, alcanzando 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 bulbillo con un pie de rey. Fue evaluada además la presencia del fitopatógeno del suelo *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 se utilizó para el procesamiento de los datos correspondientes a las evaluaciones de laboratorio, sobre las afectaciones producidas por *Rhizoctonia solani* kuhn, 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 bulbillo 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 de varianza, se aplicó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y las que dieron

significativas se le aplicó la prueba de Man Whigney para determinar entre que tratamientos existieron diferencias significativas.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Análisis del primer muestreo

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

En la tabla 1 aparece el análisis estadístico correspondiente al primer muestreo realizado, y se obtiene como resultado que no existen diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos A, B y C, teniendo los tres un comportamiento similar con un número muy bajo de plantas enfermas, estos tratamientos si difieren del testigo en el que fue elevado el número de plantas afectadas.

Tabla 1: Análisis estadístico del primer muestreo

Tratamientos	N	Número de plantas enfermas	Por ciento de plantas enfermas (%)
A	40	4	10 a
B	40	4	10 a
C	40	6	15 a
D	40	26	65 b

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

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Perna (2006), y son el producto de la combinación del uso de *Trichoderma harzianum* en varios momentos antes de la siembra del cultivo, así como de la inmersión de la semilla en una solución de este, lo que propicia su efecto de control sobre *Rhizoctonia solani* kuhn. Coinciden además con Mischike, (1997), quien observó la eficacia antagónica de metabolitos producidos por *Trichoderma spp.*, sobre la inhibición del crecimiento de *Rhizoctonia solani* Kuhn. Influye

además en estos resultados el enriquecimiento del suelo con materia orgánica de origen vacuno descompuesta a una dosis de 20 t/ha, lo que constituye un sustrato que facilita el establecimiento del antagonista en el suelo. Esto corrobora lo planteado por Andreu (2002), quien asegura que en suelos con alto contenido de materia orgánica, se ve favorecido el efecto de control de *Trichoderma harzianum* sobre varios hongos del suelo, estimulándose además su efecto bioestimulante.

#### 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 los tratamientos B y C no tienen diferencias estadísticas entre ellos, difiriendo de los tratamientos A y D. El tratamiento A por su parte difiere del testigo. Estos resultados se basan en el establecimiento que se logra de *Trichoderma harzianum* por el uso e incorporación al suelo de la materia orgánica de origen vacuno a 20 t/ha, así como la realización de tratamientos antes de la siembra al suelo y la inmersión de la semilla, lo que facilita el efecto bioestimulante del biopreparado sobre las plantas.

**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	3.57 <b>b</b>	0.20 <b>a</b>	0.0034 <b>a</b>
B	40	3.82 <b>a</b>	0.20. <b>a</b>	0.0035 <b>a</b>
C	40	3.87 <b>a</b>	0.21 <b>a</b>	0.0033 <b>a</b>
D	40	3.12 <b>c</b>	0.19 <b>b</b>	0.0024 <b>b</b>

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

Estos resultados coinciden con los obtenidos por el IAB (2001), quien refiere que el hongo *Trichoderma harzianum* posee buenas cualidades como control biológico de algunas enfermedades fúngicas y para la estimulación de la germinación de las semillas y el crecimiento de plantas jóvenes.

La altura de la planta no muestra diferencias estadísticas entre los tratamientos A, B y C, los que si difieren del testigo. En estos resultados influyen positivamente los tratamientos empleados unido a la aplicación de materia orgánica la cual además de posibilitar el establecimiento del antagonista en el suelo aporta elementos a la nutrición de las plántulas. Cuando analizamos los resultados obtenidos al evaluar el diámetro del bulbo tenemos un comportamiento similar a la evaluación anterior.

El uso de la materia orgánica como facilitador para el establecimiento del medio biológico en el suelo, es un elemento de importancia en la obtención de estos resultados, unido a los momentos seleccionados para realizar los tratamientos, que permiten que a la hora de la siembra ya esté establecido *Trichoderma harzianum* en el suelo contribuyendo a la disminución de la fuente de inóculo del microorganismo patógeno. 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 del cultivo mejorando de manera general su estado patológico.

## **4.2 Análisis del segundo muestreo**

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

Como se puede observar en la tabla 3:

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

Tratamientos	N	Número de plantas enfermas	Por ciento de plantas enfermas (%)
A	40	6	15 <b>a</b>
B	40	10	25 <b>a b</b>
C	40	12	30 <b>b</b>
D	40	38	95 <b>c</b>

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

El tratamiento A es el de mejor control no difiriendo del B, logrando impedir el progreso de *Rhizoctonia solani* kuhn. El tratamiento A difiere estadísticamente de los tratamientos C y D. Por su parte el tratamiento B no difiere del C y sí del testigo sin tratar.

El número de plantas afectadas en esta etapa pudiera ser mayor, lo que evidencia el buen establecimiento del antagonista en el suelo que mantiene un buen efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn, esto corrobora lo planteado por Hannan, (2001) cuando reasalta la elevada capacidad hiperparásita de *Trichoderma harzianum* que puede utilizarse para combatir *Phytophthora nicotianae*, *Phytophthora capsici*, *Rhizoctonia solani* Kuhn y otros fitopatógenos en condiciones de campo. Coincidimos además con lo planteado por Pérez (2006), quien considera a *Trichoderma harzianum* como un agente de control biológico de patógenos que habitan en el suelo, capaz de evitar infecciones por estos.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Montelongo y Rodríguez (2001) y Meléndrez (2002), quienes disminuyeron la incidencia de la enfermedad a niveles muy bajos con tratamientos a la semilla.

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

De la tabla 4 se obtiene como resultado en cuanto al número de hojas que todos los tratamientos difieren entre sí, teniendo el mejor comportamiento el A. Cuando analizamos la altura de la planta se obtiene como resultado que los

tratamientos A y C manifiestan el mejor comportamiento sin diferencias estadísticas significativas entre ellos, los que si difieren de los tratamientos B y testigo. Por su parte los tratamientos B y C no presentan diferencias entre ellos y si con el testigo. Estos resultados tienen su fundamento en el establecimiento del antagonista en el suelo propiciado con los tratamientos al suelo antes de la siembra, así como con las aplicaciones de materia orgánica a razón de 20 t/ha de origen vacuno, coincidiendo con Mischike, (1997), quien establece una metodología para aplicar el hongo de forma tal que se establezca en el suelo, mediante tratamientos inoculativos a las posturas o semillas antes de la siembra durante 10 a 15 minutos sumergidos en una solución de 20 g/l, además del inundativo donde se "inunda" el suelo con *Trichoderma spp.*, con dos o tres días antes de la siembra facilitando que este se establezca en el suelo y alcance un gran número de propágulos que garanticen no solo el control de la enfermedad sino también controlar todas las estructuras de supervivencia de los fitopatógenos alojados en el suelo.

**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	11.35 a	0.38 a	0.43a
B	40	7.15 b	0.35 b	0.36 b
C	40	9.20 c	0.37a b	0.36 b
D	40	5.25 d	0.22 c	0.22 c
<b>Leyenda:</b> N tamaño de la muestra Letras diferentes difieren para un nivel de 0.05				

El diámetro del bulbo se comporta de la mejor manera en el tratamiento A el que difiere estadísticamente del resto de los tratamientos. Los tratamientos B y C no difieren entre sí, y sí con el testigo, teniendo un comportamiento favorable.

#### 4.3. Consideraciones económicas.

Los costos de producción tradicionalmente del cultivo de la cebolla son muy elevados por el alto número de plaguicidas que emplean, así como por la alta incidencia de plagas y enfermedades y al mal uso de los plaguicidas en sentido general. 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. Se destaca en este trabajo la no utilización de otros plaguicidas. Estos resultados corroboran lo planteado por Meneses (2006), cuando plantea 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 *Rizoctonia solani* kuhn.
- Los tratamientos evaluados tuvieron efecto bioestimulante sobre las plantas.
- Los tratamientos A (se trata el suelo 21, 14 y 7 días antes de la siembra) y B (se trata el suelo catorce y siete días antes de la siembra y un tratamiento a la semilla por inmersión con *Trichoderma harzianum*) fueron los de mayor efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn y mejor efecto bioestimulante en el cultivo.
- El uso de materia orgánica de origen vacuno a 20 t/ha propicia el establecimiento de *Trichoderma harzianum* en el suelo.

## **5.2 RECOMENDACIONES**

- Utilizar los tratamientos A o B en la siembra de cebollas para la obtención de bulbos.
- Utilizar materia orgánica de origen ovino a 40 t/ha antes de realizar los tratamientos recomendados.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- 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.
- 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. 2002.

- 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.
- Cook, M y W. Horne. Insectos y enfermedades del tabaco. Boletín 1. 1905.
- Courrier Agrochem. Control of sheath blight with Monceren. p 12-15. 1998.
- Dshagonia, D. Factors affecting the vertical distribution of *Rhizoctonia solani* with reference to CO<sub>2</sub> concentration. Ann. J., 46:22/25, 10\1980.
- De Nava. Estudio del uso indiscriminado de plaguicidas en Mexico. Disponible en internet: [http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/154/cortinas.html?id\\_pub=154](http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/154/cortinas.html?id_pub=154). (citado el 5 de abril de 2009). 2003.
- 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, JJ. y Brito, MA. 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.
- Folcht, C., Viñas, E.y Barraibar, A. Control de *Sclerotium rolfsii* con *trichoderma* y flutolanil en el cultivo del ajo. IX Congreso Latinoamericano de Fitopatología. Libro de Resúmenes. Uruguay. p. 184. 1997.
- 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.

Kier, A. Agroquímicos. Problemas ambientales. Confinamiento de residuos peligrosos. Impacto de la producción agropecuaria. Plaguicidas. Desecho de productos químicos. [En línea con [html.rincondelvago.com](http://html.rincondelvago.com)]. (Citado el 20 de enero de 2009). Disponible en Internet: <http://html.rincondelvago.com/agroquimicos.html>. 2005.

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/EkEEIuuAEuSTDeomDh.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 Biossay for extracellular Metabolites thar antagonize growth of filamentous fungi. *Plant dis* 80 (8): 503-508. 1997.
- MINAGRI. Producción de bioplaguicidas y capacitación campesina. 1988.
- 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.
- Muñoz, Laura y Prats, A. Investigaciones sobre las variaciones de los rendimientos de la cebolla en Cuba. Editora Academia, 1984.
- 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.
- 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.
- 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.; Gliesman, 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.
- Salvalaggio, A. Caracterización morfológica, por grupos de compatibilidad vegetativa, patogenicidad y AFLP fingerprint de *Fusarium* aislados de ajo y cebolla. Disponible en internet: [http://www.inta.gov.ar/balcarce/ResumenesPG/PGPV2006/julio/PreproyectoSALVALAGGIO\\_Andrea.doc](http://www.inta.gov.ar/balcarce/ResumenesPG/PGPV2006/julio/PreproyectoSALVALAGGIO_Andrea.doc). 2006.
- 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.
- 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 zaeae*. Abstract. Phytopatology 70(6): 572.1980.
- Tsrer, L.; Hazanovski, M; and Erlich. O. Marchitamiento y enfermedades de la raíz de *Asclepias tuberosa* L. 1997.
- 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.