

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Tratamientos Químicos y Biológicos en el Control de Enfermedades de la Raíz
de la Cebolla (*Allium cepa* L.) y su Efecto en la Producción**

Por:

MARCO ANTONIO ROSAS VÁZQUEZ

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Buenavista, saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2009

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

"ANTONIO NARRO"

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Tratamientos Químicos y Biológicos en el Control de Enfermedades de la Raíz
de la Cebolla (*Allium cepa* L.) y su Efecto en la Producción

PRESENTADA POR:

MARCO ANTONIO ROSAS VÁZQUEZ

TESIS

Que somete a consideración del H. Jurado Examinador como requisito
parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

Presidente del jurado

Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo

Sinodal

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Sinodal

M.C. Alfonso Rojas Duarte

Sinodal Suplente

Dr. Mariano Flores Dávila

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

Coordinación

División de Agronomía

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2009

AGRADECIMIENTOS

A DIOS PADRE de todos nosotros por darme la vida, el tiempo la virtud y paciencia de lograr terminar la carrera, por guiarme en cada momento de mi vida y ser la luz que ilumina mi camino día a día, gracia por permitirme lograr uno de los tantos sueños anhelados que me propuse en la vida gracias dios padre.

A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

De la cual me siento orgulloso de ser parte de ella y darme la oportunidad de formarme como profesionista, brindarme lo mejor y contemplarme en su lecho acogedor gracias mi querida ALMA TERRA MATER.

AL Dr. FCO. DANIEL HERNADEZ CASTILLO. Por su valiosa contribución y aportaciones en la asesoría y revisión de la tesis profesional, por el apoyo brindado a mi persona para lograr este tan valioso trabajo.

AL Dr. GABRIEL GALLEGOS MORALES. Por sus conocimientos aportados para así lograr la elaboración de este majestuoso trabajo.

AL M. C. ALFONSO ROJAS DUARTE. Por el apoyo que me brindo para la realización de este trabajo, sin olvidar los consejos llenos de sabiduría para lograr el éxito personal que se persigue.

AL M. C. EDUARDO OSORIO quien siempre tuvo la disponibilidad de brindarme el apoyo y la amistad necesaria para que este trabajo se lograra, un buen amigo un buen colega valioso.

A MIS MAESTROS. Que día con día compartieron sus conocimientos con todos y cada uno de nosotros. Los cuales son fundamentales para desempeñarse en el ámbito profesional.

A GREENCORP BIORGANIKS. Gracias por su disponibilidad y apoyo del material para le elaboración del experimento en campo, a sus colaboradores e instalaciones de trabajo. Siendo esta una empresa dedicada a la investigación y aportaciones para el campo agrícola nacional y mundial.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

JUAN EVODIO ROSAS MENTADO

Y

ERNESTINA VÁZQUEZ MORALES

Por darme la vida, por el gran apoyo que me han brindado para terminar la carrera y llenar mi vida de cariño, amor, confianza y comprensión. Gracias por creer en mí, los amo, son mi orgullo, mi fuerza para seguir por el camino de la vida. Sé que no hay palabras para agradecer todo lo que han hecho por mi dios los bendiga.

A MIS HERMANOS

FRANCISCO JAVIER Y LUCERO

ANA LAURA Y JOSE GARCIA

ROSA MARIA

JUANITA

Por su apoyo incondicional, su motivación y confianza que me brindaron para terminar mis estudios profesionales y por estar a mi lado los adoro de todo corazón.

A MIS SOBRINOS

JOSE JUAN

Y

EDUARD

A quienes adoro y quiero mucho por la gracia y dulzura que emiten al estar a su lado.

A MIS ABUELITOS

LEOVIGILDA VALENTIN y SILVERIA

Quienes hicieron de mi una persona comprensiva, humilde y responsable, que cada día me guiaron por el buen camino de la vida para lograr ser un nieto lleno de felicidad y alegría gracias los adoro y quienes ya no están que dios los tenga en su gloria y quien si está con nosotros que dios la bendiga.

A MIS TRES GRANDES AMORES QUIENES ME LLENARON DE FELICIDAD.

JAQUELINE CATILLO P.

MARCO ERICK Y MARCO RUBEN ROSAS C.

Ella mi gran amor que siempre ha estado a mi lado brindándome su apoyo cariño y amor a manos llenas, Y mis hermosos gemelos que amo con todo mi ser que son el motor que me da fuerza para seguir adelante con mis sueños y anhelos.

A MIS TIOS Y TIAS

MARGARITO DE JESUS

VERONICA, MARTHA, GUADALUPE, DELFINA,

PEDRO

AURELIA, FELIZ,

ERNESTO

PORFIRIO

Por su apoyo incondicional me brindaron, por sus palabras de aliento importantes para poder realizar este sueño. Por su amistad y su apoyo que me han brindado durante todo este tiempo.

A MIS PRIMOS (A): Ma. D JESUS, VALENTIN, CARLOS, JIOVANI, MAX, JOSE L, por ser una motivación muy grande, por todos esos momentos de alegría que me brindaron.

A TODOS MIS AMIGOS (AS) Y COMPAÑEROS DE GENERACION: ROBERTO, HECTOR, PANCHO, MIGUEL, VICENTE, OSCAR, PABLO, SALVADOR, RODRIGO, FRANCISCO B., KURY, ABEL, EDUARDO, OLGA, KARLA, SHIRLEY, ETC. Quienes han sido parte de mi vida, con quien he vivido grandes experiencias. Gracias por estar presentes demostrándome su apoyo y amistad.

NDICE DE CONTENIDO

	Paginas
INDICE DE CUADROS.....	XI
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE.....	XII
INDICE DE TABLAS.....	XV
INDICE DE FIGURAS.....	XVI
RESUMEN.....	XVII
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo general.....	2
Hipótesis	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Cultivo de Cebolla	3
Generalidades del cultivo	3
Clasificación taxonómica.....	3
Descripción Botánica	3
Raíz	4
Tallo verdadero.....	4
Falso tallo	4
Bulbo.....	4
Tallo floral	4
Hojas.....	5
Inflorescencia y flor	5
Fruto	5

Semilla	5
Requerimientos de clima para su óptimo desarrollo	6
Requerimientos edáficos para el cultivo.....	7
Potencial de hidrogeno (pH).....	7
Salinidad	7
Riegos.....	8
Fertilización	8
Control de malezas	9
<i>Fusarium oxysporum</i>	9
Podredumbre basal por <i>Fusarium</i>	9
Síntomas.....	10
Etiología y Morfología	10
Diseminación.....	10
Ciclo de la Enfermedad y epidemiología	10
Métodos de Control de Pudriciones Radiculares en el Cultivo de Cebolla.....	11
Control Cultural.....	11
Control Físico.....	11
Control Genético	11
Control Químico.....	11
Control Biológico.....	12
Antecedentes del Control Biológico	12
<i>Bacillus subtilis</i>	13
Habitat	13
Características morfológicas.....	13

Fisiología	13
Antagonismo de <i>Bacillus subtilis</i>	14
Control biológico con <i>Bacillus subtilis</i>	14
<i>Trichoderma sp.</i>	15
Morfología.....	15
Taxonomía.....	15
Hábitat	16
Mecanismos de Acción Antifúngica	16
Competencia por Nutrimentos	16
Antibiosis	17
Micoparasitismo	17
Producción de Compuestos Volátiles	17
Control Biológico con <i>Trichoderma sp.</i>	18
MATERIALES Y METODOS	19
Ubicación del Experimento	19
Características del Área Experimental.....	19
Material Vegetativo	21
TECTO® 60	21
Best.....	21
Información general	21
Análisis del producto.....	22
Dosis de aplicación	22

Beneficios	22
Best Ultra S	22
Información general	22
Análisis del producto	23
Dosis de Aplicación.....	23
Beneficios	23
Producción de Cebollín	23
Establecimiento del Experimento	24
Preparación del Terreno	25
Trasplante de Cebollín	25
Tratamientos	25
Testigo Absoluto.	26
Best.....	26
Best Ultra “S”	26
Best + Tiabendazol	26
Tiabendazol	27
Manejo del Experimento	27
Preparación del Terreno	27
Riego	27
Fertilización.....	27
Labores Culturales.....	28
VARIABLES EVALUADAS	28
Altura de la planta	28

Diámetro del tallo	28
Incidencia de la Enfermedad	28
Diámetro Total de Bulbo	29
Peso de Bulbo en gramos.....	29
RESULTADOS Y DISCUSION	30
Altura de planta a los 30 días después del trasplante (ddt).	30
Efecto Fitotoxico a los 30 ddt	30
Altura de planta a los 60 ddt.....	30
Efecto Fitotoxico a los 60 ddt	31
Altura de planta a los 90 ddt.....	31
Efecto Fitotoxico a los 90 ddt	32
Diámetro de Tallo de Plantas a los 30 Días Después del Trasplante (ddt)	33
Diámetro de tallo de Plantas a los 60 ddt.....	33
Diámetro de Tallo de Plantas a los 90 ddt.	34
Peso Fresco de Bulbos de Cebolla en la Cosecha	35
Diámetro del Bulbo de Cebolla a la Cosecha.....	37
Incidencia de la Marchites de Plantas por <i>Fusarium</i> a la Cosecha.....	39
CONCLUSIONES	41
LITERATURA CITADA.....	42
APENDICE	47

INDICE DE CUADROS

CUADRO	Página
1. Altura de planta a los 30 días después de la siembra.....	30
2. Altura de planta a los 60 días después de la siembra.....	31
3. Altura de planta a los 90 días después de la siembra.....	31
4. Diámetro de tallo de planta a los 30 días después de la siembra.	33
5. Diámetro de tallo de planta a los 60 días después de la siembra.	34
6. Diámetro de tallo de planta a los 60 días después de la siembra.	34
7. Peso fresco promedio del bulbo de cebolla a la cosecha.	36
8. Diámetro del bulbo de cebolla a la cosecha.....	38
9. Incidencia de marchites por <i>Fusarium</i> en plantas de cebolla a la cosecha.	40

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

CUADRO	Pagina
1A. Altura de planta de cebolla expresada en cm a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos para el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	48
2A. Análisis de varianza de altura de planta de cebolla a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos para el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	48
3A. Diámetro del tallo de planta de cebolla expresada en cm a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	49
4A. Análisis de varianza del diámetro de tallo de planta de cebolla a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	49
5A. Altura de planta de cebolla expresada en cm a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	50
6A. Análisis de varianza de altura de planta de cebolla a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	50

Pagina

7A.	Diámetro del tallo de planta de cebolla expresada en cm a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	51
8A.	Análisis de varianza del diámetro del tallo de planta de cebolla a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	51
9A.	Altura de planta de cebolla expresada en cm a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	52
10A.	Análisis de varianza de altura de planta de cebolla a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	52
11A.	Diámetro del tallo de planta de cebolla expresada en cm a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	53
12A.	Análisis de varianza de diámetro del tallo de planta de cebolla a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	53
13A.	Diámetro total de bulbos de cebolla expresada en cm en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.	54

Pagina

- 14A. Análisis de varianza de diámetro total de bulbos de cebolla en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.54
- 15A. Peso fresco de bulbos de cebolla expresada en g en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.55
- 16A. Análisis de varianza de peso fresco de bulbos de cebolla en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de enfermedades de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.55

INDICE DE TABLAS

TABLA		Página
1.	Principales Variedades de Híbridos de Cebolla	7
2.	Fertilización recomendada en tres zonas importantes productoras de cebolla	8
3.	Datos climatológicos observados en la estación: San Luis Tehuiloacán - Municipio: San Andrés Cholula, en el año 2009.....	20
4.	Distribución de los tratamientos en campo.	24
5.	Tratamientos y dosis empleadas para estudiar la efectividad biológica de los fungicidas biológicos y químicos para el control de <i>F.oxysporum</i> en el cultivo de cebolla.	25

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pagina
1.	Geografía de la localidad donde se puso el ensayo.	19
2.	Cosecha de los bulbos de Cebolla a los 90 días después de la siembra (a), plantas tratadas con Best UltraS (b) y Plantas Testigo (c)	37
3.	Aspecto del tamaño de diámetro de bulbo de cebolla cosechado, Testigo (T1), Best Ultra S (T3).	38
4.	Aspecto del diámetro de bulbos de cebolla cosechadas, Testigo (T1), Best Ultra S (T3),	39

RESUMEN

El cultivo de cebolla en México es considerado importante dado que forma parte esencial de la canasta básica de alimentos en los hogares de nuestro país, además cuenta con propiedades medicinales y sensoriales. La superficie sembrada nacional en 2008 fue de 43,614.12 ha con un rendimiento 29.12 ton/ha. La producción de dicho cultivo se limita principalmente por el ataque de fitopatógenos causantes de la pudrición radicular, este problema se ha venido controlando mediante el uso de productos químicos dando un bajo control, mas sin embargo el uso excesivo de estos productos ha causado problemas nocivos a los consumidores, además de la contaminación al medio ambiente, la fauna, y los mantos freáticos. Ante estos problemas se ha optado por tomar medidas que causen el menor daño posible, siendo el control biológico una alternativa eficaz y potencial en el control de fitopatógenos utilizando bacterias y hongos antagónicos promotores de crecimiento, logrando alimentos libres de residuos tóxicos.

Con la finalidad de observar el efecto que realizan los productos biológicos (Best, y Best Ultra S) en el cultivo de cebolla, se dio un primer tratamiento con los productos a evaluar respectivamente en el momento del trasplante, posteriormente se realizaron aplicaciones de los productos a los 30, y 60 días después del trasplante con dosis recomendadas en las etiquetas de los productos en campo, estos tratamientos fueron comparados con un producto químico (Tiabendazol) y un testigo absoluto. Se midieron las variables altura de planta, diámetro de tallo, peso fresco, diámetro de bulbo e incidencia de la enfermedad. El experimento fue evaluado bajo el diseño bloque al azar con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS System versión 9.0, y se utilizo la prueba de comparación de medias de Tukey con $\alpha=0.05$ de probabilidad, para diferenciar los tratamientos.

La altura de la planta fue superior en los tratamientos Best Ultra S con 59.00 cm y el menor fue el testigo con 43.50 cm a los 90 ddt. En cuanto a Best y la mezcla entre productos biológicos y químicos (Best y Tiabendazol) fueron estadísticamente similares, pero diferentes con el testigo. De tal modo que en el análisis de varianza detecto diferencia estadística entre los tratamientos.

El mayor diámetro del tallo se observo en los tratamientos Best Ultra S con 2.31 cm y Best con 2.11 cm, siendo de menor diámetro el testigo con 1.56 cm. Para peso fresco se determino que los tratamientos que obtuvieron un mayor peso fueron Best Ultra S con 262.13g, y Best con 143.25 g, el de menor peso fue el testigo con 150.50 g. En cuanto al diámetro total del bulbo de acuerdo a la prueba de medias se determino que el tratamiento Best Ultra S demuestra el mayor diámetro con 8.09 cm en comparación con el testigo con 6.81 cm. La menor incidencia de marchites de las plantas por *Fusarium oxysporum* se observo en el tratamiento con Best Ultra S minimizando el porcentaje hasta un 100%, seguido por el tratamiento Best con 63% menos de incidencia que el testigo absoluto.

Los tratamientos con productos biológicos muestran un desarrollo fenológico mayor en el cultivo de cebolla, contrariamente a lo que demostró el tratamiento químico y el testigo. Remarcando que el tratamiento con Best Ultra S es quien sobresale en todas las variables evaluadas en el experimento

Palabras clave: cebolla, pudrición de raíces, *Bacillus*, *Fusarium*.

INTRODUCCIÓN

La cebolla (*Allium cepa* L.) perteneciente a la familia de las liliáceas, es originaria de Asia Central. Sus formas primitivas todavía se encuentran silvestres en Irán, Turkmenia, Afganistán y las montañas de Altay (Siberia), actualmente la cebolla se cultiva en muchos países y se usa en gran escala como condimento, y es objeto de un comercio internacional muy activo (Porcuna, 2006).

México cuenta con una de las mayores superficies de cultivo de cebolla en el mundo, superando incluso a Corea, Japón, y China, que se encuentran entre los principales productores de bulbo. En nuestro país el cultivo de cebolla es importante ya que además de cubrir la demanda nacional produce divisas, producto de las exportaciones que se realizan a otros países, principalmente a los Estados Unidos de Norte América (Rivera, 2006).

En México durante el año 2008 se sembraron 43,614.12 ha, de las cuales fueron cosechadas 42,802.65 ha con una producción total de 1,246,200.92 ton, dando un rendimiento promedio de 29.12 ton/ha. Los estados con mayor producción fueron: Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Guanajuato, Puebla, Morelos, Jalisco, Michoacán y Sonora (SIAP-SAGARPA, 2008).

En México la producción de hortalizas es una de las actividades agrícolas más importantes, siendo una fuente de trabajo y de ingresos para el bien estar social, además de la obtención de divisas generadas por las exportaciones diferentes países; sin embargo también se tienen barreras que impiden el desarrollo satisfactorio en la producción, entre estas se tienen las ocasionadas por diferentes agentes patógenos que inducen pérdida de cosechas o de la calidad de estas.

En este sentido la podredumbre basal, asignada comúnmente al hongo *Fusarium oxysporum* Schlechtend. Fr. f. sp. *cepae* (Hans y Snyder) y más recientemente a *Fusarium proliferatum* (Toit et al., 2003; Valdez y Marini, 2005), es una enfermedad de raíz y de bulbo que se presenta en cebollas de zona templada y subtropicales (Brayford, 1996). El hongo invade la planta a través de las raíces y del

disco basal vía suelo. La enfermedad progresa de una decoloración suave del disco basal a una necrosis total con la muerte de hojas y eventualmente la planta entera, causando pérdidas superiores al 25% (Lacy y Roberts, 1982)

Durante mucho tiempo se han utilizado agroquímicos para el control de plagas y patógenos de plantas, los cuales han logrado el control de estos y estabilización de los cultivos. Sin embargo, la utilización de estos productos ha provocado serios problemas ecológicos; es conocido que los plaguicidas saturan los suelos para cultivo, se infiltran y llegan a contaminar los mantos freáticos, ocasionando problemas al ecosistema (Pantoja, 2009).

Una alternativa favorable para disminuir la contaminación ocasionado por el uso de productos químicos en el manejo de fitopatógenos, es la utilización de microorganismos antagonicos, como las bacterias del genero *Bacillus* que son consideradas las más eficaces por sus propiedades de inhibición de patógenos de raíces así como en la promoción del crecimiento de las plantas, induciendo a una mayor producción; dada la gran diversidad y las potencialidades tanto en el suelo como en la rizósfera, se considera a este microorganismo como un colonizador eficaz. Por tal motivo, el uso de rizobacterias para el control biológico provee una herramienta potencial en el control de fitopatógenos (Virgen *et al.*, 1997).

Objetivo general

Determinar la respuesta de los biofungicidas Best y Best ultra S sobre el control de agentes fitopatogenos, causantes de la pudrición de la raíz de la cebolla (*Allium cepa L.*), y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Hipótesis

Los fungicidas biológicos Best y Best ultra S serán eficaces para el control de la pudrición de raíz en el cultivo de cebolla (*Allium cepa L.*), además de inducir un mejor desarrollo de la planta y de su rendimiento.

REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo de Cebolla

Generalidades del cultivo

La cebolla (*Allium cepa L.*) es un cultivo que se desarrolla bien en condiciones de baja humedad relativa, alta insolación y bajo suministro de agua, se dice que este bulbo es cultivado en América desde 1630, y actualmente se produce en todo el continente. La cebolla se produce como hortaliza verde y en fresco (en cebollín o de bulbo), condimento, deshidratada e incluso como uso medicinal (Fernández, 2008).

Clasificación Taxonómica

La ubicación taxonómica de la cebolla (*Allium cepa L.*) según Cronquist (1977), es la siguiente:

Reino.....Vegetal

Subreino.....Embruobionita

División.....Anthophyta

Subdivisión.....Angiospermae

Clase.....Monocotyledonae

Subclase.....Carolliferae

Orden.....Liliflora

Genero.....*Allium*

Especie.....*cepa*

Descripción Botánica

La cebolla (*Allium cepa L.*) es una planta herbácea bianual, que completa su ciclo en dos años, pero se cultiva como anual para la obtención de bulbos (Castell y Díez, 2000).

Raíz

El sistema radicular es de tipo fasciculado, capaz de llegar hasta unos 60 cm de profundidad, aunque normalmente no pasa los 20 cm. Las raíces son tiernas, finas, poco divididas, bien provistas de pelos radicales, en el tercio medio inferior es de color blanco, con el típico olor a sulfuro de alilo que impregna toda la planta (Castell y Díez, 2000).

Tallo Verdadero

Es de carácter hipogeo, posición erecta consistencia herbácea y carnosa, con una duración anual; muere al finalizar el periodo vegetativo de la planta. El tallo verdadero se constituye en el plato o disco o base del bulbo con una longitud de 0.5 a 1.5 cm y un diámetro de 1.5 a 2.0 cm (Garza, 1985 citado por Pérez *et al.*, 1998).

El tallo está representado por el disco subconico, que presenta la base del bulbo, con entre nudos muy cortos, en el cual se inserta el sistema radicular fasciculado por la parte inferior y las hojas carnosas que conforman el bulbo por la parte superior (Castell y Díez, 2000).

Falso Tallo

Tal como lo señala Garza (1985) citado por Pérez *et al.* (1998), la porción conocida como falso tallo se constituye por un conjunto de vainas cilíndricas que forman parte del follaje de la planta. Cuando una nueva hoja es generada esta pasa por la vaina de la hoja próxima anterior de manera tal que las vainas quedan una dentro de la otra y así sucesivamente hasta formar entre ellas el falso tallo; el cual, por lo general, presenta en casi todo el periodo vegetativo una posición erecta.

Bulbo

El bulbo está formado por hojas modificadas llamadas “escamas” cuyo tamaño, diámetro y desarrollo dependen específicamente del foto periodo y del cultivar que se trate (Valadez, 1997).

Tallo Floral

El tallo floral generalmente es de color verde, de posición erguida, de consistencia herbácea, lisa, ahuecado y con la porción del tercio inferior ensanchada;

por lo común esta parte de la planta sobresale al follaje llegando a alcanzar una altura de 0.6 a 1.5 m (Garza, 1985 citado por Pérez *et al.*, 1998).

Hojas

La hoja consta de dos partes bien diferenciadas: parte basal o vaina envolvente y parte superior (peciolo ensanchado sin verdadero limbo) redondeada y hueca (típico de *Allium cepa*), las hojas están dispuestas sobre el disco o tallo en disposición opuesta. Cada nueva hoja sale a través de un orificio que se abre en el punto de unión de la vaina y el limbo o filodio de la hoja anterior, de modo que cada vaina envuelve a todas las que nacen después. Las vainas de las hojas exteriores se mantienen membranosas, escamosas, actuando como protectoras (túnicas) de color blanco, verdoso, amarillo, cobrizo, rojizo o morado (Castell y Díez, 2000).

Inflorescencia y Flor

La inflorescencia es una umbela simple que se forma al final del vástago o tallo floral, esta puede alcanzar una longitud de hasta 1.5 m estos tallos florales se forman en condiciones de baja temperatura y después que ha pasado su etapa juvenil. La umbela puede llegar a tener de 50 a 2000 flores, la polinización es realizada principalmente por insectos, las flores son blanquecinas o violáceas, poseen dos o tres brácteas y seis estambres; el ovario es trilocular, con dos óvulos en cada lóculo, formando dos semillas en cada lóculo (Valadez, 1998).

Fruto

El fruto se constituye por una capsula tricarpelar de forma obtusa triangular (Garza, 1985 citado por Pérez *et al.*, 1998), en la que se pueden formar hasta 6 semillas. En las fases tempranas la capsula es de color verde-pardo. Cuando las semillas alcanzan el inicio de la maduración, la capsula se caracteriza por un color ceroso, posteriormente, se ponen de color verde amarillento, y en plena madurez, pardo-claros (Guenkov, 1974 citado por Pérez *et al.*, 1998).

Semilla

Estas son de forma irregular, de unos 3 mm, con una superficie rugosa y de color negro, maduran a los 45 días de la antesis. La semilla se deteriora rápidamente

bajo los efectos de la humedad, debiendo almacenarse muy seca. Su poder germinativo disminuye muy rápido, pasando del 95 al 100% en el momento de la recolección al 50% a los dos años si se conserva en condiciones ambientales normales (Castell y Díez, 2000).

Requerimientos de Clima para su Optimo Desarrollo

La cebolla es una hortaliza de clima frío; sin embargo, en México puede explotarse durante todo el año. Esta planta es muy resistente al frío, llegando a tolerar temperaturas de hasta -5°C en etapa adulta (Jones y Mann, 1963 citado por Valadez, 1997). El rango óptimo para la germinación de la semilla es de 18° a 25°C .

Jones y Mann (1963), mencionan que las temperaturas de 22° a 24°C son óptimas para el desarrollo de las hojas, coincidiendo con los estudios realizados por Reunes (1959), citado por Guenkov (1983).

En México solo se explotan las variedades de periodo corto, si se siembra un cultivar de fotoperiodo largo no se forma la parte comestible (bulbo), provocando un disturbio fisiológico llamado “cuello de botella”; sin embargo, utilizando un biorregulador, el Etefón, a dosis de 1 200 ppm, se puede forzar la formación y desarrollo del bulbo de cualquier clasificación de fotoperiodo (Yamaguchi, 1983).

La cebolla es una planta que puede soportar temperaturas de hasta 33°C , aun que al sobrepasar este límite dejan de crecer, se reporta que las temperaturas de los trópicos (40°C) solo retardan la formación del bulbo; el que está influenciado directamente por el fotoperiodo (horas-luz), ya sea corto de 10 - 12 hrs, intermedio de 12 a 13 hrs, o largo mayor a 14 hrs (Valadez, 1998).

Tabla 1. Principales Variedades de Híbridos de Cebolla

	Día Corto	Día Largo	Polinización Abierta	Nacionales
Blancas	Moon light Eclipse White Lisboa Early Supreme Granex 33 Mercedes Fiesta	Sterling Diamante Snow White Durango Astro Atlas Shasta	Cristal Wax Early White Ringmaster Colossal Yellow Granex Texas Early	La chona Cojumatlan Santa cruz Veracruz
Amarilla	Primavera Chula Vista Savannah Sweet Granex Yellow Red Granex	Guardian Sentinel Cimarron Zenith Tango	New México Texpan	Cojumatlan Roja
Rojas	Rojo P.R.T. Cristal wax	Mercury Fuego White Sweet Española duce	Red Starr	Criolla del país
Cebollines	Eclipse	White Globe		

Fuente: producción de hortalizas. Septiembre, 2006.

Requerimientos edáficos para el cultivo

El cultivo de cebolla prefiere los suelos orgánicos, ligeros o arenosos, limosos y limo-arenosos. No se recomiendan los suelos arcillosos debido a que pueden deformar la parte comestible (el bulbo) o retrasar su desarrollo.

Potencial de Hidrogeno (pH)

La cebolla está clasificada como ligeramente tolerante a la acidez, teniendo un rango de pH 6.8 – 6.0.

Salinidad

Por lo que respecta a la salinidad, la cebolla está catalogada como medianamente tolerante, con valores de 10 a 4 mmho (Valadez, 1998).

Riegos

Yamaguchi (1983), reporta que el cultivo de cebolla requiere de 380 a 760 mm de agua desde el trasplante hasta la cosecha; un periodo largo de sequia afecta el contenido de sólidos solubles, turgencia y rendimientos, provocando la formación de bulbos dobles.

Una frecuencia de riegos adecuada para el cultivo es de 10 a 18 durante todo el ciclo.

Fertilización

Los niveles de fertilización son variables de acuerdo a los suelos y regiones agrícolas, sin embargo para la zona de Morelos se sugiere una fertilización con la formula 140 – 60 – 00 (N-P-K) suministrada en dos partes: la primera una semana después del trasplante, aplicando el 50% del Nitrógeno y el 100% de fosforo; utilizando 200 kg de nitrato de amonio, 130 kg de súper fosfato de calcio triple; aplicación manual (a chorrillo) tapado con azadón. La segunda se hace a los 50 días después de la primera, aplicando el restante 50% de Nitrógeno usando 200 kg de nitrato de amonio, aplicados manualmente al cierre de cultivo e incorporados con arado de tracción animal; cantidades superiores a las recomendadas, no son aprovechadas por la planta (Anónimo, 2009).

Tabla 2. Fertilización recomendada en tres zonas importantes productoras de cebolla.

REGION	N	P	K	CONDICION
EL BAJIO	150	80	0	RIEGO
	90	60	0	TEMPORAL
MORELOS	140	60	0	RIEGO
	60	60	0	TEMPORAL
CHIHUAHUA	160	60	0	RIEGO

Fuente: INIA (1993).

Control de Malezas

Bustamante (1986), Menciona que Goal 2 CE (Oxifluoren) a dosis de 1–1.5 l/ha respectivamente en aplicación pre-emergente inmediatamente después de la siembra, han tenido buenos resultados en el combate de malezas. Sin embargo el modo tradicional es el control manual con labores culturales que se le dan al cultivo.

Fusarium oxysporum

Fusarium es un patógeno que afecta a un sin número de especies vegetales; provoca una serie de alteraciones en las plantas atacadas e induce una gran diversidad de síntomas que afectan el crecimiento y desarrollo de la planta, lo que repercute en la producción si se trata de cultivos económicos y la destrucción de especies nativas (Charles, 1973).

Fusarium oxysporum es una de las especies más importantes del genero *Fusarium*. Debido a las pérdidas económicas que causa en los cultivos comerciales, está entre las especies más abundantes, cosmopolitas y complejas pues tiene más de 120 formas especiales entre ellos se incluye: *Fusarium oxysporum* f.sp. *cúbense* (mal de panamá del banano); *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* (marchitez del frijol); *Fusarium oxysporum* f. sp. *ianthi* (marchitez del clavel) *Fusarium oxysporum* f. sp. *chrysanthemi* (marchitez del crisantemo) *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae* (marchitez de la cebolla)entre otras (Agrios, 2004).

Podredumbre Basal por *Fusarium*

La podredumbre basal de la cebolla por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* ocurre en todo el mundo. Pérdidas económicas significativas se han experimentado en muchos países, entre ellos, Italia, Japón, Sudáfrica, y los Estados Unidos. Los bulbos de cebolla pueden ser infectados por el patógeno en cualquier momento durante su crecimiento en el terreno. Esta enfermedad ataca a todos los cultivares del genero *Allium* tales como el ajo, la cebolleta y chalote donde también se presentan pérdidas considerables (Schwatz y Krishna, 1996).

Síntomas

Los bulbos de la cebolla pueden llegar a ser infectados por el patógeno en cualquier momento durante su crecimiento en el campo. Los primeros síntomas de la enfermedad son hojas amarillentas y/o necrosis a partir de las puntas de las hojas, desarrollándose progresivamente hacia abajo. Los bulbos atacados pueden mostrarse descoloridos y al ser cortados los tejidos afectados muestran una tonalidad de color marrón y apariencia aguada. Las raíces se pudren eventualmente y aparece un micelio blanco en la base del tallo que después se convierte en una coloración marrón. Cuando la enfermedad se encuentra más avanzada, los bulbos que en la cosecha se observan como si aparentemente no hubieran sido atacados, muchas de las veces se pudren durante el almacenamiento (Schwartz y Krishna, 1996).

Etiología y Morfología

El organismo causal de la podredumbre basal de la cebolla es el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*. Este hongo se caracteriza por producir tres tipos de esporas: las microconidias, macroconodias, y clamidosporas, estas últimas tienen paredes muy gruesas, lo cual las hace muy resistentes a condiciones ambientales desfavorables y a la ausencia de hospedantes. Distintas formas especiales de *F. oxysporum* pueden sobrevivir en un estado de reposo en el suelo y son viables después de 40 años (Agrios, 2004).

Diseminación

El hongo se disemina por el agua, por el aire y mediante insectos (Bruna, 2006)

Ciclo de la Enfermedad y Epidemiología

En campo la infección inicia a partir de propagulos del suelo donde el hongo puede sobrevivir como saprofito durante años; el patógeno puede afectar a las plantas de cebolla a través de heridas en los tejidos subterráneos provocadas por insectos o por herramientas, favoreciendo la penetración del hongo a la planta (Fantino y Radino, 1981).

Las condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la enfermedad son bastante similares a las requeridas por *phytophthora terrestris*. El rango optimo de temperatura de suelo para el desarrollo de la podredumbre basal se encuentra entre los 28 y los 32°C, la enfermedad se favorece con humedades relativas altas; sobre un 80%, las temperaturas optimas para que ocurra la infección son de 26 – 28 °C, con un rango entre 14 y 32 °C (Bruna, 2006).

Métodos de Control de Pudriciones Radiculares en el Cultivo de Cebolla

Control Cultural

Es recomendable evitar plantaciones de cultivares del genero *Allium* en los campos que estén altamente infestados por patógenos del genero *Fusarium spp.* (Schwartz y Krishna, 1996). Así mismo se sugiere almacenar los bulbos a temperatura de 4°C, esto nos ayudara a minimizar perdidas en bodega (Schwartz y Krishna, 1996). Por otra parte se recomienda realizar la rotación de cultivos por largos periodos cuando el terreno se encuentra muy infectado por *Fusarium spp.*

Control Físico

La solarización del suelo puede controlar en un grado considerable de un 12% en la pudrición blanca, mientras tanto para la semilla de ajo es bueno dar un tratamiento con agua caliente para reducir el potencial de propagación del inoculo (Schwartz y Krishna, 1996).

El control de la solarización a los 60 días, tomando como medida la UFC/g de suelo fue de un 77,9% a los 20 cm y de 67,9% a los 30 cm (Henríquez *et al.*, 2005)

Control Genético

En el caso específico de la resistencia de plantas a la enfermedad se ha tenido muy poco desarrollo debido a la falta de genotipos apropiados para incorporarlos a variedades e híbridos comerciales (Schwartz y Krishna, 1996).

Control Químico

Dixon (1981), reporta que los fungicidas: Benomyl, Tiabendazol, Metil – Tiofanato y Maneb dan resultados variables en el control de la enfermedad; sin

embargo, se ha observado que cuando se esteriliza el suelo se reduce la eficacia del Metil – Tiofanato y Maneb, mientras que los resultados con el Benomyl y Tiabendazol son variables.

La utilización de fungicidas sintéticos como la Iprodiona ha dado resultados favorables en el control de la pudrición blanca de la cebolla, aunque en ocasiones la utilización desconsiderada de estos compuestos resulta inadecuada para el control de dicha enfermedad.

La fumigación del suelo con Bromuro de Metilo y Metil isotiocianato puede proporcionar un control parcial, pero con las mismas limitaciones de los fungicidas y de el costo de la aplicación.

Control Biológico

Cook (1985), define al control biológico como la reducción en la densidad del inóculo de la actividad productora de la enfermedad de un patógeno en su estado activo o en dormancia por uno o más organismos, realizado de manera natural o por la manipulación del medio ambiente, hospedero o antagonista.

Los microorganismos antagonistas (bacterias, levaduras y hongos) tienen la capacidad de ejercer un efecto de control biológico sobre diferentes patógenos de interés, y se han empleado para controlar diversas enfermedades en frutos y vegetales (De Costa y Erabadupitiya, 2005; Wisniewski y Wilson, 1992).

Antecedentes del Control Biológico

Virgen y García (1990), obtuvieron una reducción en la incidencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, en plantas de sandía, mediante el tratamiento de la semilla con *Bacillus subtilis* (1.6×10^4 bacterias g⁻¹ de semilla).

Torres, *et al.*, (2001), realizaron pruebas in vitro con *Pseudomonas* sp. y *B. subtilis* aislados de platano y arroz respectivamente. Estos microorganismos mostraron la capacidad de inhibir el crecimiento de hongos fitopatógenos del suelo tales como *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, *Pythium ultimum* R. *solani*, *Sclerotium rolfsii*, *Phytophthora nicotianae*, *Fusarium moniliforme* y *Fusarium solani*.

Núñez *et al.* (2005), aislaron *in vitro* microorganismos de la rizósfera del tomate y ensayaron un total de 66 colonias con actinomicetos, bacteras y hongos; dos, trece y siete de ellos, respectivamente mostraron antagonismo contra *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici*. De las 13 colonias de bacterias cinco se identificaron como *Bacillus subtilis*. Y tres como *Pseudomonas putida*.

Rábago y Sosa (2004), seleccionaron rizobacterias con potencial de biocontrol hacia la raza 2 y 3 de *F. oxysporum* f. sp. *lycopersi*, en el cual obtuvieron tres aislados de *Pseudomonas* sp, antagonistas positivos contra ambas razas.

Shaad *et al.* (2001), señalan que numerosas especies de *Bacillus* se han utilizado como agentes de control biológico; en el cual *B. subtilis* mostro efectividad antagónica sobre *Rhizoctonia* en el cultivo de pera así como en el pasto azul de parcelas del estado de Kentucky Estados Unidos.

Bacillus subtilis

Habitat

Bacillus subtilis es una bacteria habitante del heno, polvo, suelo y del agua principalmente. Esta especie es fácil de aislar del suelo y se encuentra entre los organismos mas frecuentes que aparecen cuando se siembran muestras de suelo en placas de agar (Bryan *et al.*, 1981).

Características Morfológicas

Presenta la forma de bastones rectos o curvos, con los extremos redondeados, su agrupamiento es aislado y algunas veces en cadenas cortas, su tamaño oscila entre 3 y 4 μ de longitud por 1 μ de ancho. Su formación de esporas es ecuatorial, dichas esporas son sub terminales, ovales y germinan lateralmente, miden 1.2 μ por 0.6 μ . Son bacterias del tipo gran (+) y además no son acido resistentes; su flagelación es peritrica con ocho o doce flagelos (Bryan *et al.*, 1981).

Fisiología

La temperatura optima para el desarrollo de esta bacteria es de 37°C; es una bacteria aeróbica y anaeróbica facultativa, forman amoniacos, reducen los nitratos a

nitritos, produce ácido pero no gas, en glucosa, maltosa y sacarosa, posee una producción baja de ácido sulfhídrico, no forma indol, sus esporas son capaces de resistir la ebullición durante horas (Bryan *et al.*, 1981).

Antagonismo de *Bacillus subtilis*

Produce su efecto inhibitorio sobre los fitopatógenos, por lo menos por dos procesos. El primero de estos es el llamado ocupación de un nicho; teóricamente esto ocurre por la presencia de *B. subtilis* en la superficie de la raíz, metabolizando los exudados de la planta que pueden ser utilizados por los patógenos, lo que hace que sea suficiente para inhibir el ataque de los patógenos. El segundo proceso por el que *B. subtilis* puede inhibir un ataque por fitopatógenos es una extensión del primer proceso. Como *B. subtilis* crece en las superficies de las raíces, esto puede producir sustancias químicas que inhiben el desarrollo de fitopatógenos (Gustafson, 1993).

Control Biológico con *Bacillus subtilis*

Las bacterias esporuladas del tipo *Bacillus* spp. son efectivas para inhibir el desarrollo de hongos como *Fusarium oxysporum*, *F. roseum*, *R. solani*, *Phytophthora capsici*, *P. cactorum*, *Alternaria solani*, *A. alternata*, *Sclerotium cepivorum* y *Uromyces appendiculatus*, entre muchos otros (Baker *et al.*, 1985; Pusey, 1989; Jiménez *et al.*, 2001).

Ensayos realizados por lagunas (2001), con los aislamientos *Bacillus* B2, B3, y B10 seleccionados por su actividad antagonica contra *P. capsici* *in vitro* indica que las tres cepas redujeron de manera significativa ($p= 0.05$) el crecimiento del patógeno en un 41%, 34% y 33.8 % respectivamente con las cepas B2, B3, y B10.

Virgen y García (1990), obtuvieron una reducción en la incidencia de *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*, en plantas de sandía, mediante el tratamiento de la semilla con *Bacillus subtilis* (1.6×10^4 bacterias g^{-1} de semilla).

Hernandez *et al.* (2006), compararon en diferentes experimentos de laboratorio y campo la bioeficacia de cinco aislados de *Bacillus* (B1, B3, B9, B13, y B15), la mezcla de dichas cepas, además de la mezcla de los bioproductos quitosan y extracto de *Larrea tridentata* y Tiabendazol, contra el hongo *Alternaria dauci* en el

cultivo de zanahoria, al mismo tiempo determinaron el efecto de estos compuestos en el crecimiento y rendimiento del mismo cultivo. En el ensayo el aislado de *Bacillus B1* mostro un mayor efecto antifúngico *in vitro* con una inhibición de 53.44% y fue estadísticamente superior a la inhibición observada para el resto de los aislados de *Bacillus*.

En condiciones de invernadero en el cultivo de chile se utilizaron tres cepas de *Bacillus*, codificando como B1, B3 y B13 para observar la suprecon de hongos fitopatogenos de suelo encontrando que las cepas B1 y B13 a los 60 días después de la inoculación estimularon el crecimiento del cultivo en un 43.81 y 60.82% respectivamente en comparación con el testigo absoluto.

Trichoderma sp.

Trichoderma spp. se encuentra en suelos abundantes en materia orgánica y por su relación con ellas está clasificado en el grupo de hongos hipógeos, lignolícolas y depredadores. Es aeróbico y pueden estar en los suelos con pH neutro hasta ácido (Villegas, 2005).

Morfología

Es un hongo que posee estructuras del tipo de conidias hialinas septadas y ramificadas a ambos lados sin ser paralelas, conidióforos, fialides y conidios aunque también pueden producir clamidosporas. Los conidioforos son hialinos, al inicio de su desarrollo se observan ramificados pero cuando maduran comienzan a separarse por su formación aérea son rectos y pueden llegar a presentar un aspecto piramidal, las fialides son hialinas en forma de frasco e infladas por la base y unidas a los conidióforos en ángulo recto. Los conidios tienen de 2 µm a 3 µm de diámetro en promedio son redondos a de forma ovoide, listos y se observa hialinos o de color verde brillante al microscopio. Las clamidosporas tienden a ser globosas a subglobosas, terminales a intercalares de tono verde y menores a 15 µm de diámetro (Samuls, 1996).

Taxonomía

Reino: *Fungy*

Phylum: *Ascomycota*

Orden: *Hypocreales*

Familia: *Hypocraceae*

Género: *A=Hypocrea; T=Trichoerma* (Alexopoulos *et al.*, 1996).

Hábitat

Trichoderma pertenece a un género de hongos saprofitos, siendo habitantes comunes del suelo. La presencia de alta humedad y el riego mejora sus condiciones de vida pasando de un estado latente a uno activo; se desarrolla óptimamente hasta en un 60% de capacidad del suelo de retención de humedad; a porcentajes mayores de saturación se disminuye la colonización y sobrevivencia por la baja disponibilidad de oxígeno. El hongo es favorecido por condiciones de pH ácido donde su población se incrementa por una mayor formación de conidióforos, por la germinación de conidias y por menor competencia con microorganismos como actinomicetos y bacterias que se encuentran limitados por la acidez (Jensen y Wolffhechel, 1995).

Mecanismos de Acción Antifúngica

Las cepas de *Trichoderma* pueden ejercer el biocontrol de hongos fitopatógenos indirectamente, compitiendo por el espacio y los nutrientes, modificando las condiciones ambientales, estimulando el crecimiento de las plantas y sus mecanismos de defensa o produciendo antibióticos (Benitez, 2004).

También pueden realizar un biocontrol directamente mediante micoparasitismo; son hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas, celulasas, glucanasas, lipasas, proteasas y quitinasas a las que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolización, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular, facilitando la inserción de el micelio de *Trichoderma*, para que absorba los nutrientes del interior del hongo huésped al final el micelio del hongo parasitado queda vacío y con perforaciones (Benites, 2004; Cervantes, 2005).

Se han estudiado cuatro modos de acción de esta especie de hongo: la competencia por nutrimentos, la antibiosis, el micoparasitismo y la estimulación de defensas de la planta (Dubos, 1992 citado por Duran, 2003).

Competencia por Nutrientos

En la competencia por nutrientes *Trichoderma* compete y coloniza rápidamente los desechos vegetales y retarda la instalación de otros hongos, al colonizar desechos vegetales producen una infección primaria y gracias a los elementos nutritivos de los desechos, logra contaminar los órganos sanos (Stefanova, 1995).

Antibiosis

El género *Trichoderma* está catalogado entre los agentes de control biológico más eficientes debido al amplio espectro antagonista que presentan; las enzimas extracelulares que producen con actividad antibiótica, el micoparasitismo y por la habilidad de incrementar el desarrollo y crecimiento de las plantas, entre otros mecanismos de acción (Howell, 2003; Harman *et al.*, 2004; Benítez *et al.*, 2004).

Trichoderma spp., se utiliza como agente de biocontrol contra hongos fitopatógenos como *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Botrytis cinerea* y *Fusarium* spp., entre otros (Zeilinger y Omann, 2007), y ha demostrado efectividad al reducir *in vivo* hasta un 65% la tristeza causada por *Phytophthora capsici* en pimiento (Ezziyyani *et al.*, 2004).

Micoparasitismo

Trichoderma realiza un reconocimiento y se adhiere sobre la pared del patógeno. En segundo término, promueve la hidrólisis de las hifas y esclerocios del patógeno por medio de las enzimas producidas como son xilasa, quitinasas, pectinasas, glucanasas, y glucosidasas (Henis *et al.*, 1983). Además posee la capacidad para producir secreciones enzimáticas tóxicas extracelulares que causan desintegración y muerte de hongos fitopatógenos habitantes del suelo (Samuels, 1996).

Producción de Compuestos Volátiles

La producción de antibióticos volátiles tiene un efecto esencialmente fungistático debilitando al agente patógeno y haciéndolo más sensible a los antibióticos solubles. Algunos antibióticos producidos por *Trichoderma harzianum*

son la trichodermina, suzukacilina, alameticina, dermadina, penicilina, los trichotecenos, las trichorzianinas, entre otros (Oliver y Germain, 1993 citado por Duran, 2003).

Control Biológico con *Trichoderma sp.*

En ensayos a nivel de laboratorio existe antagonismo de *Trichoderma harzianum* contra *R. solani* observando que las ramificaciones de *T. harzianum* son capaces de atacar y de enrollarse alrededor de la hifas de este patógeno (Liu y Baker, 1980).

Samaniego y Gámes (2000), evaluaron la emergencia y permanencia de plántulas de alfalfa, algodón, frijol, melón, y tomate en residuos orgánicos mezclados en diferentes proporciones con arena, también se utilizó turba, corteza de coco tratada con calor y germinaza inoculada con *Trichoderma harzianum*, en unos tratamientos se utilizaron residuos infestados con *Rhizoctonia solani* de igual forma las semillas fueron inoculadas con el patógeno; los resultados indican que el tratamiento de germinaza con *Trichoderma harzianum*, permitió un porcentaje de establecimiento de plántulas superior al testigo, obteniendo un 80 % como resultado.

Hernández *et al.*, (2008), confrontaron 31 cepas de *Trichoderma sp.* contra *Phytophthora cinnamomi* para determinar el antagonismo de este sobre los patógenos y el efecto de los compuestos volátiles producidos por el mismo en condiciones *in vitro*. Los resultados indican que 17 cepas de *Trichoderma* sobrecrecen en el micelio de *P. capsici* y cubren la caja petri, inhibiendo el desarrollo de *P. cinnamomi*.

Ramos (2008), determinó el efecto antagónico *In vitro* de 31 cepas de *Trichoderma sp.* sobre *Fusarium oxysporum*, observando la inhibición del patógeno en su crecimiento micelial, donde fue superior el diámetro de las colonias de *Trichoderma sp.* que oscilaban entre 3.68 cm y 6.93 cm contra los de *F.oxysporum* que fue de menor tamaño.

MATERIALES Y METODOS

Ubicación del Experimento

El trabajo de investigación se realizó en la localidad de San Juan Tianguismanalco, municipio de Tianguismanalco Puebla. Dentro del ejido: Tetenco, perteneciente al señor Francisco Salinas García, las coordenadas geográficas son los paralelos $19^{\circ} 0' 12,84''$ y $19^{\circ} 0' 12,96''$ de latitud norte y los meridianos $98^{\circ} 26' 23,89''$ y $98^{\circ} 26' 24,37''$ de longitud occidental.

El municipio de Tianguismanalco se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla. Sus coordenadas geográficas son los paralelos $18^{\circ} 57' 18''$ y $19^{\circ} 03' 12''$ de latitud norte y los meridianos $98^{\circ} 24' 42''$ y $98^{\circ} 34' 00''$ de longitud occidental. Con una altitud de 2700 metros sobre el nivel del mar (msnm). El municipio colinda al Norte con el municipio de San Nicolás de Los Ranchos, al Noreste con el municipio de Nealtican, al Sur con el municipio de Atlixco, al Sureste con el municipio de Santa Isabel Cholula y al Oeste con el municipio de Tochimilco.



Figura 1. Geografía de la localidad donde se puso el ensayo.

Características del Área Experimental.

El área de experimentación, presentó un suelo franco arenoso, con buena retención de humedad, alto contenido de materia orgánica, y sin problemas de pendientes.

Los datos de clima se tomaron en la estación climatológica más cercana. Ubicada en San Luis Tehuiloyocan del Municipio de San Andrés Cholula, con las coordenadas a una latitud 19° 2', 8.8" longitud 98°, 19', 40.9", y a 2160 metros sobre el nivel del mar. Dichos datos se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Datos climatológicos observados en la estación San Luis Tehuiloyocan, Municipio de San Andrés, Cholula, en el año 2009.

Fecha	Prec.	T. Max.	T. Min.	T. Med.	VV max.	DVV max.	VV	DV	HR	ET	EP
mayo	73.2	25.6	10.23	17.53	27.9	3.6(N)	7.27	276.87(O)	65.42	134.5	109.38
junio	196.6	24.14	11.35	17.38	32.3	111.9(E)	5.42	240.5(SO)	73.98	134.7	96.92
julio	ND	23.36	11.01	16.61	28.4	220.5(SO)	5.28	156.78(SE)	79.98	127.1	91.55
agosto	ND	23.15	11.19	16.44	39	217.4(SO)	5.52	261.07(O)	81.54	121.3	87.17

Donde:

Prec.: Precipitación total (mm)

T. Max.: Temperatura máxima (°C)

T. Min.: Temperatura mínima (°C)

T. Med.: Temperatura media (°C)

VV máx.: Velocidad del viento máxima (km/hr)

DVV máx.: Dirección de la velocidad máxima del viento (grados azimut)

VV: Velocidad promedio del viento (km/hr)

DV: Dirección promedio del viento (grados azimut)

HR: Humedad relativa (%)

ET: Evapotranspiración de referencia (mm)

EP: Evaporación potencial (mm)

Material Vegetativo

Se requirió de 1200 bulbos de cebollín de la variedad Cojumatlan, debido a que se ha observado una buena respuesta de adaptación de la variedad a la región considerando las condiciones ambientales.

TECTO® 60

Es un fungicida sistémico de amplio espectro, recomendado para el control de *Fusarium* spp., utilizado para tratamientos preventivos y/o curativos. Puede aplicarse como aspersión foliar antes de la cosecha o en tratamientos de postcosecha.

Información técnica de TECTO® 60

Uso Agroquímico.....	Fungicida Agrícola
Presentación.....	Polvo humectable
Familia.....	Benzimidazoles
i.a.	Tiabendazol
% de i.a./Kg.	600 gr./Kg.

Best.

Información General

BEST es un producto microbiológico que contiene dos cepas de *Bacillus subtilis*, que presentan un amplio espectro de acción para el control de agentes fitopatógenos y una rápida adaptación y multiplicación bajo circunstancias ambientales diversas de humedad, pH, temperatura y niveles de salinidad y condiciones microbiológicas del suelo.

Las aplicaciones de BEST, a través del riego permiten el control y la disminución del daño causado por patógenos, principalmente hongos del suelo como *Rhizoctonia*, *Pythium*, *Fusarium*, *Phytophthora* y *Sclerotinia*.

Análisis del producto

	% (P/V)
Cultivo bacteriano de <i>Bacillus subtilis</i> con no menos de 1.0×10^8 ufc/ml	80%
Micotoxinas de <i>Trichoderma harzianum</i>	20%

Dosis de Aplicación

Hortalizas en general (al establecimiento y crecimiento de frutos) 2 L/ha

Producción de plántula (en el agua de riego) 1 ml/L de agua

Para un mejor desempeño del producto, se recomienda fermentar por un período mínimo de 48 h con Fulvamin 18 a una proporción de 1:1

Beneficios

Elevado rango de adaptación colonizando rápidamente las raíces en las plantas produce gran diversidad de antibióticos es un producto de amplio espectro de acción, que estimula el crecimiento de las plantas y favorece la absorción de nutrimentos siendo eficiente en el combate de patógenos

Best Ultra S

Información General

Best Ultra S es un producto microbiológico - orgánico recomendado para el control y manejo de enfermedades de las plantas ocasionado por microorganismos del suelo, su formulación es única ya que contiene un grupo de tres cepas de *Bacillus subtilis* con amplio espectro de acción, altamente efectivas sobre los principales géneros de importancia, como son *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora*, *Pythium*, *Phymatotrichum*, *Z. Monosporascus* y *Verticillium*. Best Ultra S puede usarse en cualquier etapa del cultivo, tanto para el tratamiento de semillas, tubérculos, rizomas, plántulas en charola, semilleros y almácigos de las plantas en drench durante las etapas fenológicas críticas del cultivo, protegiendo preferentemente desde el establecimiento del cultivo, o cuando se presente el máximo riesgo de ataque de los patógenos. Best Ultra S puede emplearse tanto en

cultivos de hortalizas, frutas, cultivos de flor de corte y ornamentales, granos, cereales y cultivos industriales, bajo cualquier sistema de producción orgánica, convencional, de transición, intensiva o extensiva

Análisis del producto

	% (P/V)
Esporas de <i>Bacillus subtilis</i> (1.0 x 10 ⁸ ufc/ ml)	30.00%
Metabolitos de fermentación de hongos benéficos múltiples	42.00%
Flora microbiana benéfica de lixiviados de M.O. animal y vegetal	10.00%
<i>Azotobacter</i> spp	5.00%
Chitosan hidrolizado	1.50%
Estabilizadores orgánicos	1.50%
Acondicionadores y diluyentes	10.00%

Dosis de Aplicación

Hortalizas en general (al establecimiento, realizar 2 repeticiones)	1 a 2 L/ha
Producción de plántula (en el agua de riego)	0.5 a 1.0 ml/L

Para un mejor desempeño del producto, se recomienda fermentar por un período mínimo de 48 horas con Fulvamin 18 a una proporción de 1:1

Beneficios

Amplio rango de acción contra nematodos y hongos fitopatógenos de la raíz, recomendado para todo tipo de cultivo bajo cualquier sistema de producción. Permite una mejor absorción de nutrientes, beneficia las condiciones de la rizósfera, mayor sanidad de las raíces mantiene a la planta vigorosa.

Producción de Cebollín

La producción de “cebollín” para el trasplante, es una de las prácticas más empleadas en el estado de Puebla, en siembras de enero para cosechar a finales de abril y principios de mayo; dependiendo de la variedad a establecer y almacenarlo de mayo a julio para iniciar con los trasplantes de agosto a octubre y posteriormente

continuar con trasplantes de plántulas. En nuestro caso no se completo el tiempo de almacenamiento requerido por el cebollín, el cual fue trasplantado a mediados de junio.

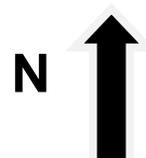
En el presente experimento se utilizaron 1200 bulbos de cebolla de la variedad Cojumatlan, ya que es una de las variedades más utilizadas en la región. Esta fue seleccionada con un tamaño uniforme y libre de impurezas.

Establecimiento del Experimento

El experimento se realizo bajo un diseño en bloques al azar; con cinco tratamientos; los productos biológicos comerciales Best y Best Ultra S, un tratamiento tradicional basado en aplicaciones del fungicida Tecto 60 (Tiabendazol) utilizado comúnmente por los agricultores de la región, además de una mezcla de Tecto 60 y Best Ultra S, y un testigo (sin aplicación). Cada tratamiento con cuatro repeticiones. La unidad experimental consistió de tres surcos en hilera sencilla, y riego por aspersión, con 3 m de largo, 0.80 m entre surcos y 0.12 m entre plantas, contando con 60 plantas por tratamiento, dejando 0.80 m entre cada unidad experimental y 1 surco entre bloque (tabla 4).

Tabla 4. Distribución de los tratamientos en campo.

5	2	4	3	1
1	4	3	2	5
3	5	1	4	2
5	4	2	1	3



Preparación del Terreno

La preparación del terreno se realizó con un tractor agrícola, primero el paso del arado de tres discos, dejando el suelo expuesto a los rayos del sol 15 días, luego el paso de la rastra tres días antes de la siembra, posteriormente se utilizó una surcadora con cuatro guías.

Trasplante de Cebollín

Los cebollines cv., Cojumatlan fueron trasplantados en el costado izquierdo de cada surco, dejando una distancia de 12 cm entre cada cebollín, procurando que quedara bien cubierto por el suelo, evitando tapar la plúmula, apoyándose con el dedo pulgar.

Tratamientos

Se sometió a un primer tratamiento previo al trasplante, seleccionando 240 bulbillos por tratamiento, puestos en cubos de 19 litros, donde los tratamientos Best y Best Ultra S se utilizó una dosis de 5ml/L

La aplicación en campo de los tratamientos se realizó con una aspersora manual, considerando el equivalente a 2.5 litros de solución preparada por cada parcela experimental; al momento de la siembra, a los 30 y 60 ddt

Tabla 5. Tratamientos y dosis empleadas para estudiar la efectividad biológica de los fungicidas biológicos y químicos para el control de *F.oxysporum* en el cultivo de cebolla.

Tratamientos	Dosis aplicadas
1.- Best	5 mL/L de agua
2.- Best Ultra S	5 mL/L de agua
3.- Best + (Tiabendazol)	5mL/L + 1.5g/L de agua
4.- Tecto 60 (Tiabendazol)	1.5 g/L agua
5.- Testigo absoluto	Sin agroquímicos

Testigo Absoluto, sin ningún tipo de aplicación.

Best

- ◇ Best, se aplicó antes del trasplante, a los 30 y 60 días después del trasplante (ddt)
- ◇ Dosis del producto; 5 ml/Lt de agua
- ◇ Forma de aplicación; la primera aplicación fue por inmersión del cebollín antes del trasplante por 15 minutos, utilizando diez litros de solución. La segunda y tercera aplicación fue a “drench”, dirigida a la base del tallo, utilizando 2.5 litros de la solución por parcela experimental.

Best Ultra “S”

- ◇ Best Ultra “S” fue aplicado antes del trasplante, a los 30 y 60 (ddt).
- ◇ Dosis del producto; 5 ml/Lt de agua
- ◇ Forma de aplicación; la primera aplicación fue por inmersión del cebollín antes del trasplante por 15 minutos, utilizando diez litros de solución. La segunda y tercera aplicación fue a “drench”, dirigida a la base del tallo, utilizando 2.5 litros de la solución por parcela experimental.

Best + Tiabendazol

- ◇ Best Ultra “S” y Tecto 60® fueron aplicados de igual forma antes del trasplante, a los 30 y a los 60 (ddt).
- ◇ Dosis del producto; la concentración utilizada de Best Ultra “S” fue de 5 ml/Lt mas 1.5 gr/Lt del fungicida Tecto 60 por litro de agua.
- ◇ Forma de aplicación; La primera aplicación fue por inmersión del cebollín antes del trasplante por 15 minutos, utilizando diez litros de solución. La segunda y tercera aplicación fue a “drench”, dirigida a la base del tallo, utilizando 2.5 litros de la solución por parcela experimental.

Tiabendazol

- ◇ Tecto 60® se aplico antes del trasplante, a los 30 y a los 60 (ddt).
- ◇ La concentración utilizada de Tecto 60® fue de 1.5 gr/Lt de agua del fungicida TECTO®.
- ◇ Forma de aplicación; La primera aplicación fue por inmersión del cebollín antes del trasplante por 15 minutos, utilizando diez litros de solución. La segunda y tercera aplicación fue a “drench”, dirigida a la base del tallo, utilizando 2.5 litros de la solución por parcela experimental.

Manejo del Experimento

Preparación del Terreno

La preparación del terreno se inicio dos meses antes de establecer el experimento, se inicio con la incorporación de gallinaza, después se dio un paso de rastra, quince días antes de la siembra se dio un barbecho, una semana antes de la siembra se realizo otro paso de rastra y cruza, para después realizar los surcos con las dimensiones requeridas.

Riego

Los riegos se realizaron mediante el sistema de riego por aspersión, el primer riego fue aplicado un día antes de la siembra esto con el fin de que el suelo tuviera suficiente humedad, el segundo riego fue el día 21 de Junio, y posteriormente los demás riegos se efectuaron cada 10 o 12 días dependiendo de las condiciones ambientales.

Fertilización

La fertilización fue acorde con las aplicaciones del productor, es decir que se utilizo la formula 140-60-00 Kg/Ha, adicionada con microelementos, dividida en tres aplicaciones, la primera en pretrasplante, la segunda cuando la planta tenía dos hojas y la tercera antes de llenado del bulbo.

Labores Culturales

De acuerdo al productor se realizaron dos pasadas de cultivadora, con el propósito de airear a las raíces de la planta y eliminar la maleza que se encontraban en los surcos. Se realizaron tres escardas, la primera a los 20 días del trasplante, se removió el suelo para uniformizar la emergencia, y la segunda escarda a los 15 días de la primera, siguiendo la tercera al cierre del cultivo.

Variables Evaluadas

Altura de la Planta

Se considera importante la altura de la planta como un parámetro de mayor captación de radiación solar, siendo un órgano donde se acumulan todas las reservas nutricionales que requerirá el bulbo al acercarse al proceso de curado en la cosecha, para realizar procesos metabólicos benéficos para esta. Para esta variable se tomaron 10 plantas del centro de la parcela útil, de cada unidad experimental, la medición se llevo a cabo con el apoyo de una regla graduada colocada al nivel del suelo y tomando la altura hasta el ápice de la planta expresada en centímetros. La toma de datos se realizo a los 30,60, y 90 (ddt).

Diámetro del Tallo

Considerado de poca importancia entre los productores, mas sin en cambio se ha demostrado que es el responsable inicial del diámetro deseado de los bulbos de cebolla, de igual forma un tallo vigoroso evita un acame prematuro de las hojas de la planta. Esta variable fue tomada a los 30, 60 y 90 (ddt), tomando diez plantas del surco del centro de la parcela útil, para obtener esta variable se utilizo un vernier, colocándolo a cinco centímetros por arriba de la base de la planta, y se tomo el diámetro expresado en centímetros.

Incidencia de la Enfermedad

La incidencia es considerada como el parámetro más importante que se debe de tomar en cuenta, para el optimo éxito en la producción, un cultivo libre de patógenos y agentes dañinos es sinónimo de un buen manejo exitoso y redituable. se determino a los 30 y 60 ddt, de acuerdo con los síntomas típicos de *Fusarium*,

esto es, plantas que presentaban un amarillamiento o marchitez de la hojas se tomaban como planta enferma, contando el número de estas en cada parcela experimental, en cuanto con la tercera toma de datos a los 90 días, la incidencia se determinó mediante la observación de los bulbos que se consideraban enfermas, para poder determinar el daño causado al sistema radicular y poder corroborar que efectivamente se trataba de *Fusarium*.

.Utilizando la Escala EWRC (European Weed Research Council) adaptada y modificada para evaluaciones visuales del comportamiento de fungicidas biológicos en el control de *Fusarium oxysporum* para las valoraciones de selectividad.

Puntuación. Síntomas de **fitotoxicidad**. 1. Plantas sanas. 2. Síntomas muy leves. 3. Amarilleamiento. 4. Presencia de secadera. 5. Plantas Muertas.

Diámetro Total de Bulbo

Es de suma importancia por considerarse un parámetro de calidad aceptable por los consumidores, esto significa al obtener bulbos de mayor tamaño genera ingresos mayores hacia los productores. Aunado con un alto contenido de proteínas y minerales. Para esta variable se tomaron diez bulbos por cada unidad experimental, la medición se llevó a cabo con el apoyo un vernier colocado en el área polar y ecuatorial, respectivamente con los datos registrados se obtuvo una media.

Peso de Bulbo en gramos

Es un parámetro que se refiere al rendimiento obtenido en la producción del cultivo, no se requiere de grandes extensiones de producción para obtener mayores porcentajes de peso, si no que se requiere bulbos grandes y de un peso superior a los obtenidos tradicionalmente. En esta variable se determinó tomaron diez bulbos por cada unidad experimental, la toma de datos se llevó a cabo con el apoyo una balanza de precisión eléctrica, por lo cual con los datos registrados se obtuvo una media.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de planta a los 30 días después del trasplante (ddt).

Los resultados obtenidos mostraron que la altura de plantas varió de 25.81 a 29.00 cm, con Tiabendazol (Cuadro 1). El análisis de varianza no detectó diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 2 del apéndice), dado lo anterior no se observa un efecto de los tratamientos en la altura de la planta a esta fecha de muestreo.

Cuadro 1. Altura de planta a los 30 días después de la siembra.

Tratamiento	Dosis/ha	Altura en cm ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	26.44 a
2. Best	1.0 L	27.25 a
3. Best Ultra S	1.0 L	27.25 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	25.81 a
5. Tiabendazol	1.0Kg	29.00 a

1. Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)

2. Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre si (Tukey 5 %)

Efecto Fitotoxico a los 30 ddt

No se observó efecto fitotóxico de los fungicidas biológicos (amarillamiento, secadera, hojas quemadas) en las plantas de cebolla tratadas, por lo que estas se ubican en la categoría 1 de la escala EWRC.

Altura de planta a los 60 ddt

La altura de plantas varió de 33.44 cm a 45.25 cm con el Best Ultra S (Cuadro 2). El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 6 del apéndice). La prueba de medias indica que el único tratamiento que promueve una altura estadísticamente superior al testigo es el Best Ultra S.

Cuadro 2. Altura de planta a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Dosis /ha	Altura en cm ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	33.44 b
2. Best	1.0 L	37.06 ab
3. Best Ultra S	1.0 L	45.25 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	43.06 ab
5. Tiabendazol	1.0Kg	42.63 ab

1.- Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)

2.- Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre si (Tukey 5%)

Efecto Fitotoxico a los 60 ddt

No se observo efecto fitotoxico de los fungicidas biológicos (amarillamiento, secadera, hojas quemadas) en las plantas de cebolla tratadas, por lo que estas se ubican en la categoría 1 de la escala EWRC.

Altura de planta a los 90 ddt

La altura de plantas fue de 43.5 cm a 59.0 cm con el Best Ultra S. El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 10 del apéndice). La prueba de medias indica que los tratamientos que al final del ciclo promueven una altura estadísticamente superior al testigo son el Best Ultra S y el Best (Cuadro 13). Dicho incremento representa un 35% para el Best Ultra S y un 22% para el Best.

Cuadro 3. Altura de planta a los 90 días después de la siembra.

Tratamiento	Dosis /ha	Altura en cm ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	43.50 c
2. Best	1.0 L	53.13 ab
3. Best Ultra S	1.0 L	59.00 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	49.06 bc
5. Tiabendazol	1.0Kg	47.00 bc

1.- Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)

2.- Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey 5%)

Efecto Fitotxico a los 90 ddt

No se observo efecto fitotxico de los fungicidas biológicos (amarillamiento, secadera, hojas quemadas) en las plantas de cebolla tratadas, por lo que estas se ubican en la categoría 1 de la escala EWRC.

Los tratamientos que mostraron un incremento de altura superior a el testigo fueron el Best y el Best Ultra S, esto se pueden atribuir a una mejor absorción de nutrimentos minerales por parte de las plantas, por un crecimiento mayor de las raíces inducido por los microorganismos benéficos introducidos, debido a la producción de algunas fitohormonas que producen estas en este sentido. Guillén (2006), menciona que las plantas inoculadas con los aislados d *Bacillus* B13 y B3 presentaron mayor altura que el testigo y un incremento del 33% y un 24% respecto al tratamiento tradicional. Las plantas inoculadas con *Bacillus* B9, la mezcla de *Bacillus*, *Bacillus* B1 y el tratamiento tradicional presentaron una altura similar entre ellas. Pero a los 84 dias después de la inoculación, las plantas tratadas con *Bacillus* B13 presentaron mayor altura ($p < 0.01$) con 20% más respecto al testigo y 14% respecto al tratamiento tradicional. Liu y Baker (1980) y Senhamo y Chet, (1993). Brada *et al.*, (1995), y Torres *et al.*, (2001), coinciden en la utilización y efectividad de *B. subtilis* sobre *Fusarium oxysporum* en distintos cultivos observando disminución en el desarrollo de la enfermedad causada por dicho hongo. Dichos microorganismos además de funcionar como agentes de control biológico promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas mediante mecanismos como: fijación de nitrógeno (Strenhoudt y Vanderleyden, 2000), incremento en la disponibilidad de minerales, especialmente fosforo (Idriss *et al.*, 2002). Bashad *et al.*, (1996), indican que mediante la incorporación de bacterias benéficas al sistema de raíces de las plantas puede modificar diversas variables del follaje y raíz, mediante el incremento en la absorción de minerales por parte de la planta.

Diámetro de Tallo de Plantas a los 30 Días Después del Trasplante (ddt)

El diámetro de tallo varió de 0.61 cm a 0.91 cm siendo el tratamiento tres (Best ultra S), el que obtuvo un mayor diámetro. El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 4 del apéndice), la prueba de medias indica que todos los tratamientos (biológicos y químicos) tienen un efecto en promover estadísticamente un mayor diámetro de tallos que el Testigo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Diámetro de tallo de planta a los 30 días después de la siembra.

Tratamiento	Dosis /ha	Diámetro en cm ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	0.61 b
2. Best	1.0 L	0.81 a
3. Best Ultra S	1.0 L	0.91 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	0.86 a
5. Tiabendazol	1.0Kg	0.88 a

1.- Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)

2.- Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre si (Tukey 5%)

Diámetro de Tallo de Plantas a los 60 ddt

El diámetro de tallo a esta fecha fue de 1.25 cm a 1.76 cm sobresaliendo el tratamiento tres (Best ultra S) en comparación con el testigo. El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 8 del apéndice), la prueba de medias indica que el único tratamiento que causa una diferencia estadísticamente superior al testigo es el Best Ultra S (Cuadro 5).

Cuadro 5. Diámetro de tallo de planta a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Dosis /ha	Diámetro en cm ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	1.25 b
2. Best	1.0 L	1.47 ab
3. Best Ultra S	1.0 L	1.76 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	1.42 ab
5. Tiabendazol	1.0Kg	1.58 ab

1. Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)
2. Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre si (Tukey 5%)

Diámetro de Tallo de Plantas a los 90 ddt.

El diámetro de tallo oscilo de 1.56 cm a 2.31 cm, donde el tratamiento Best ultra S mostro mayor diámetro (Cuadro 6). El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos (Cuadro 12 del apéndice), la prueba de medias indica que al final del ciclo los tratamientos que promueven un diámetro de tallo estadísticamente superior al testigo son el Best Ultra S y el Best (Cuadro 16). Dicho incremento representa un 48% para el Best Ultra y un 35% para el Best.

Cuadro 6. Diámetro de tallo de planta a los 60 días después de la siembra.

Tratamiento	Dosis /ha	Diámetro en cm ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	1.56 c
2. Best	1.0 L	2.11 ab
3. Best Ultra S	1.0 L	2.31 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	1.91 abc
5. Tiabendazol	1.0Kg	1.73 bc

1. Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)
2. Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre si (Tukey 5%)

Los resultados obtenidos nos indican que el mayor diámetro de tallo se observó en el tratamiento con Best Ultra S, y los tratamientos que tienen Best, mostrando una influencia directa en la variable de diámetro de tallo. Una posible respuesta acerca de esta variable es que *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* hacen más aprovechables los nutrientes presentes en el suelo. Esto como consecuencia general de un excelente sistema radicular, aunado con una mayor área de exploración por parte de estas, siendo este el principal órgano responsable de la adquisición de los nutrientes que la planta requiere. Comparado nuestros resultados con otros autores quienes indican que ciertas especies de *Bacillus* spp., promueven el desarrollo de las plantas debido a la síntesis de auxinas, citoquininas, vitaminas y etileno (Shipper et al., 1987; Glick, 1995). Van Veen *et al.*, (1997), coinciden que varias especies de *Bacillus* se consideran como bacterias del suelo promotoras del crecimiento (PGPSB = plant growth promoting soil bacteria); este fenómeno se explica con base en la producción de metabolitos (por ejemplo fitohormonas como el ácido indolacético) que estimulan el crecimiento de la planta, o por la supresión de la microflora dañina a la planta.

Peso Fresco de Bulbos de Cebolla en la Cosecha

La cosecha de cebolla se realizó a los 90 días después de la siembra (Figura 4). El peso representa el peso promedio por bulbo de cada tratamiento; este varió de 150 g en el testigo a 262.13 g con el tratamiento de Best ultra S (Cuadro 7). El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos, la prueba de medias indica que al final del ciclo los tratamientos que promueven un peso fresco de cebolla estadísticamente superior al testigo son el Best Ultra S y el Best (Cuadro 17). Dicho incremento representa un 74% para el Best Ultra y un 61% para el Best (Figura 5).

Cuadro 7. Peso fresco promedio del bulbo de cebolla a la cosecha.

Tratamiento	Dosis /ha	Peso fresco en g ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	150.50 b
2. Best	1.0 L	243.25 a
3. Best Ultra S	1.0 L	262.13 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	210.00 ab
5. Tiabendazol	1.0Kg	168.88 b

1. Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)
2. Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre si (Tukey 5%)

Los resultados obtenidos de peso fresco de bulbo, indican que el mayor efecto de peso se presentó en los tratamientos Best Ultra S y Best con 243.25 g y 262.13 g; muestra que el peso sucedió en el testigo con 150.55 g, en el tratamiento cuatro se contemplo que pudo haber sucedido una acción fungostática por parte del producto químico hacia el biológico, interfiriendo así en el óptimo desarrollo para que se obtuviese un mayor peso, esto respaldado con lo sucedido en el tratamiento con Tiabendazol donde se obtuvo un peso estadísticamente similar al testigo (Cuadro 17). Esto se puede atribuir a la acción que ejercen *B. subtilis* en las plantas por lo que se puede inferir que los tratamientos con microorganismos son una alternativa de control biológico, adecuados además de promover el crecimiento de las plantas. Nuestros datos son similares a los obtenidos por Zeilinger y Omann (2007), quienes mencionan que *Trichoderma* spp., se utiliza como agente de biocontrol contra hongos fitopatógenos como *Rhizoctonia* spp., *Pythium* spp., *Botrytis cinerea* y *Fusarium* spp., entre otros y ha demostrado su efectividad al reducir *in vivo* hasta un 65% la tristeza causada por *Phytophthora capsici* en pimiento (Ezziyani *et al.*, 2004). Considerando lo anterior, el uso de *Trichoderma* spp. es una alternativa con potencial para el control de muchas enfermedades; sin embargo, es importante obtener y evaluar aislados nativos con suficiente capacidad antagónica para controlar a los fitopatógenos en la misma localidad referida.

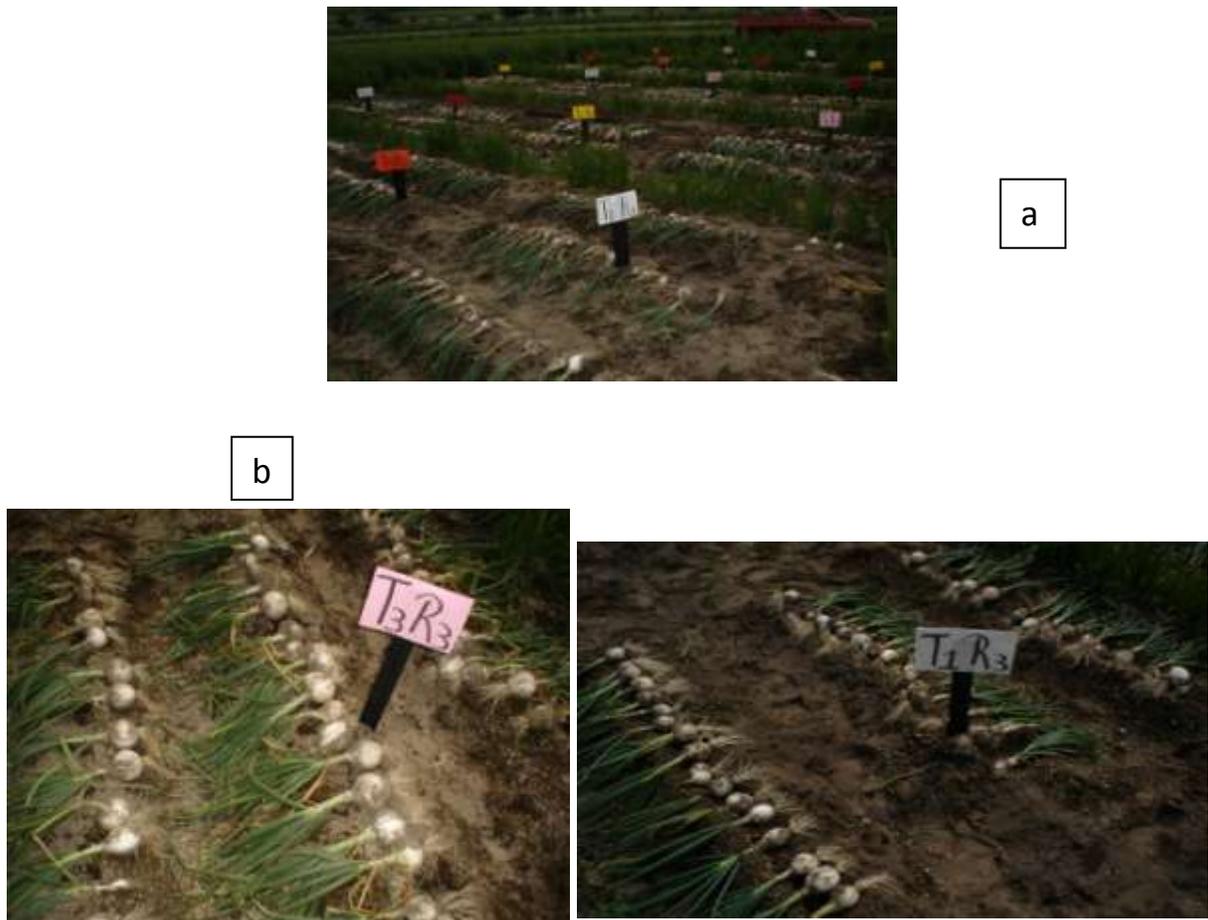


Figura 2. Cosecha de los bulbos de Cebolla a los 90 días después de la siembra (a), plantas tratadas con Best UltraS (b) y Plantas Testigo (c)

Diámetro del Bulbo de Cebolla a la Cosecha

El diámetro de los bulbos varió de 6.81 a 8.09 cm resaltando el tratamiento de Best ultra S (Cuadro 8). El análisis de varianza detectó diferencias estadísticas entre tratamientos, la prueba de medias indica que al final del ciclo los tratamientos que promueven los mejores diámetros del bulbo de cebolla y que son estadísticamente superiores al testigo son el Best Ultra S y el Best (Cuadro 18). Dicho incremento representa un 18.8% para Best Ultra y un 15.4% para el Best (Figura 6).

Cuadro 8. Diámetro del bulbo de cebolla a la cosecha.

Tratamiento	Dosis /ha	Diámetro del bulbo en cm ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	6.81 d
2. Best	1.0 L	7.85 ab
3. Best Ultra S	1.0 L	8.09 a
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	7.45 bc
5. Tiabendazol	1.0Kg	7.18 b

1. Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)
2. Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre si (Tukey 5%)



Figura 3. Aspecto del tamaño de diámetro de bulbo de cebolla cosechado, Testigo (T1), Best Ultra S (T3).

El diámetro de bulbo fue mayor en los tratamientos con Best y Best Ultra S, posiblemente por el sinergismo de los microorganismos que conforman los productos, el uso de bacterias y hongos benéficos favorecen para tener una mejor absorción de agua y nutrientes, suponiendo que el género *Trichoderma* es el más empleado en el control de enfermedades causadas por hongos y puede actuar por medio de una combinación de diferentes mecanismos de acción como antibiosis, competencia, micoparasitismo e inducción de resistencia a la planta que van a depender de la diferencia en cuanto a la producción de sustancias con capacidad inhibitoria en los diferentes aislamientos del antagonista, así como de la interacción existente con el aislamiento patógeno con la

planta. Nuestros resultados concuerdan con los obtenidos por Nelson (1991), quien indica que *Trichoderma* spp., ha demostrado su eficiencia en el control de fitopatógenos que atacan partes aéreas y de la raíz de las plantas.

Michel-Aceves *et al.*, (2001), quienes al evaluar el efecto antagónico de aislados nativos de *Trichoderma* spp, sobre el crecimiento del micelio y potencial reproductivo de *F. oxysporum* y *F. subglutinans*, los valores máximos de inhibición fueron del 47.6% y 73.0%. Michel-Aceves *et al* (2005), en otra investigación, reportan un porcentaje de inhibición de 77.8%, para *F. oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Synder y Hansen). En un trabajo similar Arzate *et al.* (2006), al evaluar a *Trichoderma* spp., sobre *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, seleccionaron 6 de 25 aislados que inhibieron al menos el 45% el crecimiento del micelio del fitopatógeno.

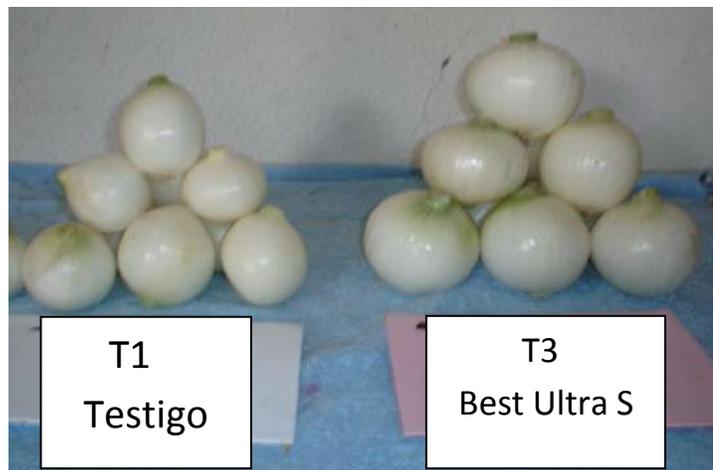


Figura 4. Aspecto del diámetro de bulbos de cebolla cosechadas, Testigo (T1), Best Ultra S (T3),

Incidencia de la Marchites de Plantas por *Fusarium* a la Cosecha.

La incidencia de la marchites de plantas por *Fusarium* a la cosecha vario de 24.55% en el Testigo a 12.11% con el tratamiento del Best Ultra S (Cuadro 9), El análisis de varianza detecto diferencias estadísticas entre tratamientos, la prueba de medias indica que al final del ciclo todos los tratamientos (Biológicos y Químicos) presentan menor incidencia de la enfermedad que el Testigo, sin embargo, los tratamientos que presentan los menores porcentajes de plantas marchitas son el

Best Ultra S, el Best y el Best+thiabendazol (Cuadro 9). Dicha disminución representa un 100% menos de plantas enfermas para el Best Ultra S y un 63% menos para el Best.

Cuadro 9. Incidencia de marchites por *Fusarium* en plantas de cebolla a la cosecha.

Tratamiento	Dosis /ha	Incidencia en % ^{1,2}
1. Testigo	1.0 L	24.55 a
2. Best	1.0 L	15.02 bc
3. Best Ultra S	1.0 L	12.11 c
4. Best+Tiabendazol	1.0 L+1Kg	16.01 bc
5. Tiabendazol	1.0Kg	18.02 b

1. Promedio de cuatro repeticiones (58 plantas)

2. Valores con distinta letra son estadísticamente diferentes entre sí (Tukey 5%)

Se observó una mayor incidencia de amarillamiento y secadera de plantas de cebolla en el testigo absoluto, obteniendo una reducción significativa en el rendimiento y la productividad del cultivo de cebolla en comparación con el resto de los tratamientos (Cuadro 18). Estos resultados indican que el uso de al menos uno de los tratamientos causa disminución de marchitamiento de plantas de cebolla, sin embargo Best Ultra S y Best, demostraron menor incidencia de 100% y 63% respectivamente, sobresaliendo por su acción inhibidora del patógeno, esto concuerda con lo descrito por Michel y Aceves (2001), que obtuvo un 47.6% de anhibición de *F. oxysporum* con las cepas T1, T4, y T16 de *Trichoderma* spp. Los tratamientos cuatro y cinco también mostraron una baja incidencia de la enfermedad, tomando en cuenta que se obtiene una disminución del 33% con la mezcla de Best y Thiabenzazol, es una alternativa para el control de *Fusarium oxysporum*.

CONCLUSIONES

No se observó ningún efecto del tratamiento químico Tiabendazol en promover la altura de planta, diámetro de tallo y peso fresco del bulbo de cebolla a la cosecha en relación al testigo.

Los tratamientos químicos y biológicos y la integración de estos, reducen la incidencia de la marchitez de la planta y aumentan la producción de la cebolla comparativamente a la obtenida en el testigo.

La incidencia de la enfermedad obtenida con el fungicida biológico Best Ultra S fue menor a la obtenida con el fungicida químico tiabendazol.

No se obtuvo ningún efecto fitotóxico de los tratamientos con los fungicidas biológicos Best y Best Ultra S en las diversas etapas fenológicas de las plantas de cebolla.

LITERATURA CITADA

- Agrios G. N. 2004. Fitopatología. Ed. Limusa. 2da. Edicion. México D.F. 838p.
- Baker, C.J., J.R. Stavely y N. Mock (1985). Biocontrol of bean rust by *Bacillus subtilis* under field conditions. Plant Disease 69: 770-775.
- Baker, R., Griffin, J. G. 1995. Novel approaches to integrated pest management . pp. 153-182 In: R, Reuveni (ed.). Molecular Strategies for Biological Control of Fungal Plant Phathogens. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 640 p.
- Bashad, Y., Holguin, G., y Ferrera-Cerrato, R. 1996b. Interacciones entre plantas y microorganismos benéficos. II. Bacterias asociativas de la rizósfera. Terra 14:195-210.
- Brada I. E., Quintana E., Pelaya e., Araujo T., 1995. Efecto de *Bacillus* sp. sobre la germinación y el desarrollo de semillas e tomate (*Lycopersicon esculentum mil.*) infestadas con *Fusarium oxysporum* var. *Cubensis*. Resúmenes bioplaguicidas 95. La Habana Cuba.Pp11.
- Bryan A. J. 1981. Bacteriología principios y prectucas. Ed C.E.C.S.A. sexta edición. México D. F. Pp. 162-163.
- Castell V. y Diez M. J. 2000. Colección de semillas de cebolla del centro de conservación y mejora de la agrodiversidad valenciana. Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria. Madrid, España. 99p.
- Cook R. J. and Baker K. F. 1985. The nature and practice of biological control of plant pathogens. The American Phytopathological society. 2da. Ed. St, Paul Minnesota. Pp 57 – 83.
- Duran, P. E., robles, M. F. Martinez. T. J., Brito. A. M. 2003. *Trichoderma* un hongo combatiente de patógenos. Revista técnico Ambiental 92: 20-27.

- Fernandez-Anaya O. 2008. Microencapsulación de *Bacillus* y *Trichoderma* en semillas de cebolla y su efecto en el Desarrollo y Producción del Cultivo. Tesis Licenciatura UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México. 48 p.
- Gallegos-Morales, G., Hernández-Castillo, F.D. y Cepeda-Siller, M. 2008. Antagonismo bacteriano para grupos de anastomosis de *Rhizoctonia solani*. X Congreso Mundial de *Trichoderma* y *Gliocladium*; VII Congreso Nacional de Fitopatología. San José de Costa Rica del 21 al 23 de Mayo. p 45.
- Guillén C. R., Hernández C. F. D., Gallegos M. G., Rodríguez H. R., Aguilar G. C., Padron C. E., Reyes V. M., *Bacillus* spp. Como Biocontrol en un Suelo Infestado con *Fusarium* spp., *Rhizoctonia solani* Kuhn y *Phytophthora capsici* Leonian y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo de chile (*Capsicum annuum* L.), Revista Mexicana de Fitopatología vol 24, No 002: pp. 105 – 114.
- González, R. M., G. L. Castellanos, F. M. Ramos y G. G. Pérez. 2002. Utilización de *Trichoderma* spp., para el control de hongos patógenos de la semilla y del suelo en el cultivo del frijol. Laboratorio Provincial de Sanidad Vegetal. 7 p.
- Gustafson. 1993. Technical Bolletin Kodiak, Plano Texaz E.U.A. 19P.
- Henis, Y., Adams, P. B., Lewis, J. A., Ppavisas, G. C., 1983. Penetration of *Sclerotium rolfsii* by *Trichoderma* spp. Phytopathology 73: 1043-1046.
- Hernández C.F.D., García J. C., Osorio E., Lara F. y Gallegos M.G. 2008. Antagonismo In vitro de 31 cepas de *Trichoderma* sobre *Phytophthora capsici*; agente causal de la Marchites del Chile. Memorias del X Congreso Mundial de *Trichoderma* y *Glicadium*. Del 21 al 23 de Mayo. San José Costa Rica
- Hernández-Castillo, F.D., García-Cortez, J.C., Osorio-Hernández, E., Lara-Victoriano, F. y Gallegos-Morales, G. 2008a. Actividad antagonista in vitro de 31 cepas de *Trichoderma* sobre *Phytophthora capsici* agente causal de la marchites del chile. X Congreso Mundial de *Trichoderma* y *Gliocladium*. San José de Costa Rica del 21 al 23 de Mayo. p 24.

- Hernández-Castillo, F.D., Osorio-Hernández, E. Lara-Victoriano, F., Gallegos-Morales, G. y Rodríguez-Herrera, R. 2008b. Estudios *in vitro* de 31 cepas de *Trichoderma* como agente de control biológico de la costra negra de la papa (*Rhizoctonia solani*). X Congreso Mundial de *Trichoderma* y *Gliocladium*. San José de Costa Rica del 21 al 23 de Mayo. p 24.
- Hernández, Castillo, F.D., Aguirre-Aguirre, A., Gallegos-M, G. y Chávez-Betancurt, C. 2008c. Efectividad biológica de *Bacillus* spp., Fungicidas sintéticos y orgánicos contra *Alternaria dauci* en el cultivo de zanahoria. X Congreso Mundial de *Trichoderma* y *Gliocladium*. San José de Costa Rica del 21 al 23 de Mayo. p 38.
- Hernández-Castillo, F.D., Gallegos-Morales, G., Lara-Victoriano, F. Ramos-Hernández, M y Chávez-Betancourt, C.2009. Potencial antagónico *in vitro* de *Trichoderma* sobre el desarrollo de *Fusarium oxysporum* agente causal de la marchites del chile (*Capsicum annuum* L.). XXXCongreso Latinoamericano de Fitopatología. Santiago de Chile, del 12 al 16 de Enero.
- Hernández-Suárez, M., Lira-Saldivar, R.H., Molina, G., Santos-Osorio, M., Hernández-Castillo, F.D. y Ruíz-Torres, N. 2008. Microencapsulados con *Bacillus subtilis* para promoción de germinación y crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*). I Congreso en Tecnología de Semillas y XIV Curso Internacional de Semillas, Saltillo, Coahuila del 27 al 29 de Octubre. p 64.
- Jiménez, Z.J. 1988. Control de Calidad de hongos entomopatógenos. Memoria XXI Congreso Nacional de control Biológico. Rio Bravo, Tamaulipas, México. P. 113.
- Lacy, M.L., Roberts, D.L. 1982. Yields of onion cultivars in Midwestern organic soils infested with *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* and *Pyrenochaeta terrestris*. Plant Disease 66:1003–1006.
- Liu S. and Baker R. 1980. Mechanism of biocontrol in soil and suppressive to *Rhizoctonia solani*. Phytopathology 70 (5): 404.411.

- Lagunas L. J., Zavaleta M. E., Osada S., Aranda O. S., Luna R. I., Vaquera H. *Bacillus firmus* como agente de control biológico de *Phytophthora capsici* leo. En Jitomate (*Lycopersicon esculentum*). Revista Mexicana de Fitopatología 19: 57 – 65
- Michel-Aceves, A. C., Otero-Sánchez, M. C., Martínez-Rojero, R. D., Rebolledo-Domínguez, O., Lezama-Gutiérrez, R., y Ariza-Flores, R. 2005b. Actividad micoparsítica in vitro de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium subglutinans* (Wollenweb. y Reinking) P. E. Nelson, T. A. Toussoun y Marasas y *F. oxysporum* Schlechtend.: Fr. Revista Mexicana de Fitopatología 23: 253-261.
- Pérez G. M. Márquez S. F. y Peña L. A. 1998. Mejoramiento Genético de Hortalizas Ed. Mundi Prensa. 2da edición. México D. F. 380p.
- Porcuna C. J., 2006. Manejo integrado de la cebolla (*Allium cepa*, L.) Área de Protección de los Cultivos de la Consejería de Agricultura, Pesca y Alimentación de la Generalitat Valenciana, España, pp15.
- productores de Hortalizas. Septiembre 2006. Meister Media Worldwide Willoughby, Ohio 44094, EUA.
- Ramos M. M. 2008. Efecto Antagónico *In vitro* de aislamientos de *Trichoderma* spp. sobre *Fusarium oxysporum*. Tesis de Licenciatura UAAAN. Buenavista Saltillo Coahuila México. 51 p.
- Rivera C. C. E. 2006. Efecto de la producción de cebolla (*Allium cepa*, L.) en diferentes edades de plántula a trasplante en tres diferentes condiciones de fertilización. Tesis de Licenciatura. Buena vista, Saltillo Coah. 83 p.
- Romero, C. S. 1996. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 361 p.
- SAS, Institute, Inc. 1988. SAS user's guide: Statistics. Release 6.03. Ed. SAS Institute Incorporation. Cary, NC, USA. 1028 pp.
- Samaniego-Gaxiola, J. A. y Gammez-Escobedo, I. A. 2000. Evaluación de residuos para mantener la sanidad de semillas inoculadas con *Trichoderma* sp. en

- suelo infestado con *Rhizoctonia solani*. Revista Mexicana de Fitopatología 18: 71-78.
- Schaad, N. W., Jones, J.B., and Chum, W. 2001. Laboratory Guide for Identification of Plant Pathogenic Bacteria. Third Edition. APS Press, St Paul, Minnesota, USA. 373 p.
- Schwartz H. F. and Krishman M. S. 1996. Compendium of Onion and Garlic Diseases. APS Press. Second printing. St. Paul Minnesota, USA. 87 p.
- Servicio de Información y Agroalimentaria y Pesca (SIAP) SAGARPA. México. 2008. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- Torres L. A. , Wong W., Miguel A., Fernández A., Amat Z. 2001. Actividad antagónica de especies de *Bacillus* spp. Contra *Rhizoctonia solani* y *Sclerotium rolfsii*. Revista Fitosanitaria.
- Valadez L. A. 1997. Producción de hoatalizas. Grupo Noriega Editores. Sexta reimpresión. México D. F. 298p.
- Van Veen. J.A., Van Oberbeek, L.S. and Van Elsas, J.D. 1997. Fate and activity of microorganisms introduced into soil. Microbiology Molecular Review 61: 21–135.
- Virgen C. G. 1990. Control biológico de *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* con *Bacillus subtilis* en sandía bajo condiciones de campo. Tesis Maestria UAAAN. Buenavista Saltillo, Coahuila, Mexico. 63p.
- Virgen C. G. y Lopez, J. N. 1992. Una bacteria antagónica a *Rhizoctonia solani* *in vitro*. Pp. 165. Memorias del XIX Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Saltillo Coahuila, Mexico. 219p.

APENDICE

Cuadro 1A. Altura de planta de cebolla expresada en cm a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos para el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	29	30	26	24	109	27.25
Best Ultra S	22.5	24.5	33.25	28.75	109	27.25
Best +Tiabendazol	29.25	22	24.5	27.5	103.25	25.812
Tiabendazol	29.5	26.75	27.25	32.5	116	29
Testigo	24.75	31	22.5	27.5	105.75	26.437

Cuadro 2A. Análisis de varianza de altura de planta de cebolla a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos para el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	4	22.9562500	5.7390625	0.47	0.7567
Error	15	182.9687500	2.1979167		
Total	19	205.9250000			

C.V.= 12.86%

Cuadro 3A. Diámetro del tallo de planta de cebolla expresada en cm a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamiento	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	0.685	0.9	0.88	0.785	3.25	0.8125
Best Ultra S	0.92	0.81	0.965	0.945	3.64	0.91
Best + Tiabendazol	0.79	0.93	0.92	0.8	3.44	0.86
Tiabendazol	0.95	0.95	0.78	0.83	3.51	0.8775
Testigo	0.58	0.66	0.525	0.66	2.425	0.60625

Cuadro 4A. Análisis de varianza del diámetro de tallo de planta de cebolla a los 30 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	4	0.23409500	0.05852375	9.15	0.0006
Error	15	0.09591875	0.00639458		
Total	19	0.33001375			

C.V.= 9.83%

Cuadro 5A. Altura de planta de cebolla expresada en cm a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	41.75	34	36.5	36	148.25	37.0625
Best Ultra S	41	36.5	52	51.5	181	45.25
Best + Tiabendazol	41.25	41.5	41	48.5	172.25	43.0625
Tiabendazol	43	34	46	47.5	170.5	42.625
Testigo	34	37	31.25	31.5	133.75	33.4375

Cuadro 6A. Análisis de varianza de altura de planta de cebolla a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	4	380.4562500	95.1140625	3.73	0.0268
Error	15	382.8281250	25.5218750		
Total	19	763.2843750			

C.V.=12.54%

Cuadro 7A. Diámetro del tallo de planta de cebolla expresada en cm a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	1.335	1.445	1.595	1.495	5.87	1.4675
Best Ultra S	1.6	1.77	1.815	1.86	7.045	1.76125
Best + Tiabendazol	1.453	1.315	1.275	1.64	5.683	1.42075
Tiabendazol	1.815	1.17	1.66	1.66	6.305	1.57625
Testigo	1.135	1.29	1.42	1.14	4.985	1.24625

Cuadro 8A. Análisis de varianza del diámetro del tallo de planta de cebolla a los 60 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Fuente	DF	cuadrados	la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	4	0.58525500	0.14631375	4.92	0.0098
Error	15	0.44625000	0.02975000		
Total correcto	19	1.03150500			

C.V.= 11.55%

Cuadro 9A. Altura de planta de cebolla expresada en cm a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	47.5	51.5	56	57.5	212.5	53.125
Best Ultra S	56	57.5	63	59.5	236	59
Best + Tiabendazol	43.25	47.5	49	56.5	196.25	49.0625
Tiabendazol	48	43	50	47	188	47
Testigo	43.5	45.5	43	42	174	43.5

Cuadro 10A. Análisis de varianza de altura de planta de cebolla a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	4	569.3000000	142.3250000	10.01	0.0004
Error	15	213.2343750	14.2156250		
Total	19	782.5343750			

C.V= 7.49%

Cuadro 11A. Diámetro del tallo de planta de cebolla expresada en cm a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	1.935	1.9	2.175	2.425	8.435	2.10875
Best ultra S	2.23	2.225	2.425	2.375	9.255	2.31375
Best + Tiabendazol	1.595	1.675	1.95	2.4	7.62	1.905
Tiabendazol	1.72	1.6	1.81	1.775	6.905	1.72625
Testigo	1.535	1.51	1.6	1.6	6.245	1.56125

Cuadro 12A. Análisis de varianza de diámetro del tallo de planta de cebolla a los 90 días después del trasplante con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	4	1.42834500	0.35708625	8.41	0.0009
Error	15	0.63692500	0.04246167		
Total	19	2.06527000			

C.V.= 10.72%

Cuadro 13A. Diámetro total de bulbos de cebolla expresada en cm en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	7.7075	7.775	8.1	7.8325	31.415	7.8537
Best Ultra	7.725	8.19	8.38	8.05	32.345	8.0862
Best + Tiabendazol	7.0925	7.55	7.3375	7.8375	29.8175	7.4543
Tiabendazol	7.55	6.92	7.065	7.1825	28.7175	7.1793
Testigo	6.685	6.8925	6.6725	6.975	27.225	6.8062

Cuadro 14A. Análisis de varianza de diámetro total de bulbos de cebolla en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Tratamientos	4	4.20847687	1.05211922	17.45	<.0001
Error	15	0.90432813	0.06028854		
Total	19	5.11280500			

C.V.= 3.28%

Cuadro 15A. Peso fresco de bulbos de cebolla expresada en g en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de la pudrición de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

Tratamientos	Repeticiones				Σ	\bar{X}
	I	II	III	IV		
Best	220	253	280	220	973	243.25
Best ultra S	215	143.5	318	272	948.5	237.125
Best + Tiabendazol	180	216.5	250	193.5	840	210
Tiabendazol	182.5	162.5	135	187.5	667.5	166.875
Testigo	135	144.5	172.5	150	602	150.5

Cuadro 16A. Análisis de varianza de peso fresco de bulbos de cebolla en cosecha en un cultivo con tratamientos químicos y biológicos en el control de enfermedades de la raíz de la cebolla y su efecto en el desarrollo y rendimiento del cultivo.

FV	GL	SC	CM	F	P > F
Modelo	4	36652.32500	9163.08125	10.11	0.0004
Error	15	13593.62500	906.24167		
Total correcto	19	50245.95000			

C.V.= 14.57%