

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**



Evaluación de Microorganismos Promotores de Crecimiento en Jitomate  
(*Lycopersicon esculentum* L.) bajo Condiciones de Invernadero

**POR:**

**FREEDMAN RUDIBET SUÁREZ LÓPEZ**

**TESIS**

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

**Ingeniero Agrónomo Parasitólogo**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo del 2010

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA**

Evaluación de Microorganismos Promotores de Crecimiento en Jitomate  
(*Lycopersicum esculentum* L.) bajo Condiciones de Invernadero

PRESENTADA POR:

FREEDMAN RUDIBET SUÁREZ LÓPEZ

Que se Somete a Consideración del H. Jurado Examinador como Requisito parcial  
para Obtener el Título de:

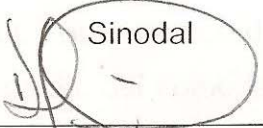
INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

APROBADA

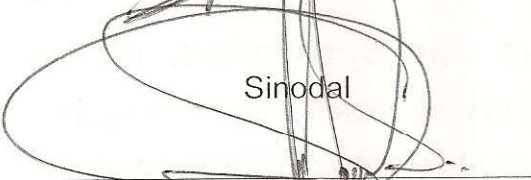
Presidente del Jurado

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

Sinodal

  
Dr. Francisco Daniel Hernández  
Castillo


Sinodal

  
Dr. Melchor Cepeda Siller

Sinodal

  
Dr. Ernesto Cerna Chávez

COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMÍA

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo

  
Coordinación  
de Agronomía  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Mayo 2010

## **AGRADECIMIENTOS**

**A JEHOVA.** Que me guió y me dio vida, salud y las fuerzas necesarias para lograr mis metas que me he propuesto en cada etapa de mi vida, y darme la oportunidad de compartir con mis seres queridos mis mayores anhelos de la vida.

**A MI ALMA MATER.** Por cobijarme en su lecho y brindarme todos los servicios que contribuyeron a que se cumpliera mis sueños de ser un profesional, por eso y muchas cosas más que me brindó durante mi estancia gracias UAAAN.

**AL DR. GABRIEL GALLEGOS MORALES.** Quien fue un pilar importante durante la realización de este proyecto tan importante, ya que me brindo su tiempo y conocimiento necesario para terminar con éxito en mi formación profesional.

**AL DR. FRANCISCO DANIEL HERNÁNDEZ CASTILLO.** Por su tiempo dedicación y sus conocimientos aportados para la realización del trabajo, así como la formación académica durante la estancia en la UAAAN.

**AL DR. ERNESTO CERNA CHAVEZ.** Por su valioso tiempo, dedicación y conocimientos empleados para la revisión y realización de este proyecto, así como la formación académica empleada en la institución.

**AL. DR. MELCHOR CEPEDA SILLER.** Por su gran apoyo y conocimiento a lo largo de mi formación profesional y realización del presente trabajo.

**AL M.C. CLAUDIO RÍOS VELASCO.** Por su apoyo en la revisión de este proyecto de investigación profesional.

**A MIS MAESTROS.** Que compartieron a lo largo de mi formación profesional que gracias a sus grandes conocimientos, todos y cada uno de nosotros es un paso importante en nuestra vida.

## DEDICATORIA

### A MIS PADRES:

GABINO SUÁREZ MORALEZ  
y  
LOIDA LÓPEZ HERNÁNDEZ

*Por brindarme la dicha de crecer en el seno de la mejor familia del mundo, por inculcarme la importancia de los valores más elementales. Los de la familia. Gracias por depositar esa gran confianza en mí y por ser mi motivo de salir adelante, ya que gracias al apoyo incondicional que recibí de ustedes en todos los aspectos, ahora soy una persona de éxito, se los agradezco infinitamente ya que además de ser mis padres son mis grandes amigos. Los amo mucho y que Jehová siempre los bendiga.*

### A MIS HERMANOS:

*J. Ruvisel y su hermosa familia.  
Mayra Bexí  
Carlos Antonio  
Gabino Abisai*

*Por depositar la confianza en mí y por brindarme el apoyo incondicional para terminar mi formación profesional. Gracias hermanos, los quiero mucho.*

## **A TODOS MIS FAMILIARES:**

*Gracias por preocuparse siempre por mí y brindarme su cariño, por los consejos sabios que me dieron ya que gracias a ellos ahora puedo estar orgulloso de culminar con toda una vida por delante llena de alegría, satisfacción y compromiso. Gracias por todo, les estaré eternamente agradecidos.*

## **A MI NOVIA**

*Por el amor y el apoyo que me ha brindado incondicionalmente en esta etapa de mi vida y en la culminación de mi formación profesional, ya que en las buenas y malas siempre ha estado conmigo, a ella le debo gran parte de este logro obtenido.*

## **A MIS AMIGOS (A)**

*A todos mis compañeros de generación, ya que de las grandes experiencias vividas con ellos surgieron muchas cosas que han sido parte de mi formación profesional. Compañeros. Gracias por su apoyo y amistad.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
<b>INDICE DE CUADROS.</b> . . . . .	<b>Viii</b>
<b>INDICE DE CUADROS DEL APENDICE.</b> . . . . .	<b>ix</b>
<b>INTRODUCCIÓN.</b> . . . . .	<b>1</b>
<b>OBJETIVO.</b> . . . . .	<b>2</b>
<b>HIPÓTESIS.</b> . . . . .	<b>2</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA.</b> . . . . .	<b>3</b>
Importancia Mundial. . . . .	4
Clasificación Botánica. . . . .	4
Clasificación Agronómica. . . . .	4
Características del Cultivo de Tomate. . . . .	5
Plagas. . . . .	6
Enfermedades. . . . .	7
Marchitez por <i>Verticillium</i> . . . . .	8
Marchitez por <i>Fusarium</i> . . . . .	9
Marchitez por <i>Rhizoctonia solani</i> . . . . .	11
Control Cultural. . . . .	12
Control Genético. . . . .	12
Control Químico. . . . .	12
Control Biológico. . . . .	13
Uso del genero <i>Bacillus</i> como antagonista. . . . .	14
Biocontrol de los antagonistas. . . . .	15
Mecanismos Indirectos de Biocontrol. . . . .	17
Mecanismos Directos de Biocontrol. . . . .	18
Agentes microbianos promotores de crecimiento. . . . .	19
<i>Bacillus subtilis</i> . . . . .	19
<i>Trichoderma harzianum</i> . . . . .	22
<b>MATERIALES Y MÉTODOS.</b> . . . . .	<b>27</b>
Ubicación del Experimento. . . . .	27
Establecimiento del cultivo. . . . .	27

Aplicación de los tratamientos. . . . .	28
Toma de datos. . . . .	28
Diseño Experimental. . . . .	29
Manejo del cultivo. . . . .	29
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN. . . . .</b>	<b>31</b>
<b>CONCLUSIONES. . . . .</b>	<b>38</b>
<b>LITERATURA CITADA. . . . .</b>	<b>39</b>
<b>APÉNDICE. . . . .</b>	<b>48</b>

## INDICE DE CUADROS.

cuadro		Pag.
1	Incremento de la producción en toneladas de jitomates en el 2007 respecto al 2002. . . . .	3
2	Tratamientos evaluados para analizar la efectividad de <i>Bacillus</i> spp y <i>Trichoderma harzianum</i> en jitomate bajo condiciones de invernadero. . . . .	28
3	Altura de plantas de jitomate a los 3 días posteriores a la siembra tratadas con diversos agentes antagónicos promotores del crecimiento. . .	31
4	Efecto promotor de crecimiento de microorganismos sobre la altura final de planta de jitomate bola bajo condiciones de invernadero. . . .	32
5	Longitud final del tomate indeterminado y su relación con la aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp., al término de la cosecha. . . . .	33
6	Diámetro del tallo del jitomate 3 días posteriores a la aplicación de <i>Bacillus</i> sp., o <i>Trichoderma harzianum</i> promotores del crecimiento bajo condiciones de invernadero. . . . .	33
7	Comportamiento del diámetro final de la planta de jitomate bajo la aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp., bajo condiciones de invernadero. . . . .	34
8	Comportamiento final del diámetro del tallo de la planta de tomate bajo la aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp., en condiciones de invernadero. . . . .	35
9	Efecto de los antagonistas del tipo <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp. en la producción total de jitomate bajo condiciones de invernadero . . . . .	35
10	Comportamiento del número de jitomates producidos por planta bajo condiciones de invernadero y tratadas con <i>Bacillus</i> ssp y <i>Trichoderma harzianum</i> . . . . .	36



## INDICE DE CUADROS DEL APENDICE.

Cuadro		Pag.
1	Incremento de la producción en toneladas de jitomates en el 2007 respecto al 2002. . . . .	49
2	Tratamientos evaluados para analizar la efectividad de <i>Bacillus</i> spp y <i>Trichoderma harzianum</i> en jitomate bajo condiciones de invernadero. .	49
3	(ANVA) Altura de plantas de jitomate a los 3 días posteriores a la siembra tratadas con diversos agentes antagónicos promotores del crecimiento. . . .	49
4	(ANVA) para evaluar el efecto promotor del crecimiento de microorganismos sobre la altura final de la planta bajo condiciones de invernadero. . . . .	50
5	(ANVA) Para evaluar el efecto de los agentes antagónicos de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp. en el crecimiento total de la planta a partir del establecimiento del cultivo hasta la cosecha. . . . .	50
6	(ANVA) Diámetro inicial de tallo 3 días posteriores a la plantación tratada con diferentes antagónicos promotores de crecimiento. . . . .	51
7	(ANVA) Para evaluar el efecto de los tratamientos aplicados para determinar el diámetro final de la planta de jitomate bola bajo condiciones de invernadero. . . . .	51
8	(ANVA) Para evaluar el efecto de los antagonistas <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp. en el crecimiento total del diámetro, a partir del establecimiento del cultivo hasta la cosecha. . . . .	52
9	(ANVA) Para evaluar el comportamiento del cultivo del tomate a la aplicación de <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp. en la producción total. . . . .	52
10	(ANVA) Para evaluar el comportamiento del numero de tomate producido por planta bajo condiciones de invernadero, tratadas con <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Bacillus</i> spp. . . . .	53

## INTRODUCCIÓN

El jitomate es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la mano de obra que genera. Es el principal producto hortícola de exportación, ya que representa el 37 % del valor total de las exportaciones de legumbres y hortalizas y el 16 % del valor total de las exportaciones agropecuarias, solo superada por el ganado vacuno. Existen varias clasificaciones del jitomate, de acuerdo a su crecimiento, color o forma; siendo ésta lo que ha predominado para su comercialización en nuestro país. Existen notables diferencias en cuanto a los sistemas y técnicas culturales empleadas por los horticultores. Esta hortaliza es muy cotizada, contiene las vitaminas más importantes para la dieta humana, además de ser una importante materia prima para la industria de la transformación (FAO, 2002).

En México, la región de Veracruz y Puebla son considerados como el centro de domesticación más importante, esto por el gran número de evidencias históricas y lingüísticas; el nombre del jitomate proviene de la palabra náhuatl “tomatl” que significa “agua gorda” así como por otras características de tipo etnobotánica. Se considera también que nuestro país, fue el centro de domesticación más importante (Rick, 1976).

Para el manejo integrado de plagas en la agricultura orgánica y sustentable, el uso de microorganismos tiene un potencial considerable como agentes de biocontrol, biofertilizantes, estimulante del crecimiento vegetal. Se considera a las bacterias, principalmente al género *Bacillus sp*, como una de las alternativas viables para el cultivo del jitomate en el manejo de la marchitez y la promoción del crecimiento vegetativo. Considerando las grandes ventajas del empleo de microorganismos se

planteó el siguiente objetivo: Evaluar el efecto promotor de *Bacillus subtilis* (J-1), *Bacillus amyloliquefasciens* (BCC-1) y *Trichoderma harzianum* sobre el crecimiento del cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum*) bajo condiciones de invernadero.

**Palabras clave.** Antagonismo, *Bacillus subtilis*, *Trichoderma harzianum*, control biológico, *Bacillus amyloliquefasciens*.

## HIPÓTESIS

Se espera que al menos uno de los cinco tratamientos aplicados pudiera tener un efecto positivo en promover el crecimiento, desarrollo y producción de cultivo de jitomate.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Generalidades del cultivo

El cultivo del jitomate (*Lycopersicum esculentum*), es originario del Perú, Ecuador y México, e introducido a Europa en el siglo XVI; al principio, fue cultivado como planta de ornato. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano y actualmente ocupa un lugar importante entre las hortalizas en el mundo. Además, es una importante materia prima para la industria de transformación (FAO, 2002).

### Importancia Económica y Distribución Geográfica

El jitomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se presenta en el cuadro 1, este se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada (FAO, 2002).

**Cuadro 1.** Incremento de la producción en toneladas de jitomates en el 2007 respecto al 2002.

País	Producción (ton) 2002	Producción (ton) 2007	Diferencia en ton.
China	25.466.211	33.596.881	8.130.670 ↑
E. Unidos	10.250.000	14.185.180	3.935.180 ↑
Turquía	9.000.000	9.945.043	945.043 ↑
India	8.500.000	10.054.600	1.154.600 ↑
Italia	7.000.000	6.530.162	469.838 ↓
Egipto	6.328.720	8.639.024	2.310.304 ↑
España	3.600.000	3.664.100	64.100↑
Brasil	3.518.163	3.431.230	86.933↓
Rep. Islámica de Irán	3.000.000	5.000.000	2.000.000↑
México	2.100.000	3.150.353	1.050.000↑
	(FAO, 2002).	(FAO. STAT 2007).	

↑ Incremento de toneladas.

↓ Disminución de toneladas

## Importancia Mundial del Jitomate

El jitomate tiene gran importancia mundial por su variedad de usos; consumo en fresco, como ingrediente en jugos, pastas y bebidas, por su valor nutritivo y su alto valor comercial por unidad de superficie cultivada (FAO, 2002).

La producción mundial de jitomate es, aproximadamente, de 36, 000,000 ton por año, cultivadas en 1, 8000,000 ha. El área cultivada comprende un 30 % del total de las hortalizas. Esta situación justifica el desarrollo de grandes esfuerzos para resolver los problemas que limitan su producción (FAO, 2002).

## Posición Taxonómica

De acuerdo a Van Haeff (1995) el cultivo de jitomate ha sido clasificado taxonómicamente de la siguiente manera:

Reino..... Plantae  
División..... Magnoliophyta  
Clase..... Magnoliopsida  
Subclase..... Asteridae  
Orden..... Solanales  
Familia..... Solanaceae  
Género..... *Lycopersicum*  
Especie..... *esculentum*

## Clasificación Agronómica

Anderlini *et al.* (1997) Mencionan que según el hábito de crecimiento, se pueden distinguir dos tipos de jitomate; que son los determinados y los indeterminados. La planta de crecimiento determinado es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. El jitomate tipo indeterminado crece hasta alturas de dos metros o más, el crecimiento vegetativo es continuo y la inflorescencia no es apical sino lateral.

## **Características del Cultivo de Jitomate**

**Sistema radicular.** Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Adentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en absorber agua y nutrientes (Maroto, 2000).

**Tallo principal.** Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias (Nuez, 1995).

**Flor.** Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo rasemoso, es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores (Smit, 1994).

**Fruto.** Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona pedicular de unión al fruto (Maroto, 2000).

## **Fisiología del Jitomate**

Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del jitomate dependen de las condiciones climáticas, suelo y de las características genéticas de la variedad. Del momento de la siembra a la emergencia transcurren entre 6 y 12 días. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación, es de 20 a 25 °C. Desde la emergencia hasta el momento del trasplante ocurren entre 30 y 70 días. El tiempo que las plantas permanecen en el semillero depende de la variedad del tomate, de las técnicas de cultivo y de los requisitos de crecimiento. La coloración del fruto se debe a la acumulación de pigmentos (FAO, 2002).

**Luminosidad.** En cuanto al balance de luz, los jitomates son exigentes, por lo que requiere una cantidad de alrededor de 12 horas luz y alta intensidad. Durante el ciclo otoño-invierno los jitomates empiezan a fructificar mas tarde en comparación con las siembras realizadas durante la primavera-verano, esto debido a la menor intensidad de luz (Casseres, 1981).

**Suelo.** El jitomate se puede sembrar en diferentes suelos, sin embargo la mayor producción y calidad se obtiene en suelos francos, que sean ligeros con tendencia a una textura más arenosa, debido a su buen drenaje y evitar problemas con patógenos. Debido a que la mayor cantidad de raíces se encuentran superficialmente, es recomendable no sembrar en suelos compactados o pedregosos (Zalom, 1990).

**Fertilización.** El jitomate es un consumidor de nutrientes, por lo cual es capaz de producir altos rendimientos. Para satisfacer sus requerimientos nutricionales se emplean grandes cantidades de fertilizante, ya que su consumo es económicamente beneficioso. Además, de mejorar el volumen, también aumenta la cantidad de los frutos (Edmond *et al.*, 1984).

**Propagación.** El jitomate se propaga mediante semilla, esta debe estar limpia porque la parte gelatinosa que rodea a la semilla fresca puede contener partes virosas. Un tratamiento de calor a 42 °C durante unas tres horas previene la infección de cáncer y marchitez. (FAO, 2002).

### **Plagas del Cultivo de Jitomate.**

Dentro de las plagas más importantes se encuentran; Gusano cortador (*Agrotis spp*), grillo (*Acheta domesticus* y *Gryllus bimaculatu*), hormiga (*Solenopsis*), pulgones (*Myzus persicae*), arañita roja (*Tetranychus urticae*), gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), falso medidor (*Trichoplusia ni*), gusano de cuerno (*Manduca sexta*), entre otras. Algunos insectos pueden ser transmisores de virus, por lo que los frutos

atacados maduran disparejos. En el lugar del picado se endurece la carne del fruto (Van Haeff, 1995).

### **Enfermedades del Cultivo de Jitomate**

El cultivo del jitomate se ve mermado por enfermedades ocasionadas por hongos, bacterias, nematodos y virus. Dentro de las enfermedades fungosas, sobresalen los hongos que ocasionan marchitez en las plantas; tales como: *Verticillium*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*, entre otros (Stainer y Doudoroff, 1977; Fravel, 1988; Schippers *et al.*, 1987; Weller, 1988).

Los patógenos asociados a este complejo, pertenecen a reinos y ordenes diferentes, por lo que el control químico tiene que ser con una mezcla de fungicidas, lo que incrementa el costo del cultivo, además de no ofrecer un control satisfactorio; es por ello que se empieza a incorporar la aplicación de productos orgánicos para sustituir el químico (FAO, 2002). Existen diferentes tipos de enfermedades en este cultivo siendo las más importantes las de origen patológico (Mendoza, 1996). Las enfermedades causadas por hongos son entre otras; Marchitez, ahogamiento o Damping Off provocadas por *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*, *Pythium*, *Verticillium*, el moho de la hoja *Cladosporium fulvum*, la mancha de *Septoria* o viruela *Septoria lycopersici*, la pudrición radicular de esclerotinia, pudrición húmeda del fruto, mancha bacteriana *Pseudomonas syringae*. Las enfermedades de origen fisiogénicas que son causadas por deficiencia de magnesio, grietas concéntricas, grietas radiales y malformación de las flores o de la inflorescencia. Bryan, (1974), explica que las enfermedades causadas por virus son el mosaico amarillento (TYLV), el mosaico común, entre otras.

El síntoma de marchitez, se refiere a la etapa en el que las plantas pierden vigor, y sus tejidos, hojas, tallos o frutos pierden la turgencia normal (García, 1980), por su naturaleza, pueden ser de origen fisiológico, el cual es ocasionada por condiciones de baja humedad en el suelo o exceso de evapotranspiración (Manners,



1993) y de origen patológico, el cual principalmente es ocasionado por necrosis del sistema radical o del cuello de las plantas (Sarasola, 1975).

### **Importancia de la marchitez**

Esta enfermedad se puede presentar en cualquier etapa fenológica del cultivo. Si no se toman medidas preventivas como tipos de suelo, aplicación de fungicidas y manejo racional del agua de riego, las pérdidas ocasionadas pueden alcanzar hasta el 100 % (Ayvar *et al.*, 1994).

### **Organismos causales**

Van Haeff, 1995. Menciona que los hongos que ocasionan la marchitez, ahogamientos o damping off son; *Verticillium spp.*, *Fusarium oxiporum*, *Pythium*, *Rhizoctonia solani*, *Phytophthora infestans*.

### **Marchitez por *Verticillium spp.***

#### **Ubicación Taxonómica.**

Alexopoulos *et al.* (1996) sugieren que este género es considerado como un estado asexual de un hongo de la clase Ascomycetes del Reino Fungi.

**Distribución.** La penetración se realiza en el suelo, favorecida por heridas en las raíces. Las temperaturas del suelo son las determinantes de la infección. Aparecerán síntomas marcados únicamente cuando las temperaturas del suelo entre 20-24° C se combinen con las del aire 16-20-24° C, ó a 28° C para el suelo y aire (Agris, 1996).

**Daños e importancia.** Anaya (1999) reporta que el efecto sobre el cultivo es una disminución importante del rendimiento total y una disminución del tamaño de los frutos.

**Síntomas.** El primer síntoma es amarillamiento de las hojas viejas, con una ligera marchitez en las puntas de las yemas o brotes. Las hojas viejas se caen y la “corona” de la planta se deshoja. Las hojas además de tener un color opaco se encrespan hacia arriba. Todas las ramas son uniformemente afectadas y tienen la tendencia de ser menos erectas que las de las plantas sanas. Las plantas pueden sobrevivir pero se quedan pequeñas y producen frutos pequeños (Anaya, 1999).

**Etiología.** El micelio es delgado, en un comienzo hialino, luego grisáceo-negrusco, por la formación de los esclerocios, con porciones algodonosas blanquecinas. Los conidióforos son abundantes, rectos, hialinos, con ramificaciones “verticiladas” con 2-4 fiálides por cada “verticilo” o nudo. Los conidios -elipsoidales, cilíndricos, hialinos, generalmente unicelulares- nacen individualmente en el ápice de la fiálide. (Mendoza, 1996).

**Marchitez por *Fusarium* spp.**

### **Ubicación Taxonómica**

Alexopoulos *et al.* (1996) sugieren que este género es considerado como un estado asexual de un hongo de la clase Ascomycetes del Reino Fungi.

**Distribución.** *F. oxysporum* es uno de los fitopatógenos nativos del suelo más ampliamente distribuidos y de mayor importancia, sin duda, esta especie es la de mayor distribución y la que posee mayor número de hospederos (Romero, 1993).

**Daños e importancia.** En México la enfermedad fue identificada por Crispín *et al.* (citado por Virgen, 1990), quienes lo reportan como el principal problema patológico en el cultivo de jitomate, en zonas productoras de Durango y Zacatecas donde ocasiona pérdidas que alcanzan hasta el 60 %. Álvarez (2003) considera que en el estado de Sinaloa sin un programa de manejo adecuado, las pérdidas pueden superar el 90 %.

**Síntomas.** La marchitez causada por *F. oxysporum* comienza con una ligera clorosis del follaje superior, que progresa en pocos días a una marchitez permanente con las hojas adheridas, para cuando estos síntomas son visibles, el sistema vascular de la planta se encuentra irremediablemente dañada, particularmente el tallo inferior y las raíces primarias (Ayvar *et al.*, 1994).

**Etiología.** Este hongo forma hifas hialinas, septadas y ramificadas; producen tres tipos de esporas asexuales. Los microconidios son hialinos, elipsoides, uni o bicelulares. Los macroconidios son hialinos, falcados, con tres a cinco septas, pueden ser producidos en esporodoquios. Las clamidiosporas son de pared gruesa, redondas, de forma intercalar o terminalmente en el micelio más viejo o en los macroconidios del hongo (Romero, 1993).

**Epidemiología.** *Fusarium* se encuentra naturalmente en el suelo en forma de clamidiospora, micelio asociado a fragmento de tejidos vegetales o a partículas de humus. Las clamidiosporas representan la fuente de inóculo primario (Álvarez, 2003).

Muerto el hospedero, *Fusarium* desarrolla un micelio algodonoso que esporula sobre la superficie del tejido muerto, donde produce una gran cantidad de microconidias, macroconidias y clamidiosporas, especialmente en tiempo húmedo (León, 1982). *F. oxysporum* tiene la capacidad de invernar sobre residuos orgánicos o con organismos de vida libre en el suelo, de esta forma puede sobrevivir en el, hasta 16 años, aun en ausencia de plantas susceptibles (Huang y Sun, 1978).

**Epifitiología.** El hongo infecta al hospedero por la penetración de la hifa a través de las raíces de las plantas, principalmente por la zona meristemática y por la epidermis de la zona de elongación y maduración de la raíz, también a través de heridas causadas por factores físicos y biológicos (Dixon, 1981).

## Marchitez por *Rhizoctonia solani*

### Ubicación taxonómica

La fase telomórfica *Thanatephorus cucumeris* es ubicada taxonómicamente por Agrios (1996), de la siguiente manera:

Reino.....Fungi

Phylum..... Basidiomycota

Clase..... Hymenomicetes

Orden..... Ceratobacidiales

Familia.....Ceratobasidiaceae

Género..... *Thanatephorus*

Especie..... *cucumeris*

Estado anamórfico de *Rhizoctonia solani*

**Síntomas.** En condiciones favorables el hongo ataca a las plantas antes de que emerjan o poco después de la emergencia. Las lesiones son hundidas y de tamaño variable, con coloraciones café canelas o café rojizo. Las áreas oscuras y necróticas son más evidentes cuando el tejido atacado es grande, si las condiciones son favorables, las lesiones se extienden y adquieren un aspecto hundido, que puede llegar a cubrir toda la base del tallo y destruir raíces, debilitando a la planta o causándole un acentuado amarillento. En las plantas de más de 15 cm de altura ocasiona marchitez, en las raíces se observan áreas necróticas que varían en tamaño de acuerdo con el desarrollo de la enfermedad.

**Daños e Importancia.** Este hongo patógeno es de mucha importancia económica, pues afecta a un gran número de cultivos tanto en México, como en países latinoamericanos y a nivel mundial. En nuestro país afecta a cultivos de frijol, tomate, chile, cebada, algodón, papa, etc., causando serios daños durante cualquier estado de desarrollo de la planta (Agrios, 1998).

**Distribución.** *R. solani* es un patógeno de distribución mundial que ocasiona pérdidas importantes en la mayoría de las plantas perennes y anuales incluyendo casi todos los cultivos hortícolas que se desarrollan en el suelo. Dentro de las enfermedades comúnmente causadas por este patógeno esta el llamado “damping-off” o secadera de plántulas y la podredumbre de las raíces (Agrios, 1998).

### **Métodos de Control de la Marchitez**

**Cultural.** Son las prácticas normales de un cultivo que pueden ser utilizadas para reducir la incidencia de una enfermedad, entre las más usadas por su eficacia se encuentra la rotación de cultivos, creación desfavorable para los patógenos (Agrios, 1998; Pérez *et al.*, 2004).

**Genético.** Es el que se basa en la tolerancia o resistencia genética de las plantas aplicados a la agricultura, tales como las variedades de Híbridos indeterminado Monte Carlo, Park`s Whopper, Super Fantastic y Terrific, por mencionar algunas, por lo tanto es oportuno y estratégico la formación de materiales genéticos que presenten niveles de producción cercanos a los híbridos, y que sean costeables por el bajo costo de semilla, rendimiento y calidad del fruto, así como por la tolerancia a enfermedades (Acosta y Luján, 2004).

**Químico.** Está basado en la aplicación de agroquímicos para el control de enfermedades; es decir, dependen del uso y la acción de una sustancia química que reduce la cantidad de inóculo del patógeno, por lo que comúnmente se utiliza el término de fungicida para referirse a los productos químicos que controlan las enfermedades de las plantas (Baude *et al.*, 1974). Rodees *et al.*,(1979) y Aharonson y kafkafi (1975), estudiaron los mecanismos de absorción, movilidad y persistencia de Tiabendazol (Tecto-60) demostrando la acción sistémica del Tiabendazol en numerosas plantas cultivadas como chile y jitomate. Además está la dinámica de la absorción, traslocación y desaparición del Tiabendazol en estos cultivos.

Muller *et al.*, (1972) encontraron que los síntomas causados por *F. oxysporum* y *Verticillium albo-atrum* en plántulas de jitomate fueron restringidas cuando el suelo fue tratado con Tiabendazol a concentraciones de 25 – 50 ug. El Tiabendazol persistió en las plántulas 7 días después de que fue absorbido por las raíces y persistió en el suelo por 5 meses. En 1968, Garibaldi reporto la eficacia de Tiabendazol en el tratamiento de los suelos para el control de la marchitez de los claveles, en concentraciones de 0.5 – 1.0 g/m<sup>2</sup>, cada una o dos semanas de intervalo para el control de la marchitez por *Verticillium*.

**Biológico.** El control biológico se define como la reducción del inóculo del patógeno o de su capacidad de producir enfermedad mediante la acción de uno o más organismos excluyendo al hombre. Este tipo de control es un área de investigación relativamente nueva, y promete ser una de las formas aceptables en el control de las enfermedades de las plantas, debido a la compatibilidad con equilibrio ecológico y a la amplia posibilidad de usarse en programas de manejo integrado, tal es el caso del control de enfermedades causadas por bacterias u hongos, que se controlan con microorganismos (Zavaleta, 1994 y Álvarez, 2003).

El control biológico basado en microorganismos antagónicos, (*Bacillus spp*; *Pseudomonas spp*) parásitos (*Trichoderma spp.*) o que producen antibiosis sobre el patógeno; es una de las formas aceptables de control de enfermedades de las plantas. Dentro de estos microorganismos se encuentran las rizobacterias, (*Bacillus* y *Actinomicetos*) que constituyen la línea frontal de defensa entre los fitopatógenos nativos del suelo y las raíces de las plantas, siendo candidatos ideales para usarse en la reducción de enfermedades. Frecuentemente se asocia la promoción del crecimiento de las plantas con rizobacterias (Promotion of the Growth of the Plants for Rizobacteria) con el control biológico; ya que, son también capaces de proteger a las plantas contra el ataque de fitopatógenos (Jiménez *et al.*, 2001).

## **Obtención y Aislamiento de Microorganismos**

Ehrenberg (1872) menciona que *Bacillus subtilis* es un habitante del heno, polvo, suelo y agua principalmente. Esta especie es fácil de aislar del suelo y se encuentra entre los organismos más frecuentes que aparecen cuando se siembran muestras de tierra en placas de agar. La parte seleccionada para ser muestreada (raíz, tallo, hoja) es lavada de una a tres o más veces en una solución extractora buffer, por ejemplo agua peptonada o Butterfield buffer, durante el lavado se debe de agitar la solución con la muestra por un período de tiempo de 20 minutos alrededor de 100-120 rpm. De cada lavada se hacen diluciones de 1:10 hasta 1:1, 000,000 o según sea necesario y cada una de estas se siembra por separado en cajas de petri con medio de cultivo apropiado, pudiendo ser este específico para el organismo deseado o bien uno general como el papa-dextrosa-agar (PDA), sembrando una cantidad pequeña para controlar mejor el aislamiento y posible contaminación, la cantidad a sembrar oscila entre 0.1 a 0.5 ml de la solución obtenida del lavado y dilución. Ya obtenido crecimiento en las cajas, se aíslan las colonias deseadas hasta obtener cultivos puros y de estas se obtienen los organismos que deberán de ser debidamente identificados para posteriormente ser utilizados en pruebas *in vitro* contra los microorganismos que se van a controlar (García, 2002).

## **Uso del Genero *Bacillus* como antagonista**

Las especies del género *Bacillus* más frecuentes usada para el biocontrol para patógenos son: *Bacillus subtilis*, *Bacillus pumilus* y *Bacillus amyloliquefasciens*.

## **Características Morfológicas del genero *Bacillus*.**

*B. subtilis* presenta 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  $\mu$  y 1  $\mu$ , su formación de esporas es ecuatorial, dichas esporas son subterminales, ovales, que germinan, lateralmente, mide 1.2  $\mu$  por 0.6  $\mu$ . Son bacterias de tipo gram (+) y además no son ácido resistentes, su flagelación es peritrica con 8 ó 2 flagelos (Bryan *et al.*, 1974).

## **Fisiología y Composición.**

La temperatura óptima para el desarrollo de esta bacteria es de 37 °C, es aeróbica y anaeróbica facultativa, posee una producción baja de ácido sulfhídrico, no forma indol, sus esporas son capaces de resistir la ebullición durante horas y crecen en un amplio rango de pH, temperatura y NaCl (Gustafson, 1993).

Tschen (1987) (citado por Díaz, 1990), estudió *in vitro* a *B. subtilis* como antagonista de *R. solani* y reportó que en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) el patógeno forma engrosamiento de las hifas y acumulación de sustancias quitinosas; además de que el filtrado de la bacteria antagónica, estimula la formación de esclerocios de *R. solani*. Sustancias antibióticas aisladas de *B. subtilis*, así como la suspensión de las mismas bacterias, inhiben el desarrollo de la lesión causada por la infección de *Rhizoctonia*; sin embargo, las sustancias fueron más efectivas que la suspensión de bacterias.

## **Antibiosis**

Se refiere a la generación de subproductos con capacidad de inhibición del crecimiento o reproducción. Estos subproductos pueden ser antibióticos u otra sustancia como los fenilpirroles clorados (pirrolnitrina) y otros. Los organismos que presentan una mayor frecuencia para actuar de esta forma son las bacterias y si el subproducto producido es un antibiótico, esto puede ser en un momento dado una desventaja, pues al consumidor no le agrada ingerir antibióticos en cantidades y fuentes fuera de las tradicionales o necesarias, aparte del riesgo de desarrollar resistencia a los mismos.

## **Parasitismo**

Este es el caso en el que el microorganismo o los microorganismos seleccionados, parasitan al organismo patógeno. Este mecanismo de acción es tal vez los más efectivos y duraderos de los mecanismos de acción ya que el desarrollo de resistencia es nulo o más remoto que suceda y su efecto es rápido y efectivo.



## Competencia por Espacio y Nutrientes

Este mecanismo de acción también es de los más efectivos pues la competencia establecida entre el agente antagónico y el organismo problema, permite el desarrollo del antagónico y no el del problema. Aquí como en la mayoría de los casos, el momento de aplicación, la dosis a utilizar y el modo de aplicación son críticos para obtener los mejores resultados (Guerrero, 2009).

*B. subtilis* produce un efecto inhibitorio sobre los agentes patógenos, esto lo realiza de dos formas. El primero consiste en la ocupación de un nicho, teóricamente por la presencia de *B. subtilis* en la superficie de la raíz, metabolizando los exudados que pueden ser utilizados por los patógenos, lo que hace que sea suficiente para inhibir el ataque de los patógenos. El segundo por el efecto inhibitorio de *B. subtilis* sobre los patógenos, que 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 patógenos. Este género produce enzimas hidrolíticas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos. También producen antibióticos como por ejemplo la bacitracina, polimixina, tirodicina, etc. El antibiótico es producido cuando el cultivo entra en fase estacionaria de crecimiento y después se efectúa la esporulación. *B. subtilis* al ser enfrentado en la placa de medio de cultivo con *Rhizoctonia solani* reduce el crecimiento micelial de este e inhibe la formación de esclerocios (Gustafson, 1993).

Jiménez *et al.*, (2001) mencionan que los microorganismos con efecto benéfico en la planta pueden tener un potencial considerable como agentes de biocontrol y biofertilizantes. Las bacterias promotoras del crecimiento de plantas son conocidas como PGPR (promoting growth plant rhizobacteria) y fue definido por Kloepper como bacterias habitantes de la raíz que estimulan significativamente el crecimiento de plantas. En años recientes se ha caído en cierta controversia, ya que no se sabe hasta qué punto se puede considerar a una rizobacteria como PGPR, por lo que se han establecido cuatro características que definen este grupo:

- (a) Que no requieran de la invasión interna de tejidos en plantas, como ocurre en hongos micorrízicos con la formación de arbusculos o nódulos en el caso de *Rhizobium*.
- (b) Que tengan una elevada densidad poblacional en la rizósfera después de su inoculación, ya que una población que declina rápidamente tiene una baja capacidad competitiva con la microflora nativa del suelo.
- (c) Que presenten capacidad de colonización efectiva en la superficie de la raíz y, como consecuencia, puedan influir positivamente en el crecimiento de la planta.
- (d) Que no produzcan daño en el hombre ni a otros microorganismos.
- (e) En cuanto al efecto positivo sobre el crecimiento de las plantas, las PGPR pueden actuar de manera indirecta o directa:

Investigaciones realizadas en laboratorio, invernadero y campo, realizados con bacterias del género *Bacillus*, han demostrado resultados alentadores hacia los diferentes patógenos asociados a la marchitez y otras enfermedades del tomate. Este género de bacterias, posee características que le dan ventajas para ser utilizadas como agentes de control biológico, la producción de antibióticos, surfactantes, aminoácidos y hormonas; forman endosporas que le otorgan tolerancia a condiciones desfavorables y además, es un exitoso colonizador de la rizósfera de las plantas (Stainer y Doudoroff, 1977; Fravel, 1988; Schippers *et al.*, 1987; Weller, 1988).

### **Mecanismos Indirectos**

Los metabolitos producidos por las PGPR pueden funcionar como determinantes antagónicos, involucran aspectos de control biológico, inhiben el crecimiento de microorganismos perjudiciales para el desarrollo de la planta, vía producción de sideróforos, antibióticos, acción de enzimas líticas (glucanasas, quitinasas) o inducción de mecanismos de resistencia (Jiménez *et al.*, 2001).

## Mecanismos Directos

Ocurren cuando los metabolitos producidos por algunas cepas de rizobacterias son utilizados como reguladores de crecimiento o precursores de éstos por parte de la planta. La conjunción de ambos mecanismos de acción han dado como resultado la promoción evidente del crecimiento en plantas; se ha observado un incremento en la emergencia, el vigor y el peso de plántulas, un mayor desarrollo en sistemas radiculares y un incremento hasta de 30% en la producción de cultivos de interés comercial, tales como papa, rábano, jitomate, trigo y soya (Jiménez *et al.*, 2001).

La mayoría de las investigaciones realizadas en este ámbito se han enfocado a la elucidación de mecanismos involucrados en el control biológico y relativamente poco en el conocimiento relacionado con la promoción directa, esto ha dado pauta para realizar estudios que consideren principalmente la densidad del inóculo, fisiología de la cepa promotora, temperatura, propiedades del suelo, cultivo y genotipo de la planta; el objetivo es entender de manera clara los mecanismos de promoción de crecimiento de plantas inducido por cepas PGPR, con el propósito de aislar y seleccionar nuevas cepas que representen una fuente exitosa de inoculantes biológicos en la agricultura, así como en la elaboración de productos comerciales (Virgen, 2000).

Cabe mencionar que en la actualidad el uso de microorganismos representa sólo el 1.4% (380 millones de dólares) del mercado global para el control de plagas y enfermedades. Los productos generados a partir de *Bacillus thuringiensis* para el control de plagas son los más abundantes en el mercado. Una de las causas de su éxito es su facilidad para formularse, a diferencia de los biofungicidas donde el producto requiere del manejo del microorganismo vivo para tener un efecto benéfico (FAO, 2002).

### **Dosis, Época y Métodos de Aplicación.**

Estos son puntos clave para obtener los mejores resultados en el uso de microorganismos para controlar enfermedades. Las dosis y épocas de aplicación se tendrán que definir en cada caso particular. Los métodos de aplicación si pueden ser generalizados. Los microorganismos obtenidos pueden ser aplicados en aspersión, inmersión o también combinados, tanto con otros microorganismos y productos químicos sintéticos, o con alguno de los pasos ya establecidos en el proceso de selección o empaque, esto último se presenta más en el caso de productos ya cosechados. Una respuesta positiva y concreta es la utilización de microorganismos antagónicos competitivos para la protección de los cultivos de los patógenos fúngicos del suelo, en particular especies del género *Trichoderma* han merecido la atención máxima como agente de biocontrol (Álvarez, 2003).

### **Agentes Microbianos Promotores de Crecimiento**

#### ***Bacillus subtilis***

Jiménez *et al.* (2001) menciona que las bacterias PGPR o Bacterias promotoras del crecimiento vegetal comenzaron a ser aisladas, clasificadas y estudiadas hacia fines del siglo XIX. Durante el siglo XX se profundizaron los conocimientos sobre las características morfológicas, bioquímicas, fisiológicas y genéticas de cada uno de estos grupos bacterianos. Es a partir de fines del siglo pasado y principios del actual siglo XXI, cuando comenzaron evaluarse estos microorganismos bajo condiciones extensivas de campo con el propósito de estudiar sus efectos benéficos sobre el crecimiento y desarrollo de los cultivos. Los microorganismos descubiertos y estudiados son numerosos y sabemos que quedan muchos por aislar e investigar. No obstante, hoy disponemos de grupos bacterianos que son capaces de proporcionarnos impactos productivos interesantes en cultivos como el maíz. Estos microorganismos nos han demostrado a través de numerosos experimentos que son capaces de:

- Incrementar la capacidad de solubilizar el fósforo del suelo no disponible para las plantas.
- Incrementar la producción de fitohormonas que mejoran la plasticidad de la pared celular, promueven la elongación de las células radiculares y fundamentalmente dilatan la senescencia del sistema radical. De esta manera se mantienen las raíces activas por más tiempo de manera de aumentar la captación de agua y nutrientes.

Todas estas propiedades bacterianas son esenciales a la hora de emplear un microorganismo por sus efectos benéficos sobre los cultivos de maíz. Pero, al mismo tiempo, es fundamental sumar a estas excelentes características todos los avances tecnológicos que nos aseguran su implementación bajo condiciones extensivas de campo. Dicho objetivo puede ser alcanzado a través del empleo de un inoculante bacteriano que permita:

- Aumentar la supervivencia de las bacterias en los envases contenedores, desde unos pocos días, como era en el inicio de estos experimentos; hasta más de seis meses como alcanzamos en la actualidad.
- Aumentar la concentración de bacterias por mililitro de medio de cultivo con lo cual aseguramos una mayor población para colonizar las raíces de las plantas y de esta manera maximizar sus efectos benéficos sobre el cultivo de maíz.
- Aumentar, gracias a la tecnología de protectores, la supervivencia de las bacterias sobre la superficie de las semillas. De esta forma aseguramos una ventana de aplicación más amplia entre la inoculación y la siembra del cultivo. A su vez mejoramos la compatibilidad con las diferentes moléculas de agroquímicos que son normalmente empleados con las semillas de maíz.

La FAO (2002), reconoce que la biotecnología agrícola puede contribuir a elevar la producción en este sector. Las principales técnicas de la agro-biotecnología incluyen fermentación, cultivo de tejidos, procesos enzimáticos, producción de anticuerpos, técnicas donde se emplean marcadores moleculares y la aplicación de inoculantes biológicos. De acuerdo a esto último, el uso de inoculantes incluye la selección y multiplicación de microorganismos benéficos para las plantas, tanto de aquellos que protegen a la planta contra el ataque de patógenos, plagas y malezas, como de aquellos que le proporcionan nutrimentos.

Virgen, (2000) demostró resultados en campo en el cultivo de papa, indicando que se requería un litro por hectárea de una suspensión bacteriana de al menos  $1 \times 10^6$  ufc por ml y que se podían aplicar con una aspersora sobre la semilla y el surco, al momento de la siembra. Las plantas a las que se les había adicionado *B. subtilis* produjeron más kilogramo por hectárea y las papas fueron de mejor calidad. Esta bacteria promotora de crecimiento tiene como mecanismos de promoción la inhibición de patógenos y la estimulación directa del crecimiento de las plantas.

- Permite un control prolongado de enfermedades del suelo producidas por *Rhizoctonia* y *Fusarium*.
- Promueve el desarrollo radicular y vegetativo que se refleja en incrementos en producción.
- Es de aplicación sencilla, en semilla, plántulas, fondo del surco y riego por goteo.
- La cepa posee una alta adaptación a diferentes condiciones de pH, temperatura y humedad.
- Es un producto orgánico natural, no tóxico y su uso no implica riesgo alguno para la salud y el medioambiente.

En años recientes se ha retomado el interés de utilizar bacterias promotoras de crecimiento en la producción de cultivos, estas bacterias se han aplicado a semillas, tubérculos o raíz, y son capaces de colonizar las raíces de las plantas y estimular el crecimiento y rendimiento del cultivo (Chanway *et al.*, 1989).

Las bacterias promotoras de crecimiento de plantas, habitan en la raíz que estimula significativamente el crecimiento de la planta, con el uso de estas bacterias se ha observado un incremento en la emergencia, el vigor y el peso de las plántulas, un mayor desarrollo en sistemas radicales y un incremento hasta de 30% en la producción de cultivos de interés comercial, tales como jitomate, papa, rábano, trigo y soya (FAO, 2000).

Díaz (1990) reporta que las bacterias esporuladas del genero *Bacillus* muestran un efecto hormonal sobre el crecimiento de las plantas y su efecto biocida sobre fitopatógenos.

Los mecanismos del efecto de las bacterias promotoras de crecimiento no son bien comprendidas, sin embargo, se ha sugerido un amplio rango de posibilidades que incluye efectos directos o indirectos; el efecto indirecto consiste en un aumento en la movilización de nutrientes solubles, seguido por el mejoramiento de absorción de las plantas (Lifshitz *et al.*, 1987).

### ***Trichoderma harzianum.***

Alexopoulos *et al.* (1996), (citado por ramos, (2008) ubica al género *Trichoderma* de la siguiente manera:

Reino.....Fungy

Phylum.....Ascomycota

Orden.....Hypocreales

Familia.....Hypocreaceae

Género.....A = Hypocrea; T= *Trichoderma*

Especie.....*harzianum*

A= fase anamorfica T= fase telomorfa.

Agrios (1996) reporta que este hongo hiperparásito actúa por medio de una combinación de competencia por nutrientes, producción de metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas, y micoparasitismo, además de producir sustancias promotoras de crecimiento de las plantas. Coloniza las semillas y protege las plántulas en la fase post-emergente de patógenos fúngicos, la aplicación directa al suelo ofrece una protección mayor a los cultivos. La reducción de la incidencia de estos patógenos y la protección adecuada a los cultivos se logra mediante el uso de biopreparados de cepas nativas de *Trichoderma*, reproducidas por métodos alternativos con subproductos agrícolas y parámetros controlados. Para la reproducción masiva de las cepas promisorias de *Trichoderma* para el control de hongos patógenos del suelo se utilizan cultivos bifásicos, líquido-líquido y líquido-sólido. Los medios están compuestos por subproductos agrícolas y de la industria azucarera. La producción se acompaña por un reglamento de control de calidad que incluye verificación de la pureza y la efectividad biológica de cada una de las etapas del proceso y la producción final, el cual está constituido por la biomasa del hongo, metabolitos y residuos sobrenadante o licor del medio de cultivo. Si se recobra sobre un soporte adecuado, su almacenamiento se puede prolongar de 3-4 meses a temperatura ambiente. Algunos biopreparados obtenidos como (A-34 y Th 22 de *T. harzianum*) se emplea en cultivos hortícolas, arroz, maní, frijol, cucurbitáceas, gladiolos, etc., contra *R. solani*, *P. aphanidermatum*, *P. parasítica*, *P. capsici*, *R. rolfsii* entre otros.

Durante muchos años ha sido conocida la habilidad de los hongos para incrementar la tasa de crecimiento y desarrollo de las plantas, en especial de su sistema radicular por la producción de hormonas vegetales como las auxinas. Se ha demostrado que biopreparados de *T. harzianum* (Sandoval *et al.*, 1992) aplicados a plantas de tomate y pimiento favorecen su desarrollo, al conseguirse plantas de mayor altura, hojas más grandes y un crecimiento radicular de mayores dimensiones. También en el cultivo del tabaco se ha conseguido obtener plantas de mayor peso, altura y hojas de dimensiones más grandes, mediante el uso de biopreparados de especies de *Trichoderma* (Sandoval *et al.*, 1992).



Weber *et al.* (2000) observaron que *T. viride* y *T. harzianum* promovían el crecimiento de plantas ornamentales y que al mismo tiempo eran protegidas contra *Fusarium oxysporum*, patógeno que ocasiona los marchitamientos vasculares en sus huéspedes. Recientemente, se encontró que una cepa de *Trichoderma* contribuía al crecimiento, en profundidad de las raíces del maíz y de algunos pastos, haciendo que estos cultivos fueran más resistentes a la sequía. Otro estudio indica que las raíces de las plantas de maíz colonizadas por *Trichoderma* T22 requieren un 40% menos de fertilizantes nitrogenados en relación a las raíces que no se encuentran colonizadas.

**Como fuente de transgenes.** Los agentes de biocontrol, casi por definición, deben contener un considerable número de genes que codifiquen sustancias que puedan utilizarse para el control de plagas y enfermedades. Un atributo valioso de las especies de *Trichoderma* es que permiten ser manipuladas genéticamente y ser seleccionadas por su resistencia a los fungicidas, así como favorecer sus aptitudes parasíticas y antagonísticas, y pueden ser adaptadas a rizosferas específicas (Papavizas *et al.*, 1985).

*T. harzianum* además de tener efecto biocontrolador de patógenos, aporta otros beneficios a las plantas; a través de la descomposición de materia orgánica, libera nutrientes en formas disponibles para la planta (Howell, 2003; Godes, 2007), y presenta actividad solubilizadora de fosfatos (Valencia *et al.*, 2007; Valero, 2007; Vera *et al.*, 2002), por lo cual se utiliza frecuentemente como un organismo biofertilizante en diferentes productos comerciales (Moreno *et al.*, 2007); promueve el crecimiento y desarrollo de los cultivos produciendo metabolitos que estimulan los procesos de desarrollo vegetal (Sutton y Peng, 1993); tiene la capacidad de multiplicarse en el suelo y colonizar las raíces de las plantas liberando factores de crecimiento (auxinas, giberelinas y citoquininas) que estimulan la germinación y el desarrollo de las plantas (Altomare *et al.*, 1999).

Se ha reportado la producción de ácido 3-indol acético (AIA), sustancia que actúa como hormona vegetal favoreciendo el desarrollo del sistema radical, entre otros beneficios (Valencia *et al.*, 2005). Estas sustancias, producidas por *T. harzianum* actúan como catalizadores o aceleradores de los tejidos meristemáticos primarios en las partes jóvenes de la planta, acelerando su reproducción celular, logrando que las plantas se desarrollen más rápido en comparación con plantas que no han sido tratadas con dicho microorganismo (Valencia *et al.* 2007), *T. harzianum* también ha sido reportado como promotor del crecimiento vegetal en cultivos de berenjena, frijol, café, tomate, papa, especies forestales, entre otros (Zambrano, 1989; Børkman *et al.*, 1998; Dandurand y Knudsen, 1993).

En concordancia, Besnard y Davet. (1993) reportaron que semillas de pepino inoculadas con *T. harzianum* germinan en promedio dos días antes que aquellas sin inocular.

Muchos autores han señalado importantes incrementos en el crecimiento de plántulas inoculadas con *T. harzianum*. Por ejemplo, el aumento de la biomasa de plantas de frijol (Dandurand y Knudsen, 1993), plántulas de manzana más largas y vigorosas (Windham *et al.*, 1986), incremento en la biomasa de plantas de tomate (Zambrano, 1989), mayor crecimiento del sistema radicular de plantas de maíz (Børkman *et al.*, 1998) y mejor desarrollo de plantas de crisantemo, petunia, pimienta, tomate, lechuga, zanahoria, col, pepino, algodón, guisantes, frijol, entre otras, tras la aplicación de un producto comercial a base de *Trichoderma*, llamado Promot Plus®. Igualmente, se puede inferir que los resultados benéficos de *T. harzianum* en el crecimiento de las plantas de maracuyá se deben posiblemente a la sumatoria de varias características reportadas previamente para diferentes aislamientos de esta especie en suelos cálidos tropicales, entre las cuales se puede mencionar su capacidad de producir ácido indolacético (Valencia *et al.*, 2005), sustancia que favorece el alargamiento de las raíces permitiendo una mejor captura de nutrientes en el suelo por parte de la planta: la capacidad de transformar la materia orgánica del suelo y solubilizar fosfatos orgánicos e inorgánicos (Vera *et al.*, 2002 y Godes, 2007), contribuyendo de esta manera a una mejor nutrición vegetal, y

finalmente su efecto biocontrolador de fitopatógenos en el suelo, razón por la cual diferentes aislamientos han sido utilizados como ingrediente activo de diferentes bioproductos comerciales para la agricultura en Colombia (Moreno *et al.*, 2007).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Experimento

La producción de plántula de tomate se realizó en charolas de Unicel de 200 cavidades dentro del túnel invernadero del Departamento de Parasitología, así como el trabajo experimental de desarrollo y producción del cultivo en el macro túnel del bajo de la UAAAN en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

### Material Utilizado

El material biológico empleado para promover el crecimiento y desarrollo del cultivo en este experimento fueron bacterias de tipo *Bacillus*; así como el hongo *Trichoderma harzianum*, que fueron proporcionadas por el Laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología de la UAAAN. Se utilizó concentrados de esporas de las bacterias BCC-1 (*B. amyloliquefasciens*), J-1 (*Bacillus subtilis*), estos concentrados contenían  $1 \times 10^{10}$  esporas/ml, mientras que el producto comercial empleado como testigo fue Best Ultra S (Greencorp Biorganiks de México) que contiene la mezcla bacteriana de esporas en una concentración de  $1 \times 10^9$  esporas/ml. La cepa de *Trichoderma* empleada se ajustó a  $1 \times 10^8$  conidios/ml, (cuadro 2). De cada preparado se tomó 3 ml de concentrado/L de agua para la aplicación de cada tratamiento de forma individual, a la charola de desarrollo, o bien al cepellón al momento del trasplante o a la base del tallo, durante el desarrollo del cultivo.

### Establecimiento del Cultivo

Se realizó la siembra de semillas en charolas de unicel con una mezcla de sustrato de peatmoss y perlita (70: 30), regando las charolas periódicamente para mantener una buena humedad y favorecer las condiciones para la germinación de la semilla. En cada charola para siembra fue aplicado el material biológico

experimental según correspondiera a la dosis ya especificada. 45 días posteriores se procedió a hacer la siembra tomando las mejores plantas para tener una uniformidad entre ellas y determinar la efectividad de los tratamientos a aplicados. Los tratamientos empleados fueron aplicados en las mismas dosis para cada uno y para cada repetición.

**Cuadro 2.** Tratamientos evaluados para analizar inductores de crecimiento de *Bacillus spp* y *Trichoderma harzianum* en jitomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Dosis	Aplicaciones	Intervalo de aplicación	Número de plantas
TH*	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
J1**	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
BCC1***	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
Best U S+	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
Tecto 60++	0.5 g/L	3	15, y 25 días	16 plantas
Testigo.	s/a	☀ 0	Sin aplicación	16 plantas

\*TH (*Trichoderma harzianum*), \*\*J1 (*B.subtilis*), \*\*\*Bcc-1 (*B.amyloliquefasciens*), +Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo *B. subtilis*), ++Tecto 60 (producto químico), Testigo (☀ agua).

### Aplicación de los Tratamientos

El material utilizado para el experimento fue de jitomate bola. Los productos evaluados fueron utilizados a una dosis de 3 ml/ L de agua. La aplicación de los tratamientos se realizó directamente sobre las raíces de las plantas a saturación del cepellón; cada tratamiento se le aplico 100 ml de adherente diluido al 1 %, para la aplicación se utilizó una bomba aspersora marca Truper, aplicando en total 8 litros por cada tratamiento experimental; para este experimento se realizaron tres aplicaciones, una fue al tercer día posterior al establecimiento del cultivo, la segunda se realizo 18 días después y la tercera 63 días después del establecimiento del cultivo.

### Toma de Datos.

La toma de datos para cada una de las variables se efectuó durante el crecimiento y desarrollo del cultivo hasta llegar a la cosecha, donde se tomaron todas las plantas de cada repetición por cada tratamiento. Las variables a tomar en cuenta para este experimento fueron:

- Longitud inicial de la planta expresada en centímetros. Fecha 1
- Diámetro inicial del tallo expresado en ml. Fecha 1.1
- Longitud final de la planta expresada en centímetros. Fecha 2
- Diámetro final del tallo expresado en ml. Fecha 2.1
- Peso total del fruto por repetición y tratamiento expresado en gr. Fecha 3
- Número total de frutos por planta y tratamiento expresado en números. Fecha 4

❖ Fecha 1 (08/03/2008)

❖ Fecha 1.1 (08/03/2008)

❖ Fecha 2 (22/07/2008)

❖ Fecha 2.1 22/07/2008)

❖ Fecha 3 (07/05 - 21/07 2008)

❖ Fecha 4 (07/05 - 21/07 2008)

### **Diseño Experimental**

Para la evaluación de las variables se realizó un análisis de varianza mediante el paquete estadístico computacional SAS ver. 9.0 (SAS, 2002); en el experimento se utilizó un diseño completamente al azar, utilizando tres surcos de 32 plantas cada uno; cada surco se dividió a la mitad para evaluar 4 tratamientos biológicos 1 testigo convencional y un testigo absoluto; cada muestra experimental de los diferentes tratamientos quedó distribuido con 16 plantas donde cada planta representa una repetición. Los tratamientos empleados fueron aplicados en las mismas dosis para cada uno de los tratamientos.

### **Manejo del Cultivo**

En cuanto al manejo se le realizó una poda de formación a los 11 días de la plantación, posterior a ello se realizaron poda de brotes axilares semanalmente, esto con el fin de que la planta aproveche más los nutrientes en la parte requerida y no exista competencia de nutrientes. Así mismo se llevó a cabo el tutorado de las plantas con la finalidad de facilitar el crecimiento y el desarrollo vertical de la planta y favorecer su fructificación y cosecha

Para el control de mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*) se hicieron aplicaciones con Cipermetrina, mientras que para prevención de enfermedades causadas por virus se hicieron 2 aplicaciones de Virablock (GreenCorp Biorganiks de México); una a los 20 días de la plantación y la segunda 8 días después de la primera; esto fue a una dosis de 1.5 ml/ l de agua.

Para los requerimientos de nutrición, se hicieron tres aplicaciones de fertilización con triple18 (18-18-18); una a los 20 días de la plantación, la segunda a los 55 días y la tercera a los 67 días.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante el desarrollo y hasta la culminación de la investigación, en la cosecha del tomate, se obtuvieron datos semanales continuos, durante los cortes al cultivo según su desarrollo, estos datos fueron sometidos al análisis de varianza con el objeto de diferenciar la acción promotora del crecimiento en el cultivo acorde a la comparación de medias según Tukey ( $P \leq 0.05$ ), los cuales se describen y analizan a continuación.

### Altura Inicial.

Mediante el procesador estadístico SAS ver. 9.0 (SAS, 2002); para el análisis de altura de planta a los tres días posteriores a la siembra (cuadro 2); se encontró que existe diferencia estadística entre los tratamientos; presentando una media con mayor altura en las planta tratada con J-1 (*Bacillus subtilis*) seguidas por Tecto 60, TH y Best Ultra S; las plantas de menor tamaño se presentaron en el Testigo y donde se aplicó la bacteria BCC -1 (*B. amyloliquefaciens*).

**Cuadro 3.** Altura de plantas de jitomate a los 3 días posteriores a la siembra tratadas con diversos agentes antagónicos promotores del crecimiento.

Tratamiento	N	Media cm $\pm$ ES	SD	C.V	Crec. %
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	20.93 $\pm$ 0.69 a	2.76	13.18	13.56 $\uparrow$
Tecto 60 (producto químico)	16	19.68 $\pm$ 0.49 ba	1.77	8.99	6.78 $\uparrow$
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	19.56 $\pm$ 0.59 ba	2.36	12.06	6.13 $\uparrow$
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> ),	16	18.50 $\pm$ 0.39 ba	1.59	8.59	0.37 $\uparrow$
Testigo (☀ agua)	16	18.43 $\pm$ 0.80 b	3.22	17.47	..
BCC-1 ( <i>B. amyloliquefaciens</i> )	16	18.06 $\pm$ 0.54 b	2.17	12.01	2.00 $\downarrow$

C.V = 12.38

\* Tratamientos con la misma letra son iguales y no difieren estadísticamente según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).



### Altura Final de la Planta.

El dato de altura final de la planta se realizo un día posterior al último corte de fruto (22/07/08) los resultados de medias indican que no existe diferencia estadística entre tratamientos (cuadro 3), sin embargo se aprecia que existe una diferencia numérica de medias en centímetros, oscilando las alturas entre 293.12 cm hasta 337.18 cm; teniendo los mejores resultados J-1(*Bacillus subtilis*) seguidos de *Trichoderma harzianum*, Tecto 60 y Best Ultra S, siendo las plantas con menor longitud de crecimiento las que fueron tratadas con BCC-1 y el Testigo.

**Cuadro 4.** Efecto promotor del crecimiento de microorganismos sobre la altura final de la planta de jitomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	N	Media cm ± ES	SD	C.V	Crec. %
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	337.18±19.84a	79.36	23.53	15.03 ↑
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	322.31±14.24a	56.96	17.67	9.95 ↑
Tecto 60 (producto químico)	16	321.00±18.74a	74.96	23.35	9.51 ↑
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	315.00±17.55a	70.21	22.28	7.46 ↑
BCC-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	294.81±37.93a	151.74	51.47	0.57 ↑
Testigo (☀ agua)	16	293.12±24.38a	97.55	33.27	..

C. V = 27.59

\* Letras iguales no difieren estadísticamente entre los tratamientos.

### Altura Total de la Planta a partir del Establecimiento del Cultivo a la Cosecha.

Los datos de esta variable es el crecimiento de la planta a partir de su plantación hasta el termino del corte (05/03/08 – 22/07/08), sin tomar en cuenta la altura antes del trasplante; los resultados obtenidos al momento de la agrupación (cuadro 4), demuestran que no hay una diferencia estadística significativa pero si una diferencia numérica entre los tratamientos; teniendo mayor crecimiento J-1 (*B. subtilis*) y Tecto 60, seguidos de Best Ultra S, *Trichoderma harzianum* y BCC-1 respectivamente; teniendo menor crecimiento la plantación que represento el testigo.

**Cuadro 5.** Longitud final del tomate indeterminado y su relación con la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp. al término de la cosecha.

Tratamiento	N	Media cm ± ES	SD	C.V	Crec. %
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	316.25±19.78a	79.14	25.02	15.13 ↑
Tecto 60 (producto químico)	16	301.31±18.68a	74.73	24.80	9.69 ↑
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	290.25±16.89a	67.56	23.27	5.66 ↑
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	284.00±17.2a	68.80	24.22	3.39 ↑
BCC-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	280.31±36.18a	144.75	51.63	2.04 ↑
Testigo (☀ agua)	16	274.68±24.29a	97.18	35.37	..

C. V = 29.18

\* Letras iguales no difieren estadísticamente.

### Diámetro inicial del tallo

Para esta variable, el inicio fue diferente que en altura, ya que aquí no hubo diferencia estadística entre los tratamientos (cuadro 5), quedando clasificado todos los tratamientos en un solo grupo, sin embargo existió diferencia numérica en cuanto al crecimiento de diámetro de tallo; teniendo mejores resultados J-1 (*B. subtilis*), Testigo y Tecto 60; presentando menores diámetros la planta tratada con Best Ultra S, *Trichoderma* y BCC-1 (*B. amyloliquefasciens*).

**Cuadro 6.** Diámetro del tallo del jitomate 3 días posteriores a la aplicación de *Bacillus* sp., o *Trichoderma harzianum* promotores del crecimiento bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	N	Media ml ± ES	SD	C.V	Crec. %
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	5.34 ± 0.21 a	0.87	16.29	3.89 ↑
Testigo (☀ agua)	16	5.14 ± 0.24 a	0.99	19.26	..
Tecto 60 (producto químico)	16	5.00 ± 0.20 a	0.83	16.6	1.00 ↓
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	4.93 ± 0.28 a	1.14	23.12	4.08 ↓
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	4.86 ± 0.34 a	1.37	28.18	5.44 ↓
BCC-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	4.73 ± 0.25 a	1.02	21.56	7.97 ↓

C. V = 20.87

\* Letras iguales no difieren estadísticamente.

### Diámetro final del tallo.

Para el diámetro final de la plantación tomados el 22/07/2008, los resultados de medias obtenidas del modelo estadístico (presentados en el cuadro 6), muestran los cambios que hubo en el diámetro inicial al diámetro final, en esta variable se obtuvo una diferencia estadística, teniendo mejores resultados donde fue tratado con J-1 (*Bacillus subtilis*), *Trichoderma* y Best Ultra S; Testigo, Tecto 60 y BCC-1 demostraron menor efectividad, aquí se puede notar ampliamente el crecimiento de diámetro de dos de los tratamientos; *Trichoderma* y el Best Ultra S, que al inicio fueron los de menor diámetro y al finalizar fueron de los tres mejores, incluso *Trichoderma* supero al Best Ultra S, quedando solo por debajo de J-1 (*B. subtilis*).

**Cuadro 7.** Comportamiento del diámetro final de la planta de jitomate bajo la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus spp.*, bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	N	Media ml ± ES	SD	C.V	Crec. %
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	12.91 ± 0.43 a	1.72	13.32	21.56 ↑
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	12.09 ± 0.36 a	1.46	12.07	13.84 ↑
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	11.60 ± 0.25 a	1.02	8.79	9.22 ↑
Testigo (☀️ agua)	16	10.62 ± 0.39 ba	1.57	14.78	..
Tecto 60 (producto químico)	16	10.56 ± 0.20 ba	0.81	7.67	0.56 ↓
BCC-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	9.14 ± 1.20 b	4.81	52.62	13.44 ↓

C. V = 21.01

\* Letras diferentes significa que hay diferencia estadística significativa. Según Tukey.

### Diferencia en diámetro de tallo en la plantación al final del ciclo.

El grosor del diámetro de plantas de tomate aplicadas con *Trichoderma* y Best Ultra S mostraron diámetros, muy similares estadísticamente a las plantas a las que se les aplicó J-1 (*B. subtilis*), mientras que las que fueron tratadas con Tecto 60, BCC-1 y Testigo respectivamente demostraron muy poco desarrollo de diámetro, por lo que en esta variable si hay una diferencia estadística significativa.

**Cuadro 8.** Comportamiento final del diámetro del tallo de la planta de tomate bajo la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp., en condiciones de invernadero.

Tratamiento	N	Media ml ± ES	SD	C.V	Crec. %
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	7.57 ± 0.47 a	1.90	25.09	38.13 ↑
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	7.23 ± 0.40 ba	1.63	22.54	31.93 ↑
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	6.67 ± 0.42 ba	1.70	25.48	21.71 ↑
Tecto 60 (producto químico)	16	5.55 ± 0.19 b	0.78	14.05	1.27 ↑
BCC-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	5.49 ± 0.76 b	3.04	55.37	0.18 ↑
Testigo (☀ agua)	16	5.48 ± 0.45 b	1.83	33.39	..

C. V = 28.92

\* Letras diferentes significa que hay diferencia estadística significativa según Tukey (P≤0.05)

### Peso Total Producido de Jitomate por cada Tratamiento.

En cuanto a las medias de peso obtenidas por planta (cuadro 8), no demuestran diferencia estadística entre todos los tratamientos quedando ubicadas en el mismo grupo estadístico; aunque no existe diferencia estadística significativa, si lo hay en cuanto a diferencia numérica, ya que Tecto 60 presento el peso más bajo y *Trichoderma* el más alto, oscilando las medias de peso por planta entre 2690 y 3300 gr, teniendo una diferencia de 606.18 gr por planta.

**Cuadro 9.** Efecto de los antagonistas de tipo *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp. en la producción total de jitomate bajo condiciones de invernadero (expresado en gr).

Tratamiento	N	Media gr. ± ES	SD	C.V	Crec. %
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	3300.68±251.00 a	1004.03	30.41	19.17 ↑
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	3264.37±222.99 a	891.99	27.32	17.95 ↑
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	2815.12±134.14 a	536.56	19.05	1.72 ↑
BCC-1( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	2800.31±302.22 a	1208.89	43.16	1.19 ↑
Testigo (☀ agua)	16	2767.37±255.74 a	1022.98	36.96	..
Tecto 60 (producto químico)	16	2694.50±253.86 a	1015.45	37.68	2.63 ↓

C. V = 32.94. \*% Crec. = Por ciento de crecimiento.

\* Letras iguales no difieren estadísticamente.

### Producción de Jitomate por Planta de cada Tratamiento.

En cuanto a la media de número total de fruto por planta, el modelo estadístico demuestra que si hay una diferencia estadística significativa (cuadro 9), ya que las plantas tratadas con *Trichoderma* produjeron mayor número de frutos estadísticamente, mientras que la plantación tratada con Best U S, J-1, Tecto 60, Testigo y Bcc-1 fueron diferentes ( $P \leq 0.05$ ) agrupándose en otro bloque distinto.

**Cuadro 10.** Comportamiento del número de tomates producidos por planta bajo condiciones de invernadero y tratadas con *Bacillus* ssp y *Trichoderma harzianum*.

Tratamiento	N	Media núm. fruto $\pm$ ES	SD	C.V	Crec. %
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	19.12 $\pm$ 1.05 a	4.20	21.96	12.07 $\uparrow$
Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	18.81 $\pm$ 0.69 ba	2.76	14.67	10.25 $\uparrow$
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	17.62 $\pm$ 1.15 ba	4.63	26.27	3.28 $\uparrow$
Tecto 60 (producto químico)	16	17.12 $\pm$ 1.45 ba	5.81	33.93	0.35 $\uparrow$
Testigo (☀ agua)	16	17.06 $\pm$ 1.69 ba	6.77	39.68	..
BCC-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	15.18 $\pm$ 1.55 b	6.20	40.84	11.01 $\downarrow$

C. V = 29.99

\* Letras diferentes significa que hay diferencia estadística significativa según Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

A diferencia del testigo se pudo comprobar que la aplicación de microorganismos o del producto comercial con base en estas bacterias y hongos, promueve el crecimiento de la planta del cultivo del tomate. Así también como del rendimiento del cultivo tal como lo reporta Virgen en el 2000 en el cultivo de la papa, Weber en el 2000 en plantas de ornato y en el cultivo de maíz, Besrnad y Davet en 1993 en pepino, Zambrano 1989 en cultivo de tomate; y también en maíz, frijol y pimiento según Börkmam *et al* 1998, comportamientos similares a los rendimientos obtenidos en este trabajo, que si bien en algunos casos no fueron similares en este experimento ( $P \leq 0.05$ ) debido a la amplia variación en los datos de (hasta un 28 %) en el caso del rendimiento, en este experimento si existió diferencia amplia en incremento de rendimiento en base al testigo (15%) tal como lo observaron Oseguera, (2005) y Ortiz, (2009).

Estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ) las diferencias se observaron en rendimiento de tomate y diámetro del tallo, lo cual posiblemente indicaría que la diferencia en los demás valores comparativos estadísticamente se pudiesen dar si el cultivo de jitomate se dejase más tiempo bajo cultivo, ya que las diferencias pudieran ser más variadas si este cultivo se alarga su tiempo de cosecha.

Un factor que pudo influir negativamente en las variables en el tratamiento BCC-1 (*B. amyloliquefasciens*) respecto al resto de los tratamientos, es de que en este tratamiento se presentaron dos plantas muertas, por lo que el promedio de frutos se vio influido negativamente.

## CONCLUSIONES.

De acuerdo a los resultados obtenidos del experimento realizado, se concluyo que:

- El producto de nombre J-1 (*Bacillus subtilis*) mostro el mejor efecto en las plantas de jitomate en las variables altura de planta y diámetro de tallo con respecto al resto de los tratamientos.
- En rendimiento de peso de jitomate por planta, se obtuvo mejor resultado en plantaciones tratadas con *T. harzianum*, superando a J-1 (*B. subtilis*) que presento mejor resultado en las variables de altura de planta y diámetro de tallo.
- En lo que respecta al número total de frutos por planta, también se vio mejor reflejado los resultados en *T. harzianun*, superando a los demás tratamientos.
- En general en invernadero en las variables cuantificadas, el producto Best Ultra "S (mezcla de bacterias de tipo *B. subtilis*) se mantuvo constante, mientras que en los tratamientos a base de microorganismos individuales se presentaron mejores resultados en: J-1 (*Bacillus subtilis*) en altura de planta, diámetro de tallo, y *T. harzianum* en rendimiento de peso y numero de frutos.

## LITERATURA CITADA

- Acosta-Rodríguez, G.F. y Luján-Favela, M. 2004. Selección de Genotipos de Chile de Árbol y Cayene en el estado de Chihuahua. Memorias Primera Convención Mundial del Chile. León, Guanajuato, México. p. 14.
- Agrios, G. N. 1998. Fitopatología: Ed. Limusa. 3 Ed. México. 838 p.
- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. 5ª reimpression de la 2ª edición. Editorial. Limusa, México. 838 p.
- Alexopoulos, C. J., Mims C. W. y Bratwell, H. 1996. Introductory Mycology. Fourt Edition. John Wiley y Soness. Inc. New Cork. 869 p.
- Altomare, C., W.A. Norvell, T. Björkman y G.E. Harman. 1999. Solubilization of phosphates and micronutrients by the plant-growth-promoting and biocontrol fungus *Trichoderma harzianum* Rifai 1295-22. Appl. Environ. Microb. 65(7), 2926-2933.
- Álvarez, Z. R. 2003. El Biocontrol con *Trichoderma* y *Bacillus* como un factor del manejo integrado de la marchitez vascular. Memorias del XXX Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. South Padre Island, Texas, USA. P 229.
- Anaya, R. S. 1999. Hortalizas: plagas y enfermedades. Editorial, Trillas. 1ª Edición. México, DF. 544 p.



- Anderlini, R. y López, P.J 1997 El cultivo del Tomate. Variedades, hortalizas de fruto, cultivos, daño. 3ª Edición. Editorial Mundi-prensa Madrid España. 211 p.
- Ayvar, S. S. Sosa – Moss. M., Rosas R. y Villarreal, G. L.1994. Compendio de enfermedades de algunos cultivos de México. Vol. 1. SARH. Serie Sanidad Vegetal. México, DF 229 p.
- Besnard, O. y P. Davet. 1993. Mise en évidence de souches de *Trichoderma* spp. à la fois antagonistas de *Pythium ultimum* et stimulatrices de la croissance des plantes. Agron. J. 13, 413-421.
- Börkman, T., L. Blanchard y G. Harman. 1998. Growth enhancement of shrunken-2 sweet corn by *Trichoderma harzianum*: effect of environmental stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 23(1), 295-322.
- Bryan, A.H. 1974. Bacteriología, principios y prácticas. 6ª Edición. Editorial CECSA. México, D. F. 356 p.
- Cássares, E. 1981. Producción de hortalizas. 3ª Edición. Editorial IICA. San José, Costa Rica.
- Chanway, C.P., R.K. Hyenes y L.M. Nelson. 1989. Plant growth promoting rhizobacteria: Effects on growth and nitrogen fixation of lentil (*Lens esculenta* Moench.) and pea (*Pisum sativum* L.). Soil Biol. Biochem. 21: 511-517.
- Dandurand, L. y G. Knudsen. 1993. Influence of *Pseudomonas fluorescent* on hyphal growth and biocontrol activity of *Trichoderma harzianum* in the spermosphere and rhizosphere of pea. Phytopathol. 83(3), 265-270.

- Díaz, P. A. 1990. Antagonismo de *Bacillus subtilis* contra *Fusarium oxysporum niveum* y su eficiencia contra el marchitamiento de la sandía en invernadero. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 35 p.
- Dixon G.R. 1981. Vegetable crop diseases. Avi Publishing. Co. Inc. Hong Kong. Pp. 123-126.
- Edmond, J.B., Senn, T. L. y Andrews, F. S. 1984. Principios de horticultura. Ed. CECSA.
- Ehrenberg, 1872. Mikrogeologische Studien als Zusammenfassung seiner Beobachtungen des kleinsten Lebens der Meeres-Tiefgründe aller Zonen und dessen geologischen Einfluss. *Monatsberichte der Königlich-Preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin* 1872: 265–322. México.
- Ezziyyani M., Pérez S. C. y Requena M.E. 2004. *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol de *Phytophthora capsici* en plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales de Biología* 26: 35-45
- FAO. 2002. Agroinformación - El cultivo del tomate. 1ª parte. El origen del tomate. Taxonomía y morfología. Países y producción. Factores climáticos y suelo. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate1.htm>
- FAO. 2002. Agroinformación - El cultivo del tomate. 2ª parte. El origen del tomate. Taxonomía y morfología. Países y producción. Factores climáticos y suelo. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate2.htm>
- FAO. 2002. Agroinformación - El cultivo del tomate. 3ª parte. Plagas y enfermedades del tomate. Países y producción. Factores climáticos y suelo. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>

FAO STAT. 2009. Base de datos multilingüe en línea de estadística a la agricultura, nutrición, industria pesquera y civicultura.  
<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.

Fravel, D.R. 1988. Role de antibiosis in the biocontrol of plant diseases. *Annual Review of Phytopathology*, 26, 75-91.

García, A. M. 1980. *Patología Vegetal Práctica*. Editorial Limusa. México. 129 p.

García- Flores, J. 2002. Evaluación *in Vitro* de bacterias antagónicas aislados de la Rizosfera de Papa contra 13 grupos de Anastomosis Multinucleados de *Rhizoctonia solani* kühn. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 67 p.

Godes, A. 2007. Perspectivas de los inoculantes fúngicos en Argentina. pp. 11-14. En: Izaguirre-Mayoral, M.L., C. Labandera y J. Sanjuán (eds.). *Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial*. Imprenta Denad Internacional, Montevideo.

Guerrero, P. V. M. 2009. Algunas notas sobre el control biológico de enfermedades con microorganismos. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Cuauhtémoc, Chih.  
<http://www.ciad.mx/boletin/novdic04/algunasnotas.pdf>

Gustafson, R. (1993). *Technical Bulletin Kodiak*. Plano, Texas, U.S.A. pp.12.

Howell, C.R. 2003. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: The history and evolution of current concepts. *Plant Dis.* 87, 4-10.

- Huang, J.W. and S.K Sun 1978. Factores affecting survival of watermelon wilt pathogen *Fusarium Oxysporum f.sp. niveum* in soil. Plant. Prot. Bull. 20: 56 - 66.
- Jiménez- Delgadillo, R., Virgen- Calleros. G., Tabares- Franco. J., Olalde - Portugal, V. 2001. Bacterias promotoras del crecimiento de plantas: Agro-Biotecnología. Avance y perspectiva 20: 395- 400.
- Kloepper, J.W., Schroth, M.N. 1978. Plant growth-promoting rhizobacteria in radish. Pp 879-882. Proc. 4th int'l. Conf. Plant Pathogenic Bact. Gilbert Clarey, Tours, Francia.
- León, G.H.M. 1982. Enfermedades de Cultivos en el Estado de Sinaloa. CAEVCU-INIA-SARH. Culiacán, Sinaloa, México. 167 p.
- Lifshitz, R, J.W. Kloepper y M. Kozlowski. 1987. Growth promotion of canola (rapeseed) seedlings by a strain of *Pseudomonas putida* under gnotobiotics conditions. Can. J. Microbiol. 3: 390-395.
- Manners, J. G. 1993. Principles of Plant Pathology. 2nd. Ed. Cambridge University Press, Cambridge, England. 343 pp.
- Maroto, J. V. 2000. Hortalizas aprovechables por sus tallos, por sus frutos, por sus inflorescencias y por sus raíces y/o tubérculos de desarrollo. 4ª edición. 611Pp.
- Mendoza, C. Z. 1996. Enfermedades fungosas de hortalizas. 1ª edición. Universidad autónoma Chapingo, México, 85 p.

- Moreno-Sarmiento, N., L. Moreno-Rodríguez y D. Uribe-Vélez. 2007. Biofertilizantes para la agricultura en Colombia. pp. 38-45. En: Izaguirre-Mayoral, M.L., C. Labandera y J. Sanjuán (eds.). Biofertilizantes en Iberoamérica: una visión técnica, científica y empresarial. Imprenta Denad Internacional, Montevideo.
- Muller, W.C; Morgham, AT; Roberts, EM. 1993. Immunocytochemical localization of callose in the vascular tissue of tomato and cotton plants infected with *Fusarium oxysporum*. Can. J.Bot.72:505-509
- Nuez, F. 1995 El cultivo del Tomate. Reimpresión. Ediciones Mundi- Prensa. España. Barcelona. 766 p.
- Orietta, F. V. 2001. Microorganismos antagonistas para el control fitosanitario. Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal La Habana Cuba. 62: 96 -100
- Ortiz, M. R. 2009. Evaluacion de agents microbianos como promotores del crecimiento y antagonistas de la marchitez del chile (*capsicum annum* L.). Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. 48 p.
- Papavizas G.C. Ayers W.A. 1985 Aphanomyces species and their root diseases in pea and sugarbeet. USDA Technical Bulletin no. 1485. USDA, Washington.
- Pariante, C. N. 2001. Métodos in vitro para Determinar el Efecto Antagónico de *Bacillus Subtilis* y *Bacillus sp.* Sobre el complejo de la secadera del chile. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.
- Pérez M., L., Duran, O, L. J., Ramírez, M. R., Sánchez, P., J, R., Olalde, P. V. 2004. Sensibilidad *in Vitro* de aislados del hongo *Phytophthora capsici* a fungicidas. Memorias primera convención mundial del chile. León Guanajuato, México. pp. 144- 150.

- Romero, C. S. 1993. Hongos fitopatógenos, Universidad Autónoma Chapingo, México: 347 p.
- Rick M., Ch. 1976. Tomato In: Evolution of Crop Plants. Edited by N. W. Simmonds. Longman. London y New York.
- Sandoval, *et al.*, 1992. Efectividad de biopreparados de *Trichoderma spp.*, en el control de fitopatógenos de suelo. Boletín Técnico CVI INISAV, 2, 10-22.
- Sarasola, A.A. y M.A. Rocca de Sarasola 1975. Fitopatología, curso moderno. Tomo IIÑ micosis, Ed. Hemisferio Sur.
- Silvano, O. A. 2005. Uso de Bacterias Esporuladas como Promotores de Crecimiento en Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y Papa (*Solanum tuberosum* L.) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo Coahuila México. 53 p.
- Stainer, R. and M. Doudoroff, M. 1977. Microbiología. Editorial. Aguilar S. A. Barcelona España. 467 p.
- Schippers, B., W. Bakker and P.A.H.M. Bakker, 1987. Interactions of deleterious and beneficial rhizosphere microorganisms and the effect of cropping practices. *Annu. Rev. Phytopathol.*, 25: 339-358.
- Smith, Andrew F. (1994), *The tomato in America : early history, culture, and cookery.* University of South Carolina Press, Columbia, S.C, USA. ISBN 1-57003-000-6 <http://www.notiviento.com/clipping/52.pdf>
- Sutton, J. y G. Peng. 1993. Biocontrol of *Botrytis cinerea* in strawberry leaves. *Phytopathol.* 83, 615-621.

- Valencia, H., J. Sánchez y N. Valero. 2005. Producción de ácido indolacético por microorganismos solubilizadores de fosfato presentes en la rizósfera de *Espeletia grandiflora* y *Calamagrostis effusa* del Páramo el Granizo. pp. 177-193. En: Bonilla, M. (ed.). Estrategias adaptativas de plantas de páramo y del bosque altoandino en la cordillera oriental de Colombia. Unibiblos, Bogotá.
- Valencia, H., J. Sánchez, D. Vera, N. Valero y M. Cepeda. 2007. Microorganismos solubilizadores de fosfatos y bacterias fijadoras de nitrógeno en páramos y región cálida tropical (Colombia) pp. 169-183. En: Sánchez, J. (ed.). Potencial biotecnológico de microorganismos en ecosistemas naturales y agroecosistemas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Valero, N. 2007. Determinación del valor fertilizante de microorganismos solubilizadores de fosfato en cultivos de arroz. pp. 169-183. En: Sánchez, J. (ed.). Potencial biotecnológico de microorganismos en ecosistemas naturales y agroecosistemas. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Van Haeff, J. N. 1995. Manuales de Tomates para educación agropecuaria. Área: Producción vegetal. 2ª Edición. Editorial Trillas. México, D.F. pp.16.
- Vera, D., H. Pérez y H. Valencia. 2002. Aislamiento de hongos solubilizadores de fosfatos de la rizosfera del arazá (*Eugenia stipitata*, Myrtaceae). Acta Biol. Colomb. 7, 33-40.
- Virgen-Calleros, G. y Garcia-Camargo, J. 1990 Resultados preliminares sobre control biológico de *Fusarium oxysporum* f. sp. Niveum con *Bacillus subtilis* en sandía, bajo condiciones de campo. Memorias del XVII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología. Culiacan, Sinaloa, Mexico. Resumen, p.105.

- Virgen-Calleros, G., V. Olalde-Portugal, and D. E. Carling. 2000. Anastomosis groups of *Rhizoctonia solani* on potato in central Mexico and potential for biological and chemical control. *American Journal of Potato Research* 77: 219-224. UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, MEXICO
- Weber, H. Damond M. Farmer, E.E. 2000. Differential gene expression in response to mechanical wounding and insect feeding in *Arabidopsis*. *Plant Cell*. 707-719.
- Weller, D.M. 1988. Biological control of soilborne plant pathogens in the rhizosphere with bacteria. *Annu. Rev. Phytopathol.* 26: 379-407
- Zalom G.F. 1990. *Integrated Pest Management for Tomatoes*. Third Ed. University of California. SIPMP. Division of Agriculture and Natural Resource, Publication 3274. Oakland, Ca. USA.
- Zambrano, C. 1989. Efecto de la concentración de inóculo de *Trichoderma harzianum* sobre el desarrollo de *Macrophomina phaseolina*. p. 56. En: Resúmenes XI Seminario Nacional de Fitopatología. Sociedad Venezolana de Fitopatología. 19 al 23 de Noviembre 1989. Trujillo, Venezuela.
- Zavaleta, M. E. 1994. Control biológico de fitopatógenos con origen en el suelo y perspectivas. *Revista mexicana de fitopatología*. 12 (1): 107- 111.



# **APENDICE.**

**Cuadro 1.** Incremento de la producción en toneladas de jitomates en el 2007 respecto al 2002.

País	Producción (ton) 2002	Producción (ton) 2007	Diferencia en ton.
China	25.466.211	33.596.881	8.130.670 ↑
E. Unidos	10.250.000	14.185.180	3.935.180 ↑
Turquía	9.000.000	9.945.043	945.043 ↑
India	8.500.000	10.054.600	1.154.600 ↑
Italia	7.000.000	6.530.162	469.838 ↓
Egipto	6.328.720	8.639.024	2.310.304 ↑
España	3.600.000	3.664.100	64.100↑
Brasil	3.518.163	3.431.230	86.933↓
Rep. Islámica de Irán	3.000.000	5.000.000	2.000.000↑
México	2.100.000	3.150.353	1.050.000↑
	(FAO, 2002).	(FAO. STAT 2007).	

↑ Incremento de toneladas.

↓ Disminución de toneladas

**Cuadro 2.** Tratamientos evaluados para analizar inductores de crecimiento de *Bacillus spp* y *Trichoderma harzianum* en jitomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	Dosis	Aplicaciones	Intervalo de aplicación	Número de plantas
TH*	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
J1**	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
BCC1***	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
Best U S+	3 ml/ L	3	15, y 25 días	16 plantas
Tecto 60++	0.5 g/L	3	15, y 25 días	16 plantas
Testigo.	s/a	☀ 0	Sin aplicación	16 plantas

\*TH (*Trichoderma harzianum*), \*\*J1 (*B.subtilis*), \*\*\*Bcc-1 (*B.amyloliquefasciens*), +Best Ultra S (mezcla de bacterias de tipo *B. subtilis*), ++Tecto 60 (producto químico), Testigo (☀ agua).

**Cuadro 3.** Altura de plantas de jitomate a los 3 días posteriores a la siembra tratadas con diversos agentes antagónicos promotores del crecimiento.

Tratamiento	N	Media cm ± ES	SD	c.v
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	20.93 ± 0.69 a	2.76	13.18
Tecto 60 (producto químico)	16	19.68 ± 0.49 ba	1.77	8.99
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	19.56 ± 0.59 ba	2.36	12.06
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	18.50 ± 0.39 ba	1.59	8.59

Testigo (☀️ agua sola).	16	18.43 ± 0.80 b	3.22	17.47
Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	18.06 ± 0.54 b	2.17	12.01

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	179.1250000	8.9562500	1.58	0.0796
Error	75	424.1145833	5.6548611		
Total correcto	95	603.2395833			

C.V = 12.38674

**Cuadro 4.** Efecto promotor del crecimiento de microorganismos sobre la altura final de la planta de jitomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	N	Media cm ± ES	SD	c.v
J1 ( <i>B. subtilis</i> ),	16	337.18 ± 19.84 a	79.36	23.53
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> ),	16	322.31 ± 14.24 a	56.96	17.67
Tecto 60 (producto químico),	16	321.00 ± 18.74 a	74.96	23.35
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	315.00 ± 17.55 a	70.21	22.28
Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	294.81 ± 37.93 a	151.74	51.47
Testigo (☀️ agua sola).	16	293.12 ± 24.38 a	97.55	33.27

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	250119.4167	12505.9708	1.67	0.0591
Error	75	562776.7396	7503.6899		
Total correcto	95	812896.1563			

C. V = 27.59545

**Cuadro 5.** Efecto de los agentes antagonistas de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp. en el crecimiento total de la planta a partir del establecimiento del cultivo hasta la cosecha.

Tratamiento	N	Media cm ± ES	SD	c.v
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	316.25 ± 19.78 a	79.14	25.02
Tecto 60 (producto químico)	16	301.31 ± 18.68 a	74.73	24.80
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B.</i>	16	290.25 ± 16.89 a	67.56	23.27

<i>subtilis</i> )					
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> ),	16	284.00 ± 17.2 a	68.80	24.22	
Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	280.31 ± 36.18 a	144.75	51.63	
Testigo (☀ agua sola).	16	274.68 ± 24.29 a	97.18	35.37	

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	248489.7917	12424.4896	1.72	0.0486
Error	75	541765.5417	7223.5406		
Total correcto	95	790255.3333			

C. V = 29.18995

**Cuadro 6.** Diámetro inicial de tallo de jitomate 3 días posteriores a la plantación, tratadas con diferentes antagonistas promotores de crecimiento bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	N	Media ml ± ES	SD	c.v
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	5.34 ± 0.21 a	0.87	16.29
Testigo (☀ agua sola).	16	5.14 ± 0.24 a	0.99	19.26
Tecto 60 (producto químico)	16	5.00 ± 0.20 a	0.83	16.6
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	4.93 ± 0.28 a	1.14	23.12
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	4.86 ± 0.34 a	1.37	28.18
Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	4.73 ± 0.25 a	1.02	21.56

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	22.4790333	1.1239517	1.03	0.4402
Error	75	81.8769292	1.0916924		
Total correcto	95	104.3559625			

C. V = 20.87855

**Cuadro 7.** Efecto de los tratamientos aplicados para determinar el diámetro final de la planta de jitomate bola bajo condiciones de invernadero.

Tratamiento	N	Media ml ± ES	SD	c.v
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	12.91 ± 0.43 a	1.72	13.32
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	12.09 ± 0.36 a	1.46	12.07
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	11.60 ± 0.25 a	1.02	8.79
Testigo (☀ agua sola).	16	10.62 ± 0.39 ba	1.57	14.78

Tecto 60 (producto químico)	16	10.56 ± 0.20	ba	0.81	7.67
Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	9.14 ± 1.20	b	4.81	52.62

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	216.4320583	10.8216029	1.97	0.0189
Error	75	412.2958906	5.4972785		
Total correcto	95	628.7279490			

C. V = 21.01372

**Cuadro 8.** Efecto de los antagonistas *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp. en el crecimiento total del diámetro, a partir del establecimiento del cultivo hasta la cosecha.

Tratamiento	N	Media ml ± ES	SD	c.v
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	7.57 ± 0.47 a	1.90	25.09
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	7.23 ± 0.40 ba	1.63	22.54
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	6.67 ± 0.42 ba	1.70	25.48
Tecto 60 (producto químico)	16	5.55 ± 0.19 b	0.78	14.05
Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	5.49 ± 0.76 b	3.04	55.37
Testigo (☀ agua sola).	16	5.48 ± 0.45 b	1.83	33.39

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	20	157.8949167	7.8947458	2.35	0.0042
Error	75	251.7934458	3.3572459		
Total correcto	95	409.6883625			

C. V = 28.92596

**Cuadro 9.** Comportamiento del cultivo de tomate a la aplicación de *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp. en la producción total (expresado en gr).

Tratamiento	N	Media gr. ± ES	SD	c.v
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	3300.68 ± 251.00 a	1004.03	30.41
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	3264.37 ± 222.99 a	891.99	27.32
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	2815.12 ± 134.14 a	536.56	19.05

Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	2800.31 ± 302.22	a	1208.89	43.16
Testigo (☀ agua sola).	16	2767.37 ± 255.74	a	1022.98	36.96
Tecto 60 (producto químico)	16	2694.50 ± 253.86	a	1015.45	37.68

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	5767834.83	1153566.97	1.23	0.3020
Error	90	84460646.13	938451.62		
Total correcto	95	90228480.96			

C. V = 32.94581

**Cuadro 10.** Comportamiento del número de tomates producidos por planta bajo condiciones de invernadero, tratadas con *Trichoderma harzianum* y *Bacillus* spp.

Tratamiento	N	Media núm. fruto ± ES	SD	c.v
TH ( <i>Trichoderma harzianum</i> )	16	19.12 ± 1.05 a	4.20	21.96
Best U S (mezcla de bacterias de tipo <i>B. subtilis</i> )	16	18.81 ± 0.69 ba	2.76	14.67
J1 ( <i>B. subtilis</i> )	16	17.62 ± 1.15 ba	4.63	26.27
Tecto 60 (producto químico)	16	17.12 ± 1.45 ba	5.81	33.93
Testigo (☀ agua sola).	16	17.06 ± 1.69 ba	6.77	39.68
Bcc-1 ( <i>B. amyloliquefasciens</i> )	16	15.18 ± 1.55 b	6.20	40.84

Fuente	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
Modelo	5	160.927083	32.185417	1.17	0.3305
Error	90	2477.062500	27.522917		
Total correcto	95	2637.989583			

C. V = 29.99631