



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: Nelson Pérez Arruebo.

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

Curso 2009– 2010

Año 52 de la Revolución

ÍNDICE

Contenido	Pág.
1. Introducción -----	1
2. Revisión bibliográfica -----	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-----	16
3. Materiales y métodos -----	19
3.1. Tratamientos evaluados-----	19
3.2. Evaluaciones realizadas-----	20
4. Resultados y discusión -----	21
4.1. Análisis del primer muestreo-----	21
4.1.1. Efecto sobre <i>Rhizoctonia solani</i> kuhn-----	21
4.1.2. Evaluación del efecto bioestimulante de <i>Trichoderma harzianum</i>	22
4.2. Análisis del segundo muestreo-----	23
4.2.1. Efecto sobre <i>Rhizoctonia solani</i> kuhn-----	23
4.2.2. Evaluación del efecto bioestimulante de <i>Trichoderma harzianum</i>	24
4.3. Consideraciones económicas-----	25
5. Conclusiones y recomendaciones -----	27
5.1. Conclusiones-----	27
5.2. Recomendaciones-----	28
6. Referencias bibliográficas	

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 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 vacuno descompuesto a razón de 40 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 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 vacuno a 40 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 40 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 40 the t is the biocontrol's establishment makes easy in the ground.

1. INTRODUCCIÓN

El cultivo de la cebolla en nuestro país se ha extendido en la actualidad 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.

En la provincia de Sancti Spíritus la mayor producción se obtiene en la zona de Banao, aunque existen otras zonas de producción como Taguasco y Cabaiguán, se destaca como dato de interés que el sector campesino es quien en estos se encarga de la siembra de la totalidad del cultivo en la provincia.

Este cultivo es atacado por numerosas plagas que en determinados momentos constituyen verdaderas amenazas para la obtención de una producción final, se destacan entre ellos el minador de la hoja *Liriomyza trifolii* Burgués in Comstock, el piojillo *Trips tabaci* Lindeman, el gusano verde *Spodoptera exigua*, la mancha púrpura *Alternaria porri.*, la pudrición del pie ocasionada por *Rhizoctonia solani* kuhn y otras afectaciones del pie de la planta ocasionadas por patógenos como *Pyrenochaeta terrestres* y *Fusarium oxisporun f.sp. cepae.*

Por tal motivo resulta importante observar las plagas que se presentan en el cultivo 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, estos 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.

El control biológico de enfermedades es una vía que soluciona los problemas antes mencionados, logrando prevenir peligrosas enfermedades producidas principalmente por hongos del suelo, sobre las cuales el empleo de *Trichoderma harzianum* es muy efectivo, teniendo un marcado efecto estimulante sobre el crecimiento de las plantas.

Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, y se presenta en diferentes zonas y hábitat, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos, especialmente en aquellos que son atacados por otros hongos. Su desarrollo se ve favorecido por la presencia de altas densidades de raíces, las cuales son colonizadas rápidamente por estos microorganismos. Esta capacidad de adaptación a diversas condiciones medioambientales y sustratos le confieren a *Trichoderma* la posibilidad de ser utilizado en diferentes suelos, cultivos, y procesos tecnológicos.

Trichoderma harzianum tiene diversas ventajas como agente de control biológico, pues posee un rápido crecimiento y desarrollo, también produce una gran cantidad de enzimas, inducibles con la presencia de hongos fitopatógenos. Puede desarrollarse en una amplia gama de sustratos, lo cual facilita su producción masiva para uso en la agricultura. Su gran tolerancia a condiciones ambientales extremas y hábitat, donde los hongos son causantes de diversas enfermedades, le permiten ser eficiente agente de control; de igual forma pueden sobrevivir en medios con contenidos significativos de pesticidas y otros químicos. Además su gran variabilidad se constituye en un reservorio de posibilidades de control biológico bajo diferentes sistemas de producción y cultivos.

Trichoderma harzianum, toma nutrientes de los hongos, a los cuales degrada, y de materiales orgánicos ayudando a su descomposición, por lo cual las incorporaciones de materia orgánica y compostaje lo favorecen; también requiere de humedad para poder germinar, la velocidad de crecimiento de este organismo es bastante alta, por esto es capaz establecerse en el suelo y controla las enfermedades.

El género *Trichoderma* es el hongo beneficioso, más versátil y polifacético que abunda en los suelos. No se conoce que dicho microorganismo sea patógeno de ninguna planta; sin embargo, es capaz de parasitar, controlar y destruir muchos hongos, nemátodos y otros fitopatógenos, que atacan y destruyen muchos cultivos; debido a ello, muchos investigadores le llaman el hongo hiperparásito. Ello convierte a este género en un conjunto de especies importantes en los suelos y cultivos de gran valor agrícola.

Trichoderma harzianum es utilizado para el control de los hongos del suelo donde *Rhizoctonia solani* kuhn, es uno de sus víctimas, impidiendo su desarrollo a niveles altos, este patógeno constituye una de las principales amenazas para el cultivo de la cebolla en la provincia de Sancti Spíritus, tomando especial importancia la dispersión del cultivo en el territorio el ha sido aceptado en el municipio 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 la presencia de *Rhizoctonia solani* kuhn provocando afectación radical y pudrición de los bulbos, por lo que se determina la problemática a resolver consistente en:

¿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. La planta de la cebolla contiene esencias volátiles sulfurosas que le confieren el sabor picante característico; uno de los componentes de estas esencias se disuelve con rapidez en agua y produce ácido sulfúrico; éste puede formarse en la película lacrimal que recubre el ojo, y por eso 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 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 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. 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.

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).

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.

La reducción de agentes nocivos es otro beneficio que aporta la cobertura. El arroje reduce enfermedades de los cultivos al reducir la cantidad de salpicaduras, influyendo en el contenido de humedad y temperatura del suelo y ayudando a la actividad microbiana que suprime patógenos (Thurston, 1994).

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*). Esta enfermedad puede

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

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).

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:

Reino: *Myceteae*.

División: *Amastigomycota*.

Subdivisión: *Deuteromycotina*.

Clase de forma: *Deuteromycetes*.

Orden de forma: *Agonomycetales*.

Género: *Rhizoctonia*.

Especie: *Rhizoctonia solani* Kuhn.

Según Carone Dede (1986).

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 solani*. Tiene como estado perfecto *Thanatephorus cucumeris* que pertenece a la Clase *Basidiomycetes*. Además Herrera (1989), 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, fríjol, 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, 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.

Según Herrera (1989) los factores del ambiente tienen un efecto importante sobre este grupo de patógenos, destacando el efecto de la temperatura sobre *Rhizoctonia solani*, lo que ha sido objeto de muchos estudios realizados por varios investigadores.

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, la 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.

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, 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, (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 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 *Tolyocladium*. 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 microparásito o saprofito 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 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).

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 1.0×10^8 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.*, son muy efectivos 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 spp* 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 suelos 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 descontinuar 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 desarrolló en la Granja de autoconsumo de la Unidad Empresarial de Base (UEB) Transporte del Complejo Agrindustrial (CAI) Arroceros Sur del Jíbaro, perteneciente al municipio de La Sierpe, sobre un suelo cambisol ferralítico amarillento con un bajo porcentaje de materia orgánica (2%), utilizando la variedad de cebolla Caribe 71. La semilla utilizada tuvo su origen en la zona de Banao, y se utiliza 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 6 kg/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 40 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

Se aplicó materia orgánica en una segunda ocasión donde se empleó 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.

Para el procesamiento estadístico de los datos correspondientes a las evaluaciones de laboratorio, sobre las afectaciones producidas por *Rhizoctonia solani* kuhn, se utilizó 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 qué 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 se puede observar que el tratamiento B muestra los mejores resultados, difiriendo estadísticamente del resto de los tratamientos. Los tratamientos A y C alcanzan también buenos resultados en supresión de *Rhizoctonia solani* kuhn difiriendo de los tratamientos A y testigo. 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, lo que propicia su establecimiento, cuestión esta que es favorecida por la incorporación al suelo de materia orgánica de origen vacuno a 40 t/ha. Esto coincide con lo planteado por Andreu (2002), cuando se refiere al buen efecto de *Trichoderma harzianum* en suelos con alto contenido de materia orgánica.

Tabla 1: Análisis estadístico del primer muestreo

Tratamientos	N	Número de plantas enfermas	Por ciento de plantas enfermas (%)
A	40	6	15 b
B	40	1	2.5 a
C	40	6	15 b
D	40	24	60 c

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

Se corrobora además lo planteado por Vásquez (2007), quien plantea que es de vital importancia la incorporación de materia orgánica a los suelos, lo que contribuye a mejorar el estado fitosanitario del 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 los tratamientos A, B y C no tienen diferencias estadísticas entre ellos, difiriendo a su vez del tratamiento 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 40 t/ha, así como a 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, coincidiendo estos resultados con los obtenidos por Batallanos (1997), quien usando diferentes dosis de materia orgánica, logró incrementos de rendimiento y disminución de las pudriciones radicales por diferentes hongos del suelo.

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	3.00 a	0.21 a	0.0002 a
B	40	3.00 a	0.20 a	0.0002 a
C	40	3.00 a	0.21 a	0.0005 a
D		2.01 b	0.16 b	0.0001 a

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. Un

comportamiento similar manifiestan las evaluaciones correspondientes a la altura de la planta, atribuyéndose esto de igual forma al buen establecimiento logrado con los tratamientos evaluados. Cuando observamos el análisis estadístico correspondiente al diámetro de los bulbos se obtiene como resultado que no existen diferencias estadísticas entre ninguno de los tratamientos evaluados incluyendo el testigo. Estos resultados tienen su basamento en un aumento de la densidad de siembra que ocurrió al montar este experimento, lo que influye en un alargamiento de las plantas y en el entalle progresivo de esta, que impide el desarrollo de los bulbos.

4.2 Análisis del segundo muestreo

4.2.1 Efecto sobre *Rhizoctonia solani* kuhn.

Como se puede observar en la tabla 3 todos los tratamientos tienen un comportamiento similar excepto el testigo, no existiendo diferencias entre los tratamientos A, B y C los que difieren del tratamiento A. En este experimento donde la densidad de siembra fue alta, lo que constituye una condición que favorece la enfermedad producida por *Rhizoctonia solani* kuhn, se observa como el número de plantas enfermas en los tratamientos A, B y C es muy bajo, poniéndose de manifiesto que *Trichoderma harzianum* tuvo un buen establecimiento en el suelo al que se le incorporó materia orgánica de origen vacuno a una dosis de 40 t/ha y que los tres tratamientos propiciaron este comportamiento. Esto corrobora lo planteado por Durán (2003), cuando refiere que *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, que favorecen el crecimiento de la planta.

Tabla 3: Análisis estadístico del segundo muestreo

Tratamientos	N	Número de plantas enfermas	Por ciento de plantas enfermas (%)
A	40	2	5 a
B	40	2	5 a
C	40	2	5 a
D	40	34	85 b

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

El número de plantas afectadas en esta etapa pudiera ser mayor, lo que evidencia el efecto antagónico de *Trichoderma harzianum* en el suelo que mantiene un buen efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Montelongo y Rodríguez (2001) y Meléndrez (2002), quienes en este propio cultivo lograron disminuir 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 el tratamiento A tiene un mejor comportamiento, difiriendo estadísticamente de los tratamientos B, C y D. Los tratamientos B y C no difieren entre sí y a su vez difieren del testigo. Cuando analizamos la altura de la planta se obtiene como resultado que los tratamientos B y C manifiestan el mejor comportamiento sin diferencias estadísticas significativas entre ellos, los que si difieren de los tratamientos A y testigo. Por su parte los tratamientos A y D no presentan diferencias entre ellos. Estos resultados tienen su fundamento en el establecimiento del antagonista en el suelo lo que es favorecido con los tratamientos al suelo antes de la siembra, así como con las aplicaciones de

materia orgánica a razón de 40 t/ha de origen vacuno, coincidiendo con Batallanos (1997), quien usando diferentes dosis de materia orgánica, logró incrementos de rendimiento y disminución de las pudriciones radicales por diferentes hongos del 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	12.00 a	0.34 b	0.0044 a
B	40	8.87 b	0.37 a	0.0041 b
C	40	8.80 b	0.37 a	0.0040 b
D	40	6.45 c	0.30 c	0.0031 c
Leyenda: N tamaño de la muestra Letras diferentes difieren para un nivel de 0.05				

El diámetro del bulbo tiene el mejor comportamiento en el tratamiento A, quién difiere de los tratamientos restantes. Los tratamientos B y C no difieren entre sí corroborando lo planteado por Hannan (2001), quien 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.

4.3. Consideraciones económicas.

Los costos de producción 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.

Es meritorio apuntar que las grandes industrias de plaguicidas se concentran en las ciudades, liberando una gran cantidad de gases contaminantes y tóxicos que van a parar a la atmósfera, los cuales tienen un impacto notable sobre la capa de ozono y la población que habita en esos lugares (Alonso, 2007).

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, esto permite además la sustitución de importaciones de plaguicidas cuyos costos no puede asumir nuestro país. 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

- Los tratamientos evaluados tuvieron efecto represor sobre *Rhizoctonia solani* kuhn con buen 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 mejor efecto bioestimulante en el cultivo.
- El uso de materia orgánica de origen vacuno a 40 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 vacuno a 40 t/ha antes de realizar el tratamiento recomendado.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Alonso, J. J. El empleo correcto de plaguicidas en la agricultura. [En línea] www.asajacyl.com. Disponible en Internet: http://www.asajacyl.com/medioambiente/inf_medioambiental.shtml?idboletin=1526&idseccion=8135&idarticulo=36108. 2007. (Citado 15 de abril de 2009).
- Andreu, C. Efecto bioestimulante de cepas de *Trichoderma* en cultivos económicos de Cuba. 2002.
- Altieri, M. Ecología y Manejo de las enfermedades de las plantas. Módulo II, agroecología: 40-48. 1996.
- 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.
- 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.
- Durán, E.; Robles, F.; Martínez, JJ. y Brito, MA. *Trichoderma* Un hongo combatiente de patógenos. (En línea con 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. 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.

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. 2007.

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

2001.

Herrera, L. Fitopatología general. 1994.

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

Huber, D.M. and R. D. Watson. Effect to organic amendment on soil borne plant pathogens. *Phytopathology* 60: 22-26, 1970.

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. 2001.

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/EXPORCEBOLLAaMERCOSURyUE.htm>. 2004.

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]. (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.

MINAGRI. Producción de bioplaguicidas y capacitación campesina. 1998.

Mischike, S. A. Quantitative Bioassay for extracellular Metabolites that antagonize growth of filamentous fungi. *Plant Dis* 80 (8): 503-508. 1997.

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.

Muños, L. Investigaciones sobre las variaciones en los rendimientos de la Cebolla en Cuba. Ed. Acc. Habana. Pág. 1-2. 1984.

Nivia, Elsa. Degradación de suelos por el uso de plaguicidas. [En línea con 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. 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^{ra} Ed. CEDAR (Centro de estudio de desarrollo Agrario y rural). Editorial Félix Varela. Ciudad de La Habana, Cuba. pp 210-213. 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.
- 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. 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.
- 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.
- 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.
- Thurston, D. H, Margaret Smith, B. Abawi y S. Kearl (Eds.). Tapado, los Sistemas de Siembra con Cobertura. CIIFAD, Cornell University, Ithaca, New York. 145-55. 1994.

- 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 Leaves*. Eds. Andrews, J. H. and Hirano. S. Springer Verlag. 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.
- Villegas, L. Uso de plaguicidas en Cuba, su repercusión en el ambiente y la salud. *Rev Cubana Aliment Nutr*; 11(2):111-116. 2000.

