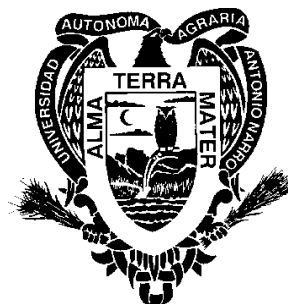


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



EVALUACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO EN PLANTAS
DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill. Var. Río Grande) EN CONDICIONES
DE INVERNADERO.

Por:

ISAÍAS CAN YAM.

T E S I S

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Abril de 2005.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

EVALUACIÓN DE BACTERIAS PROMOTORAS DE CRECIMIENTO EN PLANTAS
DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill. Var. Río Grande) EN CONDICIONES
DE INVERNADERO.

Presentada por:

ISAÍAS CAN YAM.

TESIS

Que somete a Consideración de H. Jurado Examinador como requisito Parcial para
obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO

Aprobada por:
Presidente del Jurado.

Dr. Gabriel Gallegos Morales

Vocal.

Vocal.

Dr. Francisco Daniel Hernández
Castillo

Dr. Melchor Cepeda Siller.

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA.

M. C. Arnoldo Oyervides García.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México Abril de 2005.

DEDICATORIA.

Con profundo amor, cariño y respeto a mis padres **Juana Antonia Yam Uc** y **Teodocio Can Uc**, gracias por darme el ser, por su amor eterno y porque supieron encausarme en el camino de la superación y con sus consejos, desvelos y oraciones lo que hizo posible mi profesión, a ustedes los llevare siempre en mi corazón.

A mis hermanos y hermanas **Deysi María, Jaime Dagoberto (+), Jesús Abraham (+), Loida Gaudelia, Wendi Carolina, Erica Beatriz**, y en especial a mi hermana **Leidi Marlene**, por haber compartido conmigo las tristezas y alegrías de mi vida, aun cuando la distancia nos separaba, gracias por todo el apoyo, cariño, comprensión y confianza que en mi depositaron para llegar a esta etapa de mi vida.

A mis sobrinos **Luis, Wilbert, Carla, Vivan, Jesús, Erica, Miguel y Alberto**, por su alegría y ternura que a la familia han traído.

A mis cuñados **Fernando, Manuel, Luis y Adolfo** por su amistad, apoyo y consejos que me han brindado.

Agradezco a mis amigos **M. Arcángel, Isaías, Eliseo, Adalberto, Víctor, M. Ángel, Gleiber, Marcos, Melesio, Mario y Gustavo**, por la convivencia que tuvimos como hermanos estando lejos de nuestros hogares, y a mis amigos de siempre **Diego, Jorge, Alejandro, Miguel, Damián, Carlos, Pedro, Gamaliel, Edilberto, Erica, Rosa, Rubí, entre otros**, por su amistad y respeto, así como los momentos inolvidables que pasamos juntos.

A mis compañeros de la generación XCVIII y en Particular a **Guillermo Ledesma Ibarra, Emilio Bárcenas Ferruzca, Miguel Jiménez Cano y Víctor Sandoval López** con los que compartí buenos momentos durante mi estancia en la UAAAN.

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** y a la **virgencita de Guadalupe** por darme la vida, salud y la fortaleza espiritual para lograr mi anhelo y seguir adelante.

A mi ***Alma Mater*** por haberme cobijado en su lecho y contribuir en lo que ahora soy.

A la **Fundación Desarrollo Educacional de Campeche A. C. (FUNDEC)** por haberme financiado en los últimos semestres para la culminación de los estudios profesionales.

Al **Dr. Gabriel Gallegos Morales** por la asesoría, amistad, sugerencias y paciencia en la revisión de mi trabajo de tesis.

Al **Dr. Francisco Daniel Hernández Castillo**, por su valiosa cooperación y contribución para la realización del trabajo y revisión del mismo.

Al **Dr. Melchor Cepeda Siller** por su apoyo incondicional y valiosa cooperación en la aportación y sugerencias de la presente tesis.

A los **Profesores Investigadores de la Universidad** y en especial a los del **Departamento de Parasitología Agrícola** por haber influido en mi formación académica y humana en mi vida universitaria.

ÍNDICE DE CONTENIDO.

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	X
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVO.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
Origen del Cultivo.....	3
Ubicación Taxonómica.....	3
Producción Mundial de Tomate.....	3
Producción Nacional.....	4
Anatomía y Fisiología de la Planta.....	5
Semilla.....	5
Raíz.....	6
Tallo.....	6
Hoja.....	7
Flor.....	7
Fruto.....	7
Plagas del Tomate.....	8
Insectos Plaga del Tomate.....	8
Principales.....	8
Secundarias.....	8
Principales Enfermedades Reportadas en Tomate.....	8
Enfermedades Bacterianas.....	9
Enfermedades Fungosas.....	9
Enfermedades Causadas por Nematodos.....	9
Enfermedades por Virus.....	9
Producción Bajo Condiciones de Invernadero.....	9
Factores Ambientales en el Invernadero.....	10

Luz.....	10
Temperatura.....	11
Requerimientos Climáticos del Tomate.....	12
Suelo y Fertilización.....	12
Producción de Plántulas.....	12
Almacigo.....	12
Sustratos.....	13
Recipientes Para Plántulas.....	13
Calidad de Plántulas.....	14
Sistema de Producción de Transplante.....	14
Edad de Transplante.....	14
Prácticas Culturales.....	15
Poda.....	15
Tutoreo.....	15
Marco de Plantación.....	15
Fertilización.....	15
Riego.....	16
Ciclos de Cultivo.....	16
Variedades.....	16
Cosecha.....	16
Hormonas Vegetales.....	17
Función de las Fitohormonas.....	17
Auxinas.....	18
Giberelinas.....	18
Citocininas.....	19
Bacterias Promotoras del Crecimiento.....	19
Género <i>Bacillus</i>	21
Características del Género <i>Bacillus</i>	21
Aislamiento de la Bacteria del Género <i>Bacillus</i>	21
<i>Bacillus subtilis</i>	22
<i>Bacillus polymyxa</i>	23

<i>Bacillus pumilus</i>	23
Hongo <i>Gliocladium virens</i>	24
Especies.....	24
Características del Hongo.....	24
MATERIALES Y METODOS.....	25
Ubicación del Área Experimental.....	25
Obtención del Material Biológico.....	25
Siembra y Purificación de las Bacterias	25
Conservación de las Bacterias.....	26
Aplicación de Tratamientos.....	27
Toma de Datos.....	28
Diseño Experimental.....	29
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
CONCLUSIONES.....	40
BIBLIOGRAFÍA.....	41
APÉNDICE.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Producción a escala mundial del cultivo de tomate de 1992 a 2001 (SAGARPA, 2005).....	4
2. Principales estados productores de tomate a escala nacional de 1991 al 2000 (SAGARPA, 2005).....	5
3. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz más la plántula de tomate respecto al testigo.....	32
4. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz de la plántula de tomate respecto al testigo.....	32
5. Porcentaje de incremento en peso de raíz de la plántula de tomate respecto al testigo.....	33
6. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz más la planta adulta de tomate respecto al testigo.....	35
7. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz de la planta adulta de tomate respecto al testigo.....	36
8. Porcentaje de incremento en el peso de raíz de la planta adulta de tomate respecto al testigo.....	36
9. Porcentaje de incremento en el peso de los frutos de tomate respecto al testigo.....	38
10. Porcentaje de incremento del número de frutos de tomate respecto al testigo.....	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro.	Página
1. Efecto de la inoculación de las cepas bacterianas y los productos evaluados en el desarrollo de la plántula de tomate.....	31
2. Longitud de la raíz mas plántula, longitud de la raíz y el peso de esta última, inoculadas con cepas bacterianas y los productos.....	35
3. Peso y números de fruto de tomate inoculados con las cepas bacterianas y los tratamientos evaluados.....	38

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro.	Página
1. Longitud de raíz más la plántula en expresada cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero..	47
2. Análisis de varianza de la longitud de raíz más la plántula en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	47
3. Longitud de raíz de la plántula expresada en cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero..	48
4. Análisis de varianza de la longitud de raíz de la plántula en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	48
5. Peso de raíz de la plántula expresada en g en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero..	49
6. Análisis de varianza para la variable peso de raíz de la plántula en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	49
7. Longitud de raíz más la planta adulta en expresada en cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	50
8. Análisis de varianza la para la variable de longitud de raíz más la planta adulta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	50
9. Longitud de raíz de la planta adulta expresada en cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	51
10. Análisis de varianza la para la variable de longitud de raíz de la planta adulta. en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	51

11. Peso de raíz de la planta adulta expresada en g en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero..	52
12. Análisis de varianza la para la variable de peso de raíz de la planta adulta. en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	52
13. Peso del fruto en expresada en g en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	53
14. Análisis de varianza de peso del fruto en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	53
15. Número de frutos por planta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	54
16. Análisis de varianza número de frutos por planta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.....	54

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es uno de las hortalizas mas importantes de México, en donde es ampliamente cultivada ya que se considera base de la alimentación tales como la cebolla, chile, calabaza, cultivos básicos, etc. Además de que en él se encuentra una fuente importante de vitaminas, algunas proteínas y otros elementos necesarios para la dieta humana.

Este cultivo tiene gran importancia social debido a la enorme cantidad de mano de obra que genera durante su ciclo agrícola. Esta hortaliza ocupa el segundo lugar de los productos agroalimentarios de exportación después del café, reportándose en promedio un valor de 444'227,000 dólares, con una producción de 9 millones de toneladas durante 1990 al 2001 (SIEA-SAGARPA, 2002).

Con el avance de la biotecnología se han ofrecido herramientas para el desarrollo sostenible de la agricultura cuando se integra debidamente con otras tecnologías para la producción de productos agrícolas, contribuyendo a satisfacer las necesidades de una población en crecimiento.

El uso de microorganismos puede tener un potencial considerable como agente de biocontrol o biofertilizantes. En este sentido se distinguen tres grandes grupos; a) microorganismos fijadores de nitrógeno, b) hongos micorrizicos y c) bacterias promotoras de crecimiento (Virgen *et al.*, 2001).

En años recientes se ha retomando 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 estimulan el crecimiento y rendimiento de los cultivos, como biofertilizante o promotores de crecimientos. Entre los géneros más conocidos están *Azotobacter*, *Beijerinckia*, *Derxia* y *Azospirillum* dentro de las aerobias; en aerobias facultativas se presentan *Enterobacter*, *Pseudomonas* y *Bacillus*; y en los géneros de bacterias

anaerobias *Metanobacterium*, *Clostridium* y *Desulfovibrio* (Díaz *et al.*, 2001). Dado lo anterior en el presente trabajo de investigación se planteó el siguiente:

OBJETIVO

Determinar el efecto de cepas bacterianas *Bacillus pumilus* (B15), *B. subtilis* (*3) y *B. polymyxa* (BCC1) sobre el crecimiento, desarrollo y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill. Var. Río Grande) en condiciones de invernadero.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen del Cultivo.

Las formas cultivadas de jitomate derivan de la especie *Lycopersicum esculentum* Mill que al parecer se originó en América, ya que las especies silvestres son nativas de la región andina que comparten Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, sin embargo, el lugar de domesticación de esta especie fue México. Hallazgos fósiles de frutos de cerámica y la existencia de un nombre nativo xitómalt (fruto con ombligo) fueron sin duda el origen del nombre moderno (Rick, 1974)

Ubicación Taxonómica

Según Flores en (1980) Citado por Centeno (1986) el tomate se encuentra dentro de la siguiente Taxa:

Reino: Vegetal

División: Tracheophyta

Subdivisión: Pteropsidae

Clase: Angiospermae

Subclase: Personotae

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Genero: *Lycopersicum*

Especie: *esculentum*

Producción Mundial de Tomate.

En los últimos años, la producción mundial de tomate se ha mantenido estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas.

Según datos de la FAO, los principales productores de tomate son China, Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70% de la producción mundial (Figura 1). En el ámbito continental, según los reportes de FAO, Asia participa con poco más del 50%, seguida de América con 20%, Europa 15% y el resto proviene de Oceanía y África. (SAGARPA, 2005).

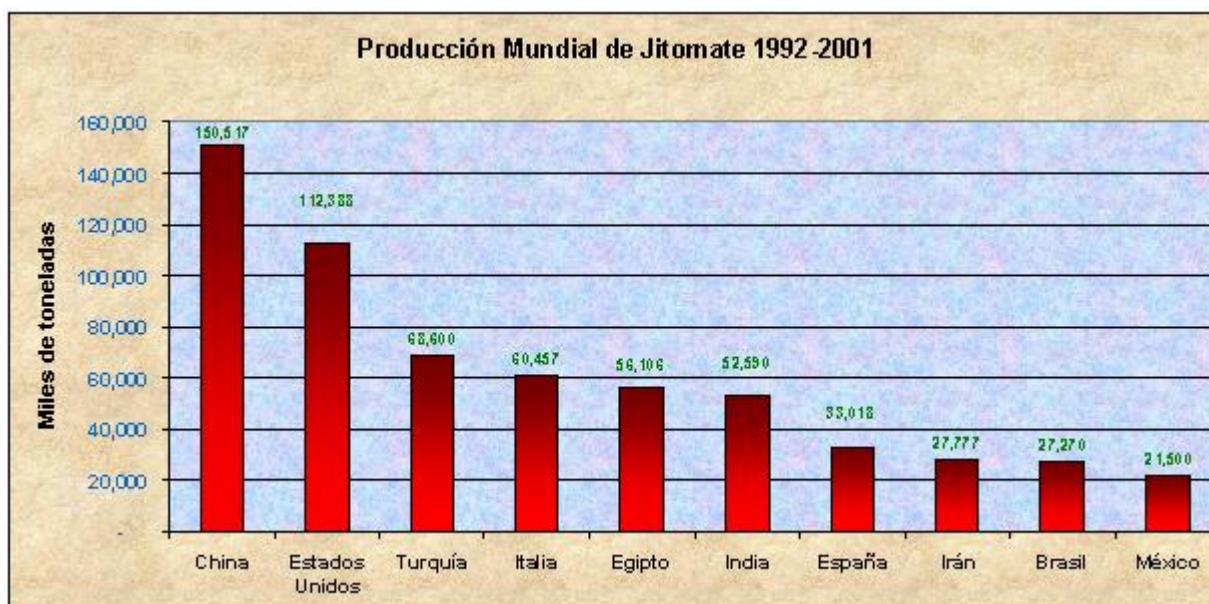


Figura 1. Producción a escala mundial del cultivo de tomate de 1992 a 2001 (SAGARPA, 2005).

Producción Nacional.

Según cifras del Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), la producción total mexicana de jitomate durante los últimos diez años (1991-2000) fue de 19 millones de toneladas, concentrándose el 70% de la producción en los estados de Sinaloa (39.9%), Baja California (14.7%), San Luis Potosí (7.9%) y Michoacán (6.7%) (Figura 2) (SAGARPA, 2005).

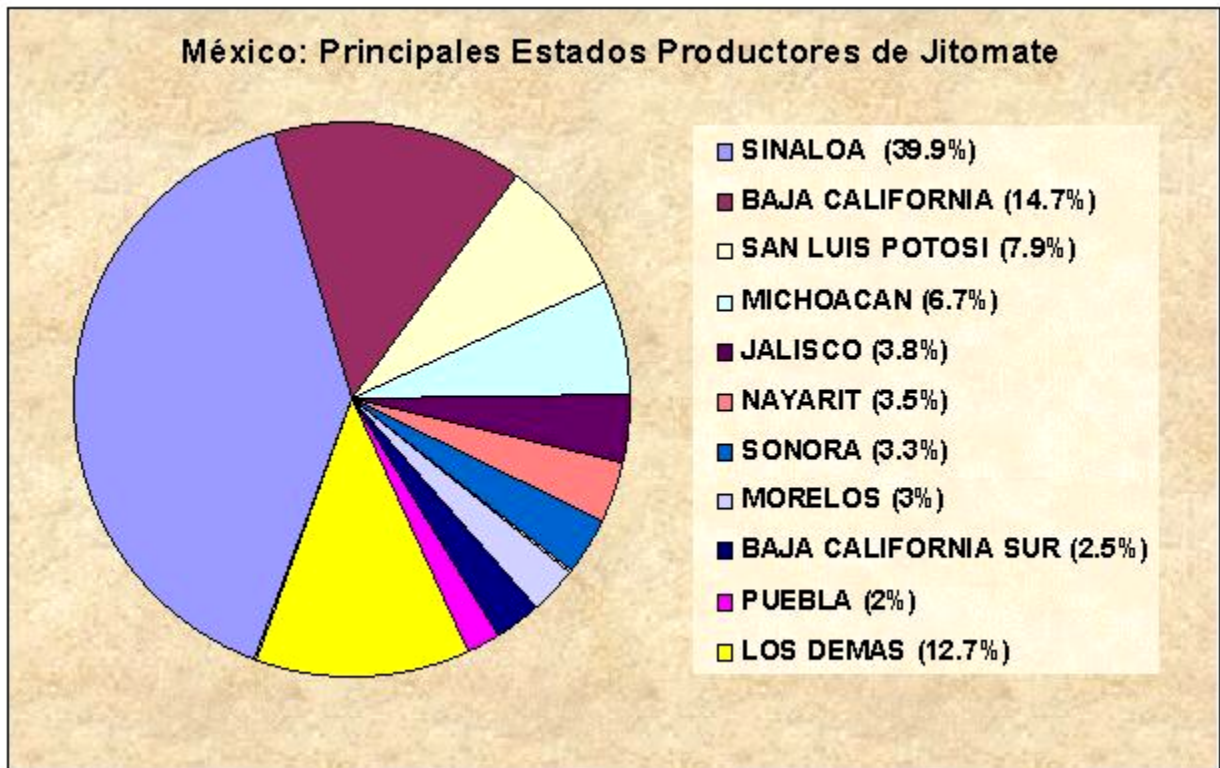


Figura 2. Principales estados productores de tomate a escala nacional de 1991 al 2000 (SAGARPA, 2005)

Anatomía y Fisiología de la Planta.

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) o de crecimiento ilimitado (indeterminadas). (INFOAGRO, 2004)

Semilla.

La semilla de tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 cm y esta constituida por el embrión, el endospermo, y la testa o cubierta seminal. El embrión cuyo desarrollo da lugar a la planta adulta, esta constituida a su vez por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La

testa o cubierta seminal esta constituida por un tejido duro e impermeable, recubiertas por pelos que envuelven y protegen al embrión y al endospermo (Chamarro, 1995).

Raíz.

El sistema radicular del tomate esta constituido por la raíz principal corta y débil raíces secundarias numerosas y potentes y la raíces adventicias (INFOAGRO, 2004). La raíz principal pone a manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular. la epidermis esta especializada en la absorción de agua y nutrientes, el córtex, que es un anillo de tres o cuatro células de espesor, generalmente de tipo parenquimatoso. El cilindro central esta en contacto con la endodermis, es el periciclo, que es un tejido uniestratificado a partir del cual se forman las raíces secundarias. Las raíces secundarias originan del las células del pecíolo y emergen a través del córtex. Las raíces adventicias son similares en estructura a las laterales, se desarrollan principalmente a partir de la base del tallo en condiciones favorables (Chamarro, 1995).

Tallo.

El tallo típico tiene 2 – 4 cm de diámetro en la base y esta cubierto con pelos glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex o corteza, las células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras que las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activo donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. El mesodermo tiene forma de cúpula y esta protegido por las hojas recién formadas (Chamarro, 1995).

Hoja.

Las hojas del tomate son pinado compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 5 cm de largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente con bordes dentados. Las hojas están recubiertas de pelos del mismo tipo dorsoventral o bifacial (Nuez y Rodríguez, 1995).

Flor.

La flor de tomate es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos. Posee un número igual de estambres que se alternan con los pétalos y de un ovario bi o plurilocular (Chamarro, 1995). Las flores, en número variable, se agrupan en inflorescencias de tipo racemoso. Frecuentemente el eje principal se ramifica por debajo de la primera flor formada, dando lugar a una inflorescencia compuesta, habiéndose descrito algunas con más de 300 flores (Nuez y Rodríguez, 1995).

Fruto.

El fruto del tomate es una baya bi o plurilocular que se desarrolla a partir de un ovario de unos 5 – 10 mg, y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g, en función de la variedad y condiciones de desarrollo. El fruto está unido a la planta por un pedicelo con un engrosamiento articulado que contiene la capa de abscisión. La separación del fruto en la recolección puede realizarse en la zona de abscisión o por la zona peduncular de la unión al fruto. El fruto del tomate está constituido, básicamente, por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas (Chamarro, 1995).

Plagas del Tomate

Insectos Plagas del Tomate.

Anaya y Romero (1999) mencionan que existen insectos plagas de importancia para el tomate en la región de Sinaloa, los cuales se categorizan de la siguiente manera:

Principales.- Las principales plagas que atacan al cultivo de tomate en la región de Sinaloa son:

Gusano alfiler del tomate: *Keyferia lycopersicella* (Walsingham)

Gusano soldado: *Spodoptera exigua* (Hübner)

Gusanos del fruto: *Heliotis zea* (Bobdie), y *H. virescens* (Fabricius).

Secundarias.- Este tipo de plagas son las que por lo general se presentan ocasionalmente estos surgen como resultado del manejo inadecuado de las plagas principales o primarias. De este tipo de plagas podemos mencionar:

Minador de la hoja: *Lyriomiza sativae* (Blanchard)

Chinches: *Nezaria viridula* (Linn), y *Euschistus servus* (Say).

Acaro: *Aculops lycopersici* (Keifer)

Pulgones: *Myzus persicae* (Sulzer)

Moscas blancas: *Bemisia tabaci* principalmente.

Principales Enfermedades Reportadas en Tomate.

Existen 51 patógenos reportados que causan daños al cultivo del tomate, entre los que destacan hongos, bacterias, virus, nemátodos y fitoplasmas, que causan pérdidas en todo el mundo ocasionando graves daños dependiendo de las condiciones ambientales que presentan durante el desarrollo, de todos ellos los

hongos constituyen uno de los principales grupos de interés; su diseminación es cosmopolita (Agrios, 1985).

Dentro de las principales enfermedades que atacan al cultivo son:

Enfermedades bacterianas.- Marchitez bacteriana: *Ralstonia solanacearum*, Cáncer bacterial: *Brevibacterium michiganensis*, Mancha bacteriana: *Xanthomonas vesicatoria*, Peca bacteriana: *Pseudomonas* sp. (Anaya y Romero, 1999)

Enfermedades Fungosas.- Ahogadera: *Rhizoctonia solani*, *Pythium debarianum*, Antracnosis: *Colletotrichum phomoides* Cenicilla: *Erysiphe poligoni*, *Oidiopsis*, Mancha gris de la hoja: *Cladosporium fulvum*, Mancha gris: *Stemphyllium solani*, Ojo de venado: *Phytophthora capsici*, Pudrición de la raíz: *Verticillium lecani*, Secadera: *Fusarium oxysporum* fsp. *lycopersici*, Tizón tardío: *Alternaria solani*, Tizón temprano: *Phytophthora infestans*, Tizón del sur: *Sclerotium rolfsii*, Tizón del tallo: *Saclerotinia sclerotiorum*.

Enfermedades causados por nematodos.- Jicamilla: *Meloidogyne incognita*

Enfermedades por virus. En México el tomate es atacado por diferentes virus entre los que podemos citar: el mosaico del tabaco (TMV), enanismo arbustivo del jitomate (BSTV), marchitez manchada del tomate (TSWV), chino del tomate y una enfermedad llamada rizado amarillo del chile que también ataca al tomate (INIFAP, 2001).

Producción Bajo Condiciones de Invernadero

En México cada día es mayor el uso de este tipo de tecnología, como un modo para obtener altos rendimientos y una optima calidad de las cosechas de hortalizas, frutas y flores, tanto para el mercado nacional como para la exportación, así como la producción a gran escala de plántulas para transplante principalmente de hortalizas (Castaños, 1993). En especies como tomate, el cultivo ha tenido una gran evolución

desde que se inicio en los años 60's como el uso de almácigos al aire libre, luego de mejoras en técnicas de producción le siguieron las mejoras en sustratos y desarrollo de nuevos híbridos. Actualmente la forma mas efectiva de producción es bajo invernadero (Aliseo, 1999). La técnica de producción bajo invernadero modifica total o parcialmente las variables ambientales haciendo que los cultivos se desarrollen con cierta independencia de los factores climáticos (Gálvez, 1999).

A principios del año 2000 se desarrollaban a escala mundial 330,000 ha en condiciones bajo invernaderos para la producción de diversas especies hortícolas. En México Bringas (1998) reporta 250 ha de este tipo de producción en los estados de Sinaloa, Baja California Sur, Baja California Norte, Jalisco, Sonora, Durango, Querétaro y Nuevo León. El cultivo del tomate y del chile ocupan un 80 % y el pepino, berenjenas y melones un 20 %(Gálvez, 1999).

En general los invernaderos protegen a las plantas de las condiciones meteorológicas adversas como granizo, lluvia, viento, heladas y permiten a los agricultores obtener mas y mejores cosechas y los que es muy importante cultivar en épocas y zonas que hace años parecía imposible (Guzmán, 2000). Las ventajas del empleo de los invernaderos son: posibilidad de obtener mas de un ciclo de cultivo en el año, precocidad en los frutos, rendimiento y ahorro de agua y fertilizantes, además de mejorar el control de plagas y enfermedades (Guzmán y Sánchez, Citados por Canché 2001).

Factores Ambientales en el Invernadero.

Luz.- Se ha dicho que después del agua, la luz es el principal factor que regula la vida de las plantas. A pesar de que es difícil afirmar que un factor sea más importante que el otro; lo esencial es en múltiples formas, la energía radiante, es la clave de la historia vital de las plantas (Benavides *et al* 1993). La luz es esencial para el crecimiento normal de la planta, porque esta provee energía para la fotosíntesis y

muchas de las señales ambientales que regulan el desarrollo de las plantas (Weiss, 1995).

El crecimiento vegetativo del tomate requiere fluctuaciones ambientales y resulta crucial la interrelación existente entre temperatura diurna y nocturna y la luminosidad; de lo contrario ocurren ciertos efectos dañinos, incluyéndose hipertrofia de las células de empalizada, alteración de las estructuras de los plastidios y desaparición de los gránulos de almidón. Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta (Guzmán y Sánchez, 2000).

Temperatura.- El crecimiento vegetal es extremadamente sensible a la temperatura. A menudo un cambio de pocos grados de lugar a un cambio significativo en la tasa de crecimiento. Cada especie o variedad posee, en cualquier estado determinado de su ciclo de vida y en cualquier conjunto determinado de las condiciones de estudio, una temperatura mínima debajo de la cual no crece, un rango de temperatura óptima en la que crece con la mayor tasa de crecimiento y las temperaturas máximas por encima de la cual no crecerá y con lo que incluso puede morir (Salisbury y Ross, 1994).

Durante la mayor parte del ciclo productivo, la temperatura excesiva del invernadero provoca daños a la planta; por ejemplo, puede haber necrosis en las hojas, se eleva la transpiración, lo que finalmente afecta el rendimiento del cultivo (Mantallana y Montero, 1995).

Las altas temperaturas limitan o evitan la producción de tomate en muchas de las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Se afectan adversamente los procesos de crecimiento vegetativo y finalmente el rendimiento y calidad del fruto (Abdul-Baki, 1991).

Las temperaturas superiores a 11 ° C durante el desarrollo de la planta de tomate de almacigo tiene influencia en la reducción floral y cuajado de los primeros frutos y por lo tanto la precocidad de la cosecha (Bretones, 1995). En genotipos de tomate tanto de hábito determinado como indeterminado, el rendimiento es influenciado por caída de flor debido a la temperatura (Santiago *et al.*, 1998).

Requerimientos Climáticos del Tomate.- El tomate es una hortaliza de clima cálido que no tolera heladas. El rango de temperatura del suelo debe ser de 12 a 16 ° C (mínima de 10 ° C y máxima de 30 ° C) y la temperatura ambiente para su desarrollo de 21 a 24 ° C, siendo la óptima de 22 ° C. la temperatura óptima para la maduración del fruto es de 18 a 24 ° C (Valadez, 1998). Edmond *et al.* (1984) han demostrado que las variedades actuales de tomate producen más altos rendimientos en regiones que se caracterizan por tener una temperatura media en el verano de 22.8 ° C.

Suelo y Fertilización.- El tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH 6.8 – 5.0. en lo referente a la salinidad se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm. Con respecto a la textura del suelo, el tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo los mejores arenosos y limo-arenosos con buen drenaje (Valadez, 1998).

Producción de Plántulas

Almacigo.

Dentro de las especies hortícolas existen algunas que forzosamente se deben de sembrar de manera definitiva en el terreno donde crecerá hasta producir rendimientos. Por otro lado, hay algunas que son capaces de tolerar el transplante; la semilla se siembra en un terreno denominado almacigo o plantero. Las plántulas o permanecen ahí de 1 a 3 meses según la especie y una vez que ha llegado al

tamaño deseado, son sacadas y llevadas al terreno definitivo donde terminaran su crecimiento hasta la cosecha (Loustalot, 1998).

La producción de plántulas en invernadero para el transplante crece y se populariza rápidamente. La tradicional siembra directa esta siendo sustituida por el transplante de plántulas de invernadero, que ha probado su eficiencia al disminuir los costos de producción e incrementar los rendimientos de las cosechas (Gómez, 1998).

Sustratos.

Se llama sustrato al material del cual van llenas las cavidades de las charolas. Los sustratos deben tener las siguientes características: estar libres de patógenos, tener bajo contenido de sales, pH homogéneo y ajustado, buen drenaje buena retención de humedad y nutrientes, tamaño fino y bajo densidad. Los sustratos de mejor calidad son las mezclas hechas a base de Peat Moss, Verniculita, y/o Perlita de grado fino. Un grave inconveniente que eleva mucho su costo de producción de plántula es que el Peat Moss es de origen canadiense o estadounidense. Esa razón a orillado a algunos productores a probar otros materiales como la fibra de coco, compostas, fibra de caña de azúcar, cascarilla de arroz, etc. (Loustalot, 1998).

Recipiente Para Plántulas.

Se utilizan charolas con el fin de preservar la totalidad de las raíces que genera la plántula hasta el momento del transplante. Éstas son las piezas rectangulares que contiene la retícula de las pequeñas cavidades. Cada cavidad tiene orificio al fondo para drenar el agua. Pueden tener de menos de 100 hasta casi 400 cavidades y están fabricadas de poliestireno. Cuando las plántulas de hortalizas crecen en recipientes comunes de transplante la tasa de crecimiento tiende a ser proporcional al volumen de la celda del recipiente. A mayor disponibilidad de espacio

para la planta, esta tiende a ser mas grande, y mas rápidamente alcanza sus fases de crecimiento (Loustalot, 1998).

Calidad de Plántulas.

El éxito en la producción de plántulas de calidad, radica en la utilización de insumos (sustratos, fertilizantes, semilla, plaguicidas) y en su manejo. El empleo de semilla certificada (híbridos), de sustratos a base de Peat Moss, adecuado manejo integrado de plagas, control ambiental de ventilación, iluminación y sistemas de riego y fertirrigación permiten al final del ciclo obtener plántula de mas alta calidad (Gómez, 1998).

Sistema de Producción de Transplante

Los sistemas de producción de transplante influyen en la condición de transplante en la plantación, afectando subsecuentemente el crecimiento y desarrollo en campo. Los sistemas de producción de transplantes, incluyendo riego por flotación y el superficial, también influyen en la raíz y las características de crecimiento de los brotes de las plántulas de chile y tomate en el invernadero (Leskovar *et al*, 1994).

Edad del transplante.

Investigaciones sobre la edad del transplante de tomate han incluido plántulas de 2 a 15 semanas de edad, producidas en madera, turba, o recipientes de plástico. Los pioneros de la investigación sobre la edad del transplante usaron plantas de 7 semanas de edad y mayores. Después de 60 años de investigación sobre la edad del transplante, parece ser que transplantes de 2 a 13 semanas de edad pueden producir rendimientos comparables dependiendo de varios factores involucrados en la producción comercial (Vavrina y Orzolek, 1993).

Prácticas Culturales.

Poda.

La poda a un solo tallo principal se suprimen las hojas basales con forme van envejeciendo conservando en todo caso el follaje completo, al menos 1,6 – 1, 8 m hasta del ápice (Canovas, 1995).

Tutoreo.

Se refiere a la planta suspendida mediante un hilo, sobre el que se va enrollando el tallo principal conforme va creciendo. Si el cultivo es de ciclo largo el hilo no irá atado directamente al alambre portante, sino a una pieza a modo de carrete que permita soltar el hilo lateralmente y de esta manera, la planta permanecerá erguida (Canovas, 1995).

Marco de plantación.

Generalmente en filas dobles separadas dos metros entre ejes y 60 a 70 cm entre filas. La separación entre plantas en la fila varia de 0.5 a 0.66 m lo que da una densidad de 1.5 a 2 plantas por metro cuadrado (Canovas, 1995).

Fertilización.

En cuanto a la fertilización se puede decir que cada región tiene su dosis optimas definidas; por ejemplo, en Sinaloa se recomienda la formula de 400-350-200, en el Bajío 140-80-00, en Morelos 150-90-00 y Veracruz 100-80-00. (Valadez, 1998).

Riego.

En algunos casos el riego va asociado con la reposición de nutrientes a pequeñas dosis y alta frecuencia. Esto es lógico si tenemos el pequeño volumen del sustrato utilizado y su consecuente limitada retención de agua. Los sistemas de control más recomendables son los nominados riegos a la demanda en los que, por diferentes medios, se detecta el consumo de la planta a tiempo real y los riegos se producen cuando el déficit de agua llegue al volumen establecido (Canovas, 1995).

Ciclos de Cultivo.

Existen dos ciclos principales del cultivo los cuales son: Ciclo otoño – invierno, se planta de fin de agosto a mitad de septiembre, para la recolección de Diciembre a Abril. En el ciclo de primavera se planta de fin de Diciembre a mitad de Enero para la recolección de Abril a Junio o Julio. En ambos casos hay que tener presente el elegir la fecha de plantación (Nuez y Rodríguez, 1995).

Variedades.

Las variedades mas utilizadas, son de diversas compañías extranjeras como Petoseed, Asgrow y Master, destacando Floradade (tipo bola), Río Grande (guaje o saladette) y otras de reciente introducción como Río Fuego, Río Missouri (tipo guaje), así como algunos híbridos entre los que destacan Yaqui, Orión y Daniela. La variedad Río Grande tiene un ciclo de 72 – 75 días después del transplante y es de crecimiento determinado. Estas variedades llegan a producir entre 28 – 35 ton/ha en parcelas comerciales y 45 ton/ha en parcelas experimentales (INIFAP, 2001).

Cosecha.

Practica realizada cuando la planta de tomate ha alcanzado su máximo desarrollo y se encuentra listo para comercializarlo, la decisión de la cosecha

depende del productor y de las exigencias del mercado, para realizar esta operación es necesario considerar un sistema de producción y el tipo de frutos que se desea obtener, por lo general, se recomiendan tres estados de maduración, si la cosecha se realiza en forma manual, el primer corte se realiza cuando un 70 –80 % de los frutos poseen un color rojo, mientras que aquellos que se encuentran muy verdes son cosechados 20 o 30 días después. Si la cosecha se hace de manera mecánica, normalmente se efectúa una cosecha manual previa para recolectar los primeros frutos y evitar sobre maduración para luego cosechar mecánicamente cuando el grueso de la producción se haya madurado (Hernández, 2000)

Hormonas Vegetales.

Las hormonas vegetales son producto de las glándulas de secreción interna que regula la mayor parte del proceso metabólico. En realidad es muy difícil de definir el termino hormona vegetal con precisión. A menudo se refiere al termino fitorregulador refiriéndose a los compuestos naturales o sintéticos que inducen respuestas en el crecimiento, desarrollo o metabolismo de las plantas (Bidwell, 1993).

Estas sustancias ejercen una acción estimulando un proceso fisiológico tanto en la zona de producción como en otras áreas de la planta y causan la producción y/o activación de enzimas las que utilizan los procesos de fotosíntesis para construir, mantener y repartir a la planta. Los reguladores de crecimiento ofrecen posibilidades de compensar las diferencias fenotípicas que tomaría muchos años para tratar de solucionarse por métodos genéticos. (González citado por Pérez 1996).

Función de las Fitohormonas.

Durante mucho tiempo se creyó que las plantas determinaban directamente los procesos de desarrollo y que activaban sobre los grandes fenómenos como la emisión de raíces, flores, etc., así la teoría de las calinas de Went postulaba la

existencia de tres hormonas o grupos hormonaes, la rizocalina, inductor del crecimiento de las raíces, la caulocalina, determinaba el crecimiento del tallo y la filocalina determinante del crecimiento de las hojas (Hernández, 1999).

En la actualidad existe evidencia suficiente para postular dos hechos básicos sobre la acción fundamental de las fitohormonas:

1.- las fitohormonas no actúan directamente a nivel del organismo, sino de la célula, por ejemplo sobre la mitosis, el alargamiento celular, etc., de modo que sus efectos se hacen sentir en todos los fenómenos citológicos afectados (Rojas, citado por Hernández 1999).

2.- La acción de las hormonas sobre los ácidos nucleicos a nivel de transición del mensaje genético y su traducción (Rojas, citado por Hernández 1999).

En la actualidad se conocen cuatro tipos generales de hormonas, en las plantas, las auxinas, giberelinas, citocininas e inhibidores, también se ha conocido las propiedades del etileno. (Lira, 1994).

Auxinas.

Tal como señala Westwood (1982) (Citado por Hernández, 1999) menciona que las auxinas pueden ser de origen natural o sintético y se definen como químicos que producen elongación celular de manera similar al ácido indolacético (IAA).

Giberelinas.

Estos compuestos se descubrieron cuando se encontró en el Japón que los extractos de un hongo patógeno (*Giberella fujikuroi*) que atacaba al arroz, duplicaba los síntomas de la enfermedad. La característica de esta es el alargamiento excesivo

de entrenudos que causaban el acame de los tallos, la acción principal de las giberelinas es promover alargamiento celular (Bidwell, 1993).

La giberelinas actúan bajo tres categorías enzimáticas: α – amilasa, ribonucleasa y proteasa, provocando el alargamiento celular, división celular, inducción de enzimas, floración, inhibición de órganos, floración precoz (González , Citado por Pérez, 1996).

Citocininas.

Las citocininas no se mueven en la planta con tanta facilidad como las giberelinas y auxinas, sin embargo hay evidencia de que se forman en la raíz y se transportan a las hojas y tallos. La hormona parecen transportarse por el xilema, se ha encontrado que las citocininas se ligan a cada ribosoma, como se ha encontrado que estimulan la síntesis de ARN, se presume que también puede actuar sobre los ribosomas nucleares. Las citocininas solubles actúan protegiendo a ARNt, formando un conjunto con la enzima nucleasa e inhibiendo su acción de hidrólisis, permitiendo que ocurra la síntesis de proteína.

Entre los efectos de las citocininas están, la formación de órganos de los tejidos cultivados *in vitro*, el alargamiento y división celular, la prevención de senescencia y la inducción de la floración.

Bacterias Promotoras de Crecimiento.

Las bacterias promotoras de crecimiento de plantas conocidas como PGPR (promoting growth plant rhizobacteria) y fue definido por Kloepper (1989)(Citado por Virgen *et al.*, 2001) 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.

En cuanto al efecto positivo sobre el crecimiento de las plantas, las PGPR pueden actuar de manera indirecta o directa Dashti (1997) (Citado por Virgen *et al.*, 2001)

Mecanismos indirectos: los metabolitos producidos por las PGPR pueden funcionar como determinantes antagónicos, involucran aspectos de control biológico, suprimen o 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.

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 ha 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 (*Virgen et al.*, 2001)

Género *Bacillus*

Los bacilos en general están clasificados dentro de los microorganismos aeróbicos o facultativos y productores de catalasa. Pueden ser gram positivos o gram variables. En general producen endosporas, o sea esporas que se forman dentro de la célula (Nutri -Compost™ 2005).

Características del género *Bacillus*

Según Nutri -Compost™ (2005), las características generales del género *Bacillus* son:

Producen endosporas, las que son termoresistentes y también resisten a agentes perjudiciales como la desecación, la radiación, los ácidos y los desinfectantes químicos.

Muchos bacilos producen enzimas hidrofílicas extracelulares que descomponen polisacáridos, ácidos nucleicos y lípidos, permitiendo que el organismo emplee estos productos como fuentes de carbono y donadores de electrones.

Muchos bacilos producen antibióticos y son ejemplos de estos la bacitracina, polimixina, tirocidina, gramicidina y circulina.

Los bacilos en general crecen bien en medios sintéticos que contienen azúcares, ácidos orgánicos, alcoholes, etc., como las únicas fuentes de carbono y el amonio como única fuente de nitrógeno

Viven dentro los límites de temperatura de 55 a 70° C, y el límite inferior de pH para *Bacillus* es de 2 a 3 (Nutri -Compost™ 2005).

Aislamiento de bacterias del género *Bacillus*

Los miembros del grupo *Bacillus* son fáciles de aislar de la tierra, el aire, agua, plantas, animales y prácticamente en todas las superficies. Cuando se siembran en placas e incuban en forma aeróbica de *Bacillus*, son de forma plana, de formas irregulares y filamentadas.

Algunas pruebas adicionales que contribuyen a la identificación de las especies del género *Bacillus* son:

- Producción de ácido y/o gas a partir de glucosa.
- Reducción de nitrato,
- Capacidad de crecer de manera anaeróbica, y poseen motilidad
- Incubación aeróbica con ingredientes principales a partir de almidón y NH₄, oxígeno como aceptor de electrones.
- Pasteurizar el inóculo a 80° C (Nutri -Compost™ 2005).

***Bacillus subtilis*.**

Realiza una fermentación 2, 3 butanediol, cuyos productos principales son butanediol, etanol, CO₂, y H₂O. Estos microorganismos también producen glicerol como un producto de la fermentación. *Bacillus subtilis*, no es potencialmente patógeno, no produce endotoxinas y secreta proteínas hacia el medio. *Bacillus subtilis* es inofensivo para los animales convencionales (Nutri -Compost™ 2005).

Según Bryan (1974) (Citado por Romo, 1994) Las características principales de *Bacillus subtilis* son:

- Forma de bastones rectos o curvos, con extremos redondeados.
- Miden de 3 μ a 4 μ por 1 μ
- Son bacterias gram positivas y no ácidosresistentes
- Son mesófilas,
- Producen esporas ovales o cilíndricas, que miden de 1.2 μ a 0.6 μ
- Móviles por ocho o doce flagelos peritricos.
- La pared de la espora es delgada

Bacillus polymyxa.

Es una bacteria que se caracteriza por producir 2.3-butanediol, también produce etanol, y también es fijadora de nitrógeno.

Sus características típicas según Nutri -Compost™ (2005) son:

- Son bacterias gram variables,
- Son mesófilas,
- Produce esporas ovales.
- La pared de la espora es gruesa.

Bacillus pumilus.

Se encuentra de forma natural en el suelo, agua, aire, y tejido fino de planta en descomposición. Se encuentra a menudo en el sistema de la raíz que envuelve a las plantas de la soya; no daña las plantas, cuando es aplicada a las semillas, la bacteria protege las raíces de la planta contra ciertos hongos. Esta bacteria limita el desarrollo de los hongos *Rhizoctonia* y *Fusarium*. No causa ningún daño a los seres humanos o al ambiente (United States Environmental Protection Agency 2005)

Hongo *Gliocladium virens.*

Gliocladium spp. es un hongo filamentoso que se distribuye extensamente en el suelo y la vegetación, comúnmente como un contaminante. Se le ha conocido también con el nombre de *Acrostalagmus*, *Isaria* y *Verticillium*. Los telomórficos del género *Gliocladium* se incluyen en los géneros *Nectria*, *Hypocrea* y *Nectriopsis*.

Especies

El género *Gliocladium* contiene varias especies. Lo más comúnmente posible sabidos son *G. penicilloides*, *G. virens*, *G. roseum* y *G. deliquescen*.

Características del hongo

- **No es agente patógeno causativo de una enfermedad en hombre o animales.**
- **Crece rápidamente en forma de colonias algodonosas, las colonias son blancas inicialmente y pueden llegar a ser rosadas a color de rosa a verde oscuro cuando maduran. El revés de la caja petri con medio de cultivo es descolorido, blanco, o amarillento. Produce hifas, conidioforos, fialidas, y conidias. Las hifas son septadas y hialinas, conidioforo es erguido y se ramifica varias veces en sus ápices. Las ramas terminales dan lugar a fialidas en forma de botella. Las conidias son unicelulares, ovoides a cilíndrica, se forma en sucesión desde una fialida (Doctor Fungus, 2005).**

MATERIALES Y MÉTODOS.

Ubicación del Área Experimental.

El experimento se llevó a cabo de junio a diciembre de 2004 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, situada en las coordenadas geográficas 25° 02' 00" latitud norte y 101° 01' 00" latitud oeste con una altitud de 1743 msnm (Cruz, 2002). De acuerdo a la clasificación climática de Köpen (modificado por García, 1973), el clima es de tipo BWhw (x) (e'), indicando lo siguiente: seco y templado con lluvias en verano, con temperaturas medias de 10 a 30 ° C de los meses de junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37 ° C.

Obtención del Material Biológico.

Las bacterias esporuladas identificadas como *Bacillus subtilis*, *B. polymyxa*, *B. pumilus* aislados de clave *3, B15 y BCC1 que se usaron fueron proporcionados por el Laboratorio de Fitopatología, del Departamento de Parasitología Agrícola de la Universidad. Además, de un testigo absoluto experimental, se empleó Raíz Plant^{MR} (Química Sagal SA de CV.) como fitorregulador y el *Gliocladium virens* micorrizico y de nombre comercial SoilGardTM (Thermal Trilogy ST. Louis MO).

Siembra y Purificación de las Bacterias

Se elaboraron placas a base de agar nutritivo (AN) las cuales fueron inoculadas con asa microbiológica tomando una pequeña cantidad de bacterias dentro del cultivo original se dispersó por todo el medio de cultivo mediante siembra en estrías, después se selló con kleen pack y se inoculó a 28 ° C por 24 h para su crecimiento.

Una segunda siembra bacteriana se realizó para confirmar la pureza de las colonias mediante la técnica de estría cruzada (Rodríguez Citado por García, 2002).

Se dividió la caja de petri en cuatro cuadrantes y se tomó una muestra de bacterias que se estrío en una caja de petri que contenía medio de cultivo (AN) en el primer cuadrante, después se tomo una muestra de bacterias del extremo de la estría más fina con el asa microbiológica previamente esterilizada y se realizó una segunda estría en el segundo cuadrante y así continuamente para el tercer y cuarto cuadrante.

Las estrías se realizaron de tal manera que se fuese diluyendo la concentración del inóculo para que en la última estría se formaran las colonias aisladas de bacterias. Después de la siembra por estrías, se sellaron las cajas de petri con kleen pack y se incubó a una temperatura de 28 ° C por 48 h. Transcurrido el tiempo de incubación se seleccionaron aquellas colonias aisladas del último cuadrante para transferirlas con el asa microbiológica al otro medio de cultivo nuevo (AN) y se incubó por 24 h a 48 ° C y al término de dicho tiempo se tomó una muestra para realizar la tinción de Gram para corroborar la pureza de las colonias (todo este procedimiento se realizo para las bacterias *3, B15 y BCC1).

Conservación de las Bacterias

Después de haber sembrado las bacterias y tener su reproducción la conservación de los aislados bacterianos (*3, B15 y BCC1) fue la siguiente: se realizó la recolección frotando suavemente la superficie del medio de cultivo (AN) de las cajas petri con una asa microbiológica para desprender la capa bacteriana y depositarla en un medio de cultivo (caldo nutritivo) que contenían los tubos de ensayo, después éstos fueron sellados con un tapón con rosca e inmediatamente se llevaron a refrigeración a una temperatura constante que oscilaba en los 5 ° C para preservar y tener disponible las bacterias para su evaluación.

La manipulación del material bajo las condiciones de asepsia en la cámara de flujo laminar permitió mantener los concentrados bacterianos libres de contaminación.

Aplicación de Tratamientos.

La siembra se realizó el 15 de junio de 2004 en la cual se utilizó semilla de tomate de la variedad Río Grande. Cuando las plántulas contaban con una altura de 12 cm aproximadamente se realizó el 23 de julio la primera aplicación de las bacterias (*3, BCC1, B15), la mezcla, *Gliocladium virens* y el Fitorregulador (Raíz Plant^{MR}).

Se preparo una suspensión bacteriana y para ello se extrajeron del refrigerador, los recipientes donde se conservaban las bacterias. El método de extracción en la cámara de flujo laminar fue mediante pipetas esterilizadas para cada una de ellas, para la cual se midió de la solución madre una determinada cantidad para cada bacteria. Para *B. pumilus* (B15) 0.31 ml, *B. subtilis* (*3) 0.21ml y para *B. polymyxa* (BCC1) 0.32 ml cada una de ellas fueron diluidas en 4 L de agua para tener una concentración de 1×10^7 bacterias por ml de agua.

Posteriormente, para obtener la mezcla de las bacterias (*3, BCC1, B15) cuando cada uno de ellas se encontraban diluidas en 4 L de agua, se tomó 1,333 mL de cada solución para tener un volumen de 4 L de mezcla bacteriana.

En la aplicación de los productos comerciales para *G. virens* se pesó en una balanza analítica 2.5 g de producto por cada litro de agua, por lo que se usaron 10 g de producto para diluirlos en 4L de agua. Por otro lado la dosis usada del fitorregulador (Raíz Plant^{MR}) fue de 1mL / 1L de agua por lo que se tuvieron que usar 4mL para los 4L de solución. La aplicación se realizó asperjando directamente en las raíces de la planta, para cada tratamiento se usaron bombas de 4L de capacidad una distinta para cada solución.

Al momento del trasplante, el cual se realizó el 19 de agosto del mismo año, se realizó una segunda aplicación de los tratamientos a evaluar, esto con un intervalo de 30 días entre aplicación.

Se siguió la fenología del cultivo al cual se le suministraron los requerimientos de fertilización de N P K fue de 17-17-17, usando como fuente de fertilizante el triple 17 también se cubrieron los requerimientos de agua. El control de plagas principalmente mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) fue mediante extracto de ajo (Bio-Crack^{MR}), aceite de Neem y en ocasiones Confidor. En cuanto al tutoreo, se utilizó un sistema en el que se sujetaron alambres sobre una barra de metal, que fueron sujetos con cuerda rafia a nivel de la base del tallo por debajo de la primera hoja, enredando el resto de la cuerda en el tallo de la planta.

Para la tercera y cuarta aplicación que se realizaron el 20 de septiembre y 20 de octubre del mismo año, las concentraciones bacterianas fueron distintas a las dos primeras ya que se usó 4 mL de solución madre de cada una de las bacterias las cuales alteraron la concentración de estas ya que para B15 fue de 1.259×10^8 , mientras que para *3 y BCC1 fue de 1.939×10^8 y 1.3235×10^8 respectivamente, estas concentraciones son bacterias por cada 1mL de agua

Las soluciones de igual forma que en las aplicaciones pasadas fueron en 4L de agua. La metodología usada en la preparación y aplicación de los tratamientos fue la misma.

Toma de Datos.

Los parámetros evaluados al momento del transplante fueron: la longitud de la raíz de las plántula mas su punta apical. Se sustrajo seis plántulas de las charolas de cada tratamiento, se lavó la zona de la raíz y se dejó secar sobre papel dextrasa a temperatura ambiente, con una regla se tomó la medida de la prolongación de la raíz y el resto de la planta. Después de medir la planta completa con un bisturí se fragmentó la parte de la raíz que une al tallo y enseguida se midió solo la longitud de la raíz y se pesó.

A la cosecha se tomaron los mismos parámetros que se consideraron en la primera evaluación, la longitud de la raíz de la planta completa, longitud de la raíz sola y su peso, también se consideró el número de frutos por planta y su peso, para el cual se recolectaron todos los frutos de la planta, se contaron y se pesaron, después se depositaron en bolsas de papel y se guardaron, esta actividad se realizó en un solo corte debido a la proximidad del invierno.

Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño completamente al azar evaluando siete tratamientos y seis repeticiones, los tratamientos consistieron en las bacterias evaluadas (*3, BCC1, B15), la mezcla y los productos comerciales usados (*G. virens* y Raíz Plant^{MR}), usando como unidad experimental un contenedor de bolsas de polietileno (maceta) de 30 x 35 cm relleno con suelo que contenían a las plantas.

Para cada uno de los parámetros evaluados se realizó un análisis estadístico mediante el paquete computacional SAS (Statistical Analysis System) Sistema de Análisis Estadístico, el procesamiento de datos se efectuó realizando el método estadístico GLM (General Models Procedure) y la prueba de comparación de medias (LSD) con una confiabilidad del 95% ($\alpha = 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Longitud de Raíz mas la Plántula de Tomate.

Los datos obtenidos en los tratamientos de longitud de la raíz mas la plántula de tomate, varió de 21.00 cm en el tratamiento con *G. virens* a 24.35 cm con la mezcla de las bacterias (Cuadro 1). El Análisis de Varianza muestra que no existe diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 2 del Apéndice); sin embargo, el tratamiento que demostró mejores efectos benéficos fue la mezcla de bacterias al aumentar la longitud en un 8.22 % en comparación con el testigo (Figura 3).

Al respecto, González (2003), evaluó el efecto de cepas de *B. subtilis* en la biomasa de la plántula de tomate en el cual se encontraron efectos significativos, datos similares encontrados en el presente experimento. Dado que la mezcla bacteriana y las bacterias aplicadas individualmente incrementa el peso de la planta respecto al testigo.

Longitud de Raíz de la Plántula de Tomate.

El Análisis de Varianza para longitud de raíz de la plántula de tomate (Cuadro 4 del Apéndice) no detecta ninguna diferencia significativa entre los tratamientos. En el Cuadro 1, se muestra la comparación de medias donde se puede observar que el tratamiento con B15 obtuvo los valores más altos en contraste con BCC1 que obtuvo los menores valores. La aplicación del tratamiento con B15 induce un crecimiento de 9.38 % más la longitud de la raíz de la planta de tomate, en contraste al testigo (Figura 4). Estos resultados concuerdan con Díaz *et al.*, (2001) quienes realizaron trabajos con lechuga (*Lactuca sativa* L.) y mencionan que las bacterias promotoras de crecimiento se caracterizan por incrementar el desarrollo de la zona radical, lo que repercute directamente con el rendimiento del cultivo.

Peso de Raíz de la Plántula de Tomate.

De acuerdo al Análisis de Varianza realizado para determinar el peso de la raíz de la plántula de tomate (Cuadro 6 del Apéndice), se encontró diferencias

estadísticas entre los tratamientos. Con lo que respecta a la comparación de medias (Cuadro 1) indica que Raíz Plant^{MR} presenta diferencia entre BCC1 obteniendo éste último el menor peso de la raíz, el resto de los tratamientos se comportaron estadísticamente similares entre sí.

El resultado obtenido en la prueba de comparación de medias, indica que existió incremento en el peso de la raíz en un 6.26 % con Raíz Plant^{MR} respecto al testigo (Figura 5). Al respecto Díaz *et al.* (2001) quienes realizaron experimentos para determinar el incremento de la biomasa de las plántulas de lechuga, tratados con *Enterobacter cloacae* no detectaron efectos significativos, lo que no coincide con nuestros resultados. Sin embargo, este cultivo (Asteráceas) es distinto al usado en este experimento (Solanáceas).

Cuadro 1. Efecto de la inoculación de las cepas bacterianas y los productos evaluados en el desarrollo de la plántula de tomate.

Tratamientos	Longitud la raíz más la plántula de tomate (cm)	Incremento con relación al testigo (%)	Longitud de raíz de la plántula de tomate (cm)	Incremento con relación al testigo (%)	Peso de raíz de la plántula de toma (g)	Incremento con relación al testigo (%)
*3	22.92 A	1.83	7.83 A	3.43	0.049 BA	2.62
B15	23.07 A	2.53	8.28 A	9.38	0.037 BA	-21.58
BCC1	21.83 A	-2.98	7.35 A	-2.91	0.028 B	-40.46
Mezcla	24.35 A	8.22	8.05 A	6.34	0.045 BA	-4.84
Raíz Plant ^{MR}	24.23 A	7.69	7.52 A	-0.66	0.051 A	6.26
<i>G. virens.</i>	21.00 A	-6.67	7.42 A	-1.98	0.035 BA	-27.30
Testigo	22.50 A	0	7.57 A	0	0.048 BA	0
C. V.	18.20		20.76		42.86	

*3= *B. subtilis*, B15= *B. polymyxa*, BCC1= *B. pumilus*, Mezcla = Mezcla bacteriana (3, BCC1 y B15). Medias con la misma letra de la misma columna son estadísticamente iguales (Prueba de comparación de Medias LSD, $\alpha = 0.05$). C. V. = Coeficiente de Variación.

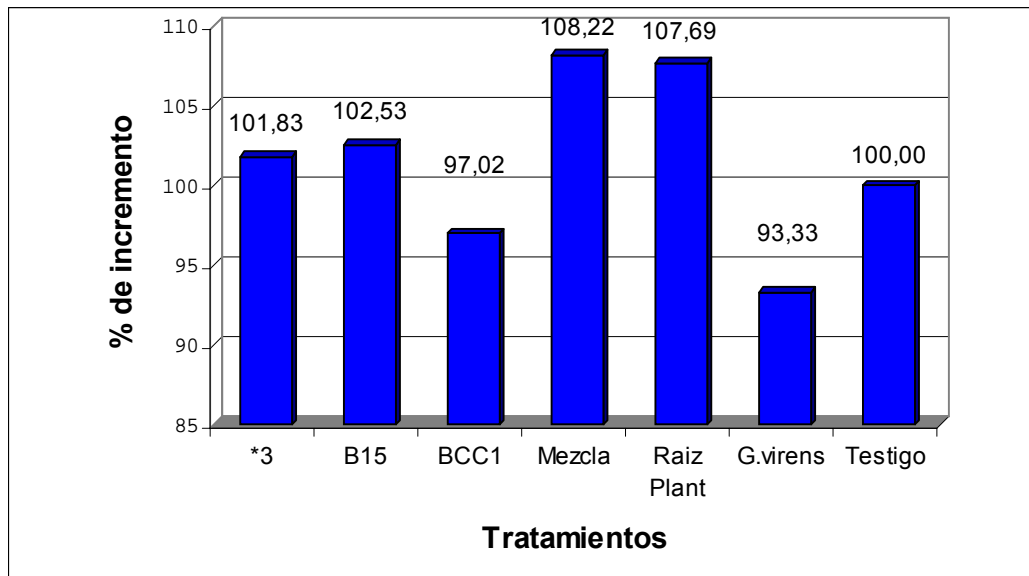


Figura 3. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz más la plántula de tomate respecto al testigo.

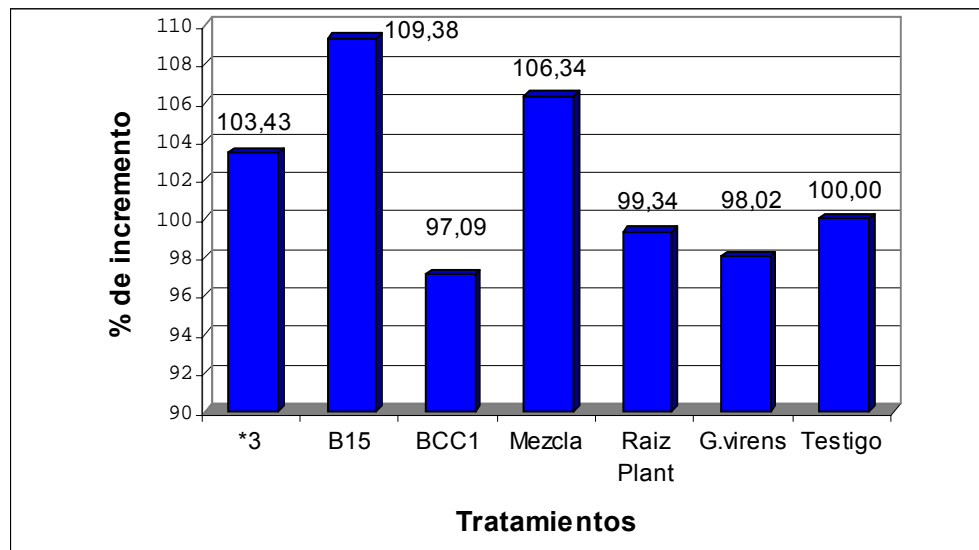


Figura 4. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz de la plántula de tomate respecto al testigo.

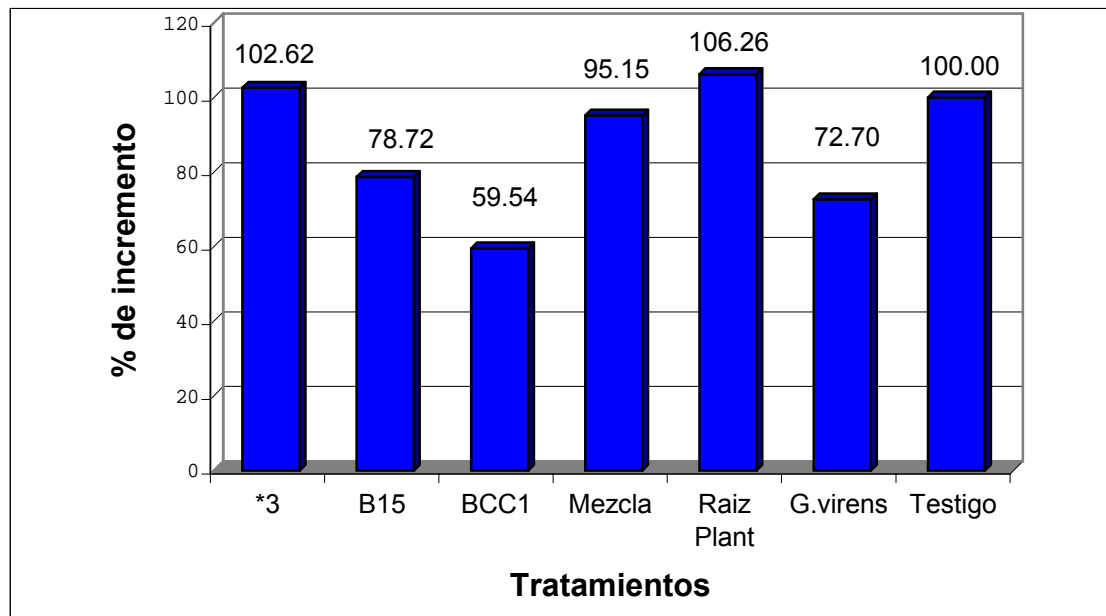


Figura 5. Porcentaje de incremento en peso de raíz de la plántula de tomate respecto al testigo.

Longitud de Raíz mas la Planta Adulta

El Análisis de Varianza para los datos obtenidos en la longitud de la raíz más la planta adulta muestra diferencias significativas (Cuadro 8 del Apéndice). Los datos obtenidos en la prueba de comparación de medias (Cuadro 2) nos indica que el tratamiento con BCC1, es estadísticamente superior a la obtenida en el testigo y *G. virens*, mientras que el resto de los tratamientos tuvieron comportamientos similares entre sí.

Los efectos más sobresalientes se ven con BCC1 que muestra un incremento en la longitud de la raíz de 37.87 % superior al testigo (Figura 6). Los resultados obtenidos en este ensayo concuerdan con los reportados por Pereira *et al.*, (1988) al estudiar el efecto de la bacteria *Pseudomonas fluorescens* en la parte aérea y en la raíz de sorgo (*Sorghum Vulgare*) y arroz (*Oryza sativa*),

Longitud de Raíz de la Planta Adulta.

Los resultados del Análisis de Varianza para esta variable muestra una diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 10 del Apéndice). En el Cuadro 2 se presentan los resultados de la prueba de comparación de medias, los tratamientos con BCC1 y Raíz Plant^{MR} presentan diferencias estadísticas con *G. virens* y el testigo, siendo éstos últimos similares entre sí y a los tratamientos con *3 y a la mezcla de bacterias.

El tratamiento con BCC1 muestra un incremento en la longitud de la raíz de la planta adulta 63.39 % superior al testigo (Figura 7). Terrazas, citado por Díaz *et al.*, (2001) concluyeron que la altura de la planta de papa y tomate no mostraron diferencias significativas cuando realizaron estudios con este tipo de bacterias. Este resultado no coincide con los que se obtuvieron en este trabajo. Dado que la longitud de raíz fue superior al testigo cuando se aplicó los aislados de *B. subtilis* (*3) y Raíz Plant^{MR} (cuadro 2), mientras que con *G. virens* la longitud fue menor.

Peso de la Raíz de la Planta Adulta

El Análisis de Varianza para esta variable indica que no existe diferencia estadística entre los tratamientos (Cuadro 12 del Apéndice). En la prueba de comparación de medias (Cuadro 2) se observa que el tratamiento con *3 fue donde se obtuvo mayor peso de la raíz en contraste con Raíz Plant^{MR} que fue el más bajo. El tratamiento con *3 es estadísticamente similar al testigo, sin embargo, presenta un incremento de 20.82 % en el peso de la raíz con relación al testigo (Figura 8). Los resultados de González (2003), reportan que la presencia de esta bacteria no fue significativa en la biomasa de la planta de tomate, lo cual no coincide con los obtenidos en este experimento.

Cuadro 2. Longitud de la raíz más la planta adulta, longitud de la raíz y el peso de esta última, inoculadas con cepas bacterianas y los productos.

Tratamientos	Longitud raíz más la planta adulta (cm)	Incremento con relación al testigo (%)	Longitud de raíz de la planta adulta (cm)	Incremento con relación al testigo (%)	Peso de raíz de la planta adulta (g)	Incremento con relación al testigo (%)
*3	116.17 BAC	23.36	43.33CD	10.62	24.14 A	20.82
B15	119.67 BA	27.08	51.67 BC	31.91	22.09 A	10.56
BCC1	129.83 A	37.87	64.00 A	63.39	19.88 A	-0.5
Mezcla	119.83 BA	27.25	49.67 BCD	29.81	20.65 A	3.35
Raíz Plant ^{MR}	126.00 BA	33.80	60.33 BA	54.02	16.84 A	-15.72
<i>G. virens.</i>	84.83 C	-9.92	38.50 D	-1.71	18.54 A	-7.01
Testigo	94.17 BC	0	39.17 D	0	19.98 A	0
C. V.	16.26		13.98		42.49	

*3= *B. subtilis*, B15= *B. polymyxa*, BCC1= *B. pumilus*, Mezcla = Mezcla bacteriana (3, BCC1 y B15). Medias con la misma letra de la misma columna son estadísticamente iguales (Prueba de comparación de Medias LSD, $\alpha = 0.05$). C. V. = Coeficiente de Variación.

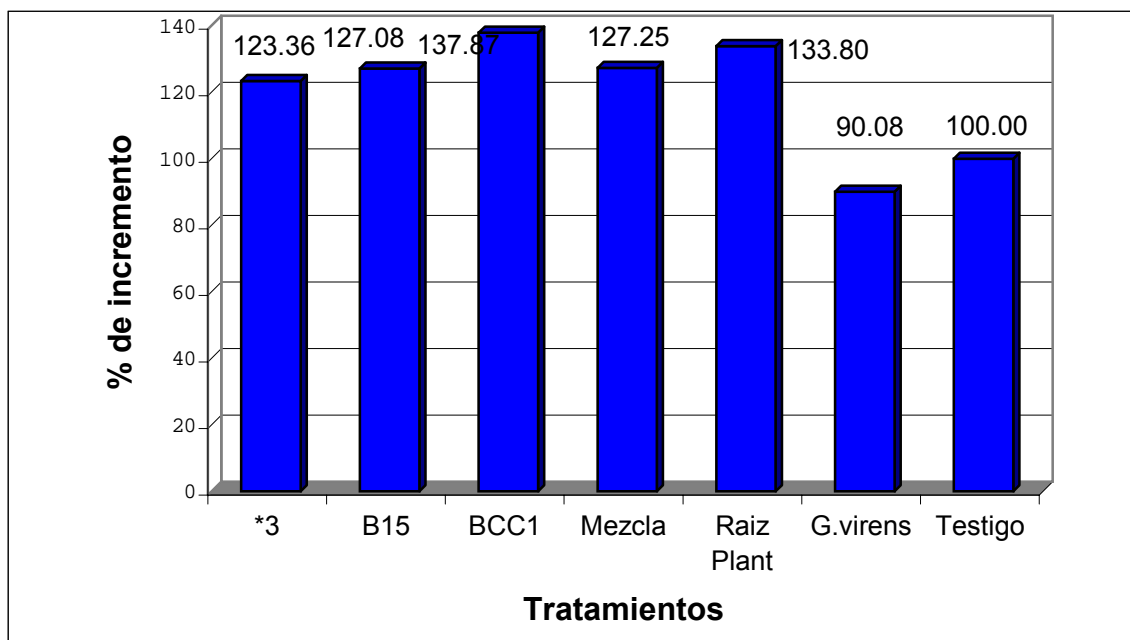


Figura 6. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz más la planta adulta de tomate respecto al testigo.

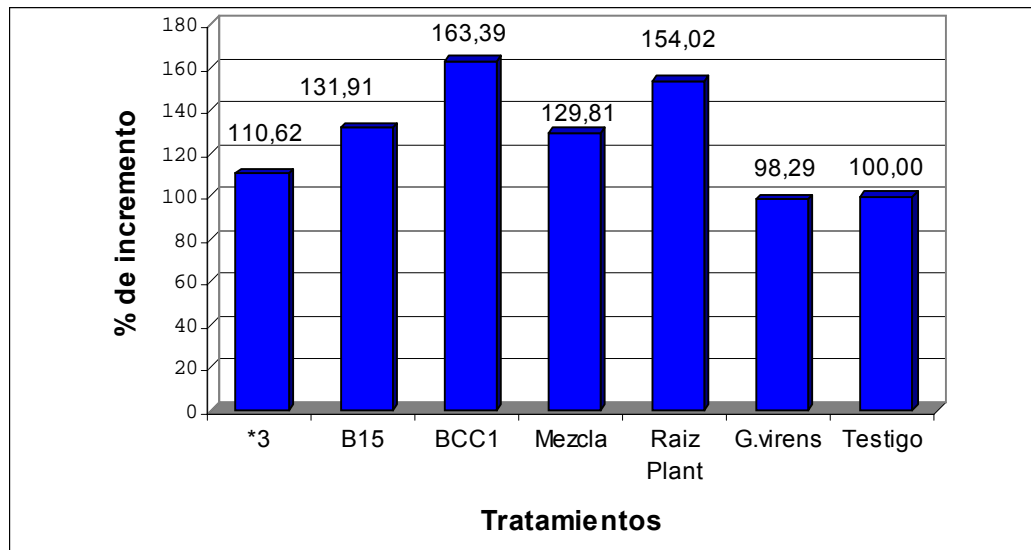


Figura 7. Porcentaje de incremento en la longitud de raíz de la planta adulta de tomate respecto al testigo.

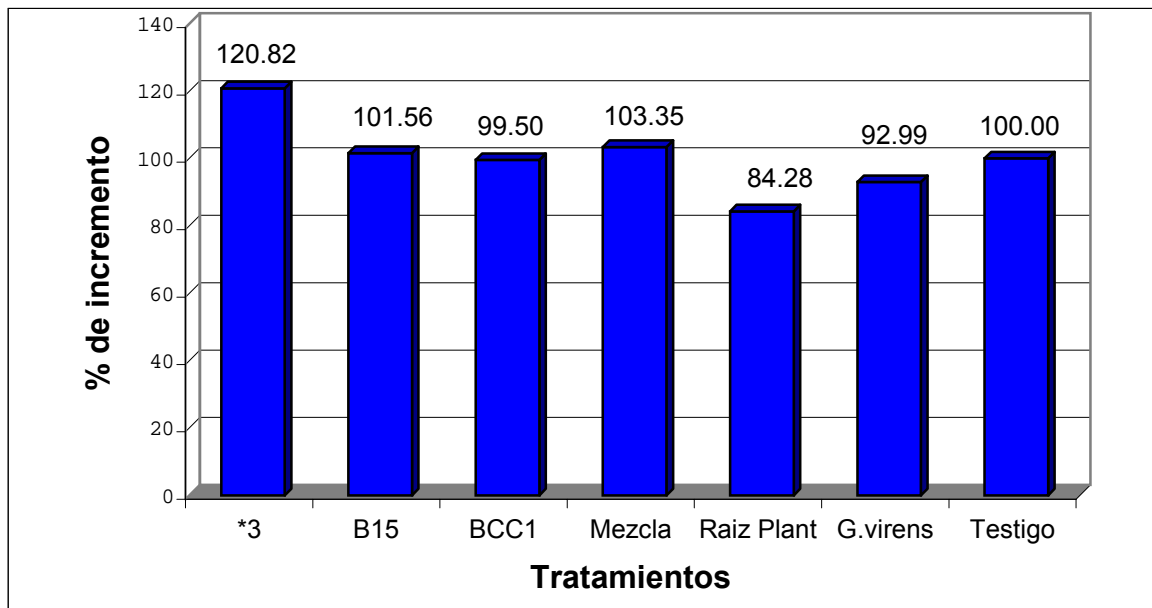


Figura 8. Porcentaje de incremento en el peso de raíz de la planta adulta de tomate respecto al testigo.

Peso del Fruto

El Análisis de Varianza para esta variable (Cuadro 14 del Apéndice) muestra diferencia significativa entre los tratamientos. Los resultados obtenidos en la prueba de comparación de medias (Cuadro 3) indican que el peso de los frutos obtenidos en el tratamiento con BCC1 es estadísticamente diferente al testigo, incrementando en un 25.20% respecto a este último (Figura 9). Nuestros resultados coinciden a los obtenidos por Virgen *et al.* (2001) quienes trataron tubérculos de papa con bacterias del género *Bacillus* y obtuvieron un incremento en la producción y calidad de la papa cosechada. Así mismo los datos obtenidos por González (2003) mostraron mayor peso de los frutos de tomate por planta por corte con la aplicación de *Bacillus*.

Numero de Frutos por Planta

El Análisis de Varianza para esta variable (Cuadro 14 de Apéndice) muestra que existe diferencia estadística entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias (Cuadro 3) indica que el numero de frutos obtenido con la mezcla de las bacterias es estadísticamente superior al obtenido con el testigo y a el tratamiento con *3; observado un incremento de 135.40% más de producción que el testigo (Figura 10). Los resultados generados en este trabajo coincidieron a los obtenidos por Maiti (2002) quien obtiene un mayor número de frutos de tomate en tratamientos realizados con bacterias.

Es importante resaltar el efecto que tiene la aplicación de bacterias esporuladas de tipo *Bacillus* empleados en este trabajo promovió de manera diferente el crecimiento y peso según la bacteria. Con *B. pumilus* (BCC1) se observó mayor efecto en el peso del fruto (25.20 % más que el testigo) de tomate, mientras que con la mezcla bacteriana se obtuvo mayor numero de frutos 135.40 % más que el testigo.

Cuadro 3. Peso y números de fruto de tomate inoculados con las cepas bacterianas y los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Peso de los frutos (g)	Incremento con relación al testigo (%)	Numero de frutos.	Incremento con relación al testigo (%)
*3	38.36 BC	0.18	6.500 B	23.73
B15	41.67 BAC	8.83	9.333 BA	80.46
BCC1	47.94 A	25.20	8.000 BA	54.74
Mezcla	45.83 BA	19.69	12.167 A	135.40
Raíz Plant ^{MR}	44.93 BA	17.34	8.500 BA	60.41
<i>G. virens.</i>	33.03 C	-13.74	8.500 BA	60.41
Testigo	38.29 BC	0	5.167 B	0
C. V.	25.20		43.60	

*3= *B. subtilis*, B15= *B. polymyxa*, BCC1= *B. pumilus*, Mezcla = Mezcla bacteriana (3, BCC1 y B15). Medias con la misma letra de la misma columna son estadísticamente iguales (Prueba de comparación de Medias LSD, $\alpha = 0.05$). C. V. = Coeficiente de Variación.

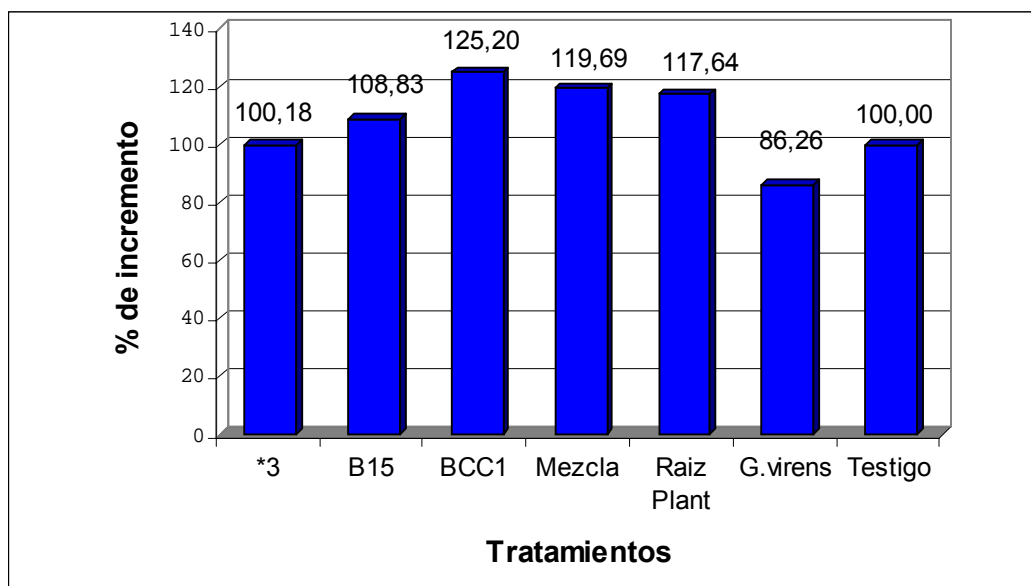


Figura 9. Porcentaje de incremento en el peso de los frutos de tomate respecto al testigo.

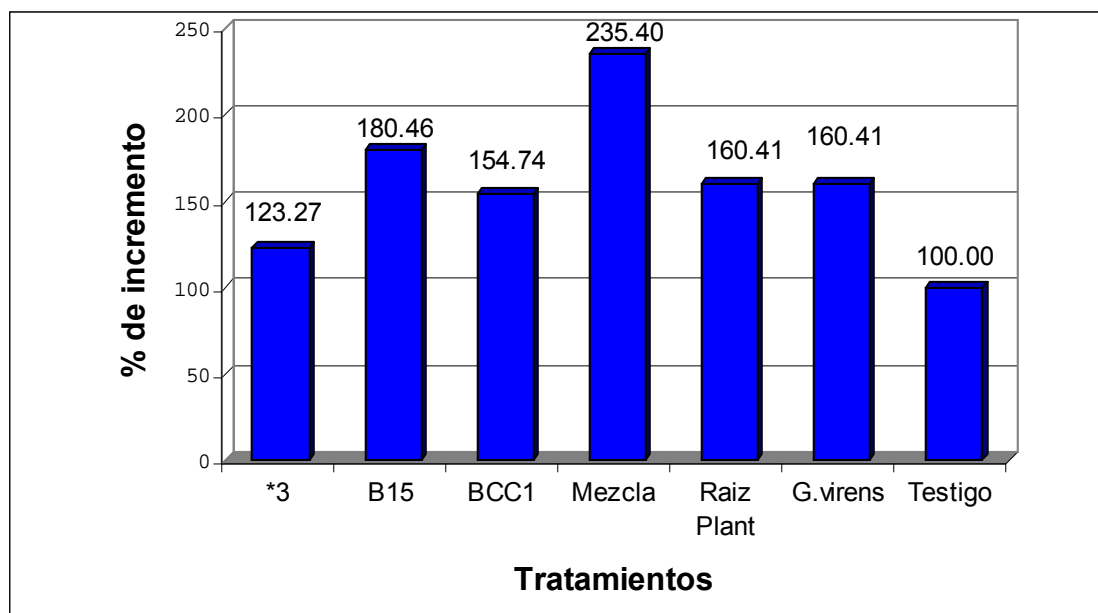


Figura 10. Porcentaje de incremento del número de frutos de tomate respecto al testigo

CONCLUSIONES

Bajo condiciones experimentales en la que se desarrollo el presente ensayo podemos concluir que:

- Las bacterias *B. subtilis* (*3), *B. polymyxa* (B15) y *B. pumilus* (BCC1) mostraron efectos benéficos en el cultivo de tomate al ser aplicados al transplante y en la base del tallo de las planta.
- No se observó un efecto de los tratamientos en el incremento de la longitud más la plántula de tomate, en la longitud de la raíz de la plántula en el peso de la raíz de la planta adulta respecto al testigo.
- *B. subtilis* (*3) y Raíz Plant^{MR} incrementaron el peso de la raíz de la plántula de tomate respecto a los otros tratamientos evaluados.
- El tratamiento con *B. polymyxa* (BCC1) induce estadísticamente el mayor crecimiento de la longitud de raíz mas la planta adulta.
- El tratamiento con *B. polymyxa* (BCC1) y Raíz Plant^{MR} inducen estadísticamente el mayor crecimiento de la raíz de la planta adulta.
- El peso de los frutos de tomate es superior estadísticamente con la aplicación de *B. polymyxa* (BCC1).
- El numero de frutos de tomate se incrementa significativamente con el tratamiento de la mezcla de bacterias (*3, BCC1 y B15) en condiciones de invernadero.

BIBLIOGRAFÍA

Agrios, N. G. 1985 Fitopatología. Editorial. LIMUSA. México 755 p.

Abdul-Baki, A.1991. Tolerance of tomato cultivars and selected germoplasm to heat stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116: 1113–1116.

Alisedo, 1999. Chile y Tomate. Productores de Hortalizas. 8:14–15.

Anaya, R. S. y Romero, N. J. 1999. Hortalizas: Plagas y enfermedades. Editorial Trillas. Primera Edición. México Pp. 435–436.

Benavides, M. A; Maiti, K. G. y Teram, E. 1993. El balance espectral de la radiación y fotomorfogénesis y productividad de los vegetales. Monografía Técnica. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA) Pp. 4

Bidwell, R. G. S.1993. Fisiología Vegetal. Editorial AGT. Primera edición. México DF. 784 p

Bringas, L. 1998. Tiempos de invernaderos. Productores de Hortalizas. 7:32 – 35.

Canché, C. C. G.2001. Análisis de crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) con películas termorreguladores en Invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México 111 p

Canovas, M. F. 1995. El cultivo de tomate: Manejo del cultivo sin suelo. Editorial Mundi – Prensa. Madrid. España. Pp 235 – 247.

Castaños, C. M. 1993. Horticultura: Manejo simplificado. Universidad Autónoma de Chapingo. Dirección General del Patronato Universitario. Chapingo, México. 527 p.

Centeno, G. E. C.1986. Cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y su mejoramiento genético. Monografía. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 141 p.

Chamarro, L. J. 1995. Cultivo del Tomate: Anatomía y Fisiología de la Planta. Editorial Mundi – Prensa. Madrid, España. Pp. 54–69

Cruz, M. E. 2002. Efecto de diversos sustratos en la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill Var. Río Grande) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 46 p.

Díaz, V. P; Ferrera, C. R: Almaraz S. J. J. y Alcanzar G. G. 2001. Incubación de bacterias promotoras de crecimiento en lechuga. Revista Terra 19: 327 – 355

Doctor Fungus 2005 <http://www.doctorfungus.org/thefungi/Gliocladium>

Edmond. J. E.; Sem, T. L, y Andrew, F. S. 1984. Principios de Horticultura Séptima Edición. Editorial Continental, México. 574 p.

Flores, P. I. 1980. Cultivo del tomate. ITESM. Monterrey, Nuevo León, México P 9.

Gálvez, L. J. 1999. Producción bajo invernadero. Productores de Hortalizas. 8: 14 – 21.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Calcificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM. Segunda Edición. México Pp. 45 – 46.

García, F. J. 2002. Evaluación de bacterias aisladas de la rizosfera de papa contra 13 grupos de anastomosis multinucleados de *Rhizoctonia solani* Kühn. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 67 p.

González, C. M. 2003. El *Bacillus subtilis* inmovilizado en espumas hidrofílicas induce tolerancia a NaCl en tomate y lechuga. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 51 p.

Guzmán, P. M. y Sánchez, A. 2000. Sistema de Exportación y Tecnología de Producción. Memoria del Curso Internacional de ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción de hortalizas. Instituto Nacional de Capacitación para la Productividad Agrícola (INCAPA, S. C.) 21-26 de Agosto. Guadalajara. Jalisco, México Pp 64-94.

Guzmán, P. M. 2000. Respuesta fisiológica y control ambiental. Memoria del Curso internacional de ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción de hortalizas. Instituto Nacional de Capacitación para la Productividad Agrícola (INCAPA, S. C.) 21-26 de Agosto. Guadalajara. Jalisco, México Pp 44 – 63.

Hernández. C. J. L. 1999. Aplicación de biorreguladores bajo el sistema de hidroponía en el cultivo del tomate. Tesis de Licenciatura. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila México. 57 p.

Hernández, P. J. J. 2000. Sustancias húmicas en el tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Monografía. UAAAN Buenavista, Saltillo, Coahuila México. 85 p.

INFOAGRO 2004. <http://www.infoagro.com/hortalizas/>

INIFAP, 2001. Etiología de la enfermedad del chino del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) y sus alternativas de control en el estado de Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Pp. 5

Leskovar *et al.* 1994. Greenhouse irrigation systems after growth of TAM – Mild jalapeno 1a Pepper Seedlings. Hort. Science 29: 1470-1474.

Lira, S. H. R. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Trillas. Primera Edición. México DF. Pp. 198 – 213.

Loustalot. M. E. 1998. Producción de plántulas con alta tecnología en invernadero. Hortalizas, Frutos y Flores. 7: 16 – 20.

Maiti, R. K. y Benavides, M. A. 2002. Salinidad, Ecofisiología y Bioquímica de estrés en plantas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Pp. 54 – 56

Mantallana, G. A. y Montero, C. J. I. 1995. Invernaderos, diseño, construcción y climatización. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. México Pp. 209

Minero, A. A. 1998. Producción y manejo de transplantes II. Sustratos, Fertilización y Riego. Productores de Hortalizas. 7: 18 – 21.

Nuez, F. y Rodríguez, R. A. 1995. El cultivo del Tomate. Editorial Mundi – Prensa. Madrid España Pp.46–71.

Nutri -Compost™ 2005 <http://www.bioland.cl/nutricompoust-mo.htm>

Pereira, J. A. R; Cavalcante, V. A; Baldani, J. I. y Dobeireiner J.2003. Sorghum and rice inoculation wit *Azospirillum* sp. and *Herbaspirillum seropedicae* in field. Plant Soil 110: 269 – 274

Pérez, M. C. 1996. Efecto de fuentes de Citocininas y Giberelinas en el crecimiento y desarrollo del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México 39 p.

Rick, C. M. 1974, El tomate, Investigación y Ciencia. Scientific American No. 25 Edición. Reverté S. A. Barcelona, España Pp. 46.

Romo, C. J. J. 1994. Estudios de efectividad biológica de *Bacillus subtilis* y Fungibac sobre *Rizoctonia soilani* Kühn en papa bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 69 p.

SAGARPA.2005.<http://www.siea.sagarpa.gob.mx/InfOMer/analisis/antomate.html>

Salisbury, B. F. y Ros, C. W. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana, México DF. P 539.

Santiago, L; Mendoza, M, y Borrego, F. E. 1998. Evaluation of tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill) in greenhouse conditions: phenological and physiological criteria. Agronomía mesoamericana 9 : 59 – 65

SIEA – SAGARPA. 2002. <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/>

Tongoni, F. 2000. Temperatura. Memoria del Curso Internacional de ingeniería, manejo y operación de un invernadero para la producción intensiva de hortalizas. Instituto Nacional de Capacitación para la Productividad Agrícola. (INCAPA, S. C.) 21-26 de Agosto de 2000. Guadalajara. Jalisco, México Pp. 12–27.

United States Environmental Protection Agency.2005..<http://www.epa.gov/pesticides/biopesticides/ingredients/factsheets.htm>

Valadez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas. Editorial LIMUSA. 8a reimpresión. México Pp. 268.

Vavrina, C. S, y Orzolek, D. M. 1993. Tomato transplant age: A Review. Hort. Technology 3 (3): 113–316.

Virgen, C. G.; Jiménez D. R; Tabares F. S. y Olalde P. V.2001. Bacterias promotoras de crecimiento en plantas: Agro-biotecnología. Avances y Perspectivas 20: 395 – 400.

Weiss, A. P. 1995. Cubiertas de Plástico para invernadero como filtro lumínico para controlar el desarrollo vegetativo. Memoria del Simposium Internacional de Técnicas Agrícolas con Plástico 5 – 7 de Octubre 1995. León Guanajuato. México Pp.102–104.

APÉNDICE

Cuadro 1. Longitud de raíz más la plántula expresada en cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	VI
*3	20.5	25.5	22.5	20.0	19.5	29.5
BCC1	23.0	20.0	17.5	20.5	21.5	28.5
B15	28.7	26.2	28.5	19.5	15.0	20.5
Mezcla	29.5	25.3	20.6	25.2	18.0	27.5

Raíz Plant ^{MR}	23.5	24.2	23.0	29.0	16.5	29.2
G. virens	27.0	21.0	18.0	22.0	21.0	17.0
Testigo	23.5	25.0	24.5	20.0	24.0	18.0

Cuadro 2. Análisis de varianza de la longitud de raíz más la plántula en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	52.75952381	8.79325397	0.51	0.7977
Error	35	605.20333333	17.29152381		
Total	41	657.96285714			
C .V.=18.20%					

Cuadro 3. Longitud de raíz de la plántula expresada en cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	VI
*3	8.5	7.0	8.5	8.5	7.0	7.5
BCC1	6.6	7.0	8.5	7.0	7.6	7.4
B15	8.0	8.5	11.5	7.0	7.5	7.2
Mezcla	14.0	7.0	6.5	6.6	7.0	7.2
Raíz Plant ^{MR}	8.5	7.1	8.0	7.5	6.0	8.0

G. virens	9.5	7.0	6.5	10.0	7.0	4.5
Testigo	7.2	9.2	7.5	7.5	7.0	7.0

Cuadro 4. Análisis de varianza de la longitud de raíz de la plántula en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	4.39666667	0.73277778	0.29	0.9399
Error	35	89.8416666	2.56690476		
Total	41	94.23833333..			
C. V.= 20.76228 %					

Cuadro 5. Peso de raíz de la plántula expresada en g en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	VI
*3	0.0467	0.0552	0.0491	0.0369	0.0371	0.0689
BCC1	0.0324	0.0246	0.0164	0.0243	0.0331	0.0397
B15	0.0324	0.0443	0.0439	0.0658	0.0222	0.0160
Mezcla	0.0445	0.0632	0.0787	0.0338	0.0309	0.0214

Raíz Plant ^{MR}	0.0442	0.0549	0.0360	0.0630	0.0255	0.0807
G. virens	0.0526	0.0456	0.0266	0.0415	0.0303	0.0116
Testigo	0.0940	0.0454	0.0375	0.0455	0.0170	0.0470

Cuadro 6. Análisis de varianza para la variable peso de raíz de la plántula en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	0.00256735	0.00042789	1.33	0.2718
Error	35	0.01129374	0.00032268		
Total	41	0.01386109			
C. V.= 42.85710 %					

Cuadro 7. Longitud de raíz más la planta adulta expresada en cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
*3	126.5	105.0	117.0
BCC1	127.5	114.0	148.0
B15	113.0	125.5	120.5

Mezcla	126.0	106.5	127.0
Raíz Plant ^{MR}	116.5	147.5	114.0
G. virens	41.5	105.0	108.0
Testigo	94.0	98.5	90.0

Cuadro 8. Análisis de varianza la para la variable de longitud de raíz más la planta adulta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	5104.64285714	850.77380952	2.52	0.0720
Error	14	4718.50000000	337.03571429		
Total	20	9823.14285714			
C. V.=					
16.25676 %					

Cuadro 9. Longitud de raíz de la planta adulta en expresada en cm en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
*3	45.5	42.5	42.0
BCC1	61.0	56.0	75.0

B15	53.0	56.5	45.5
Mezcla	58.0	43.0	48.0
Raíz Plant ^{MR}	64.0	65.0	52.0
G .virens	29.0	42.0	44.5
Testigo	36.5	42.5	38.5

Cuadro 10. Análisis de varianza la para la variable de longitud de raíz de la planta adulta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	1794.40476190	299.06746032	6.51	0.0019
Error	14	642.83333333	45.91666667		
Total	20				
C. V.=		2437.23809524			
13.68268 %					

Cuadro 11. Peso de raíz de la planta adulta expresada g en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

Tratamientos	Repeticiones		
	I	II	III
*3	14.97	17.75	39.69

BCC1	18.55	22.63	18.45
B15	27.99	21.84	16.45
Mezcla	26.85	14.76	20.35
Raíz Plant ^{MR}	27.65	16.15	6.72
<i>G. virens</i>	14.67	13.45	27.51
Testigo	16.20	12.88	30.86

Cuadro 12. Análisis de varianza la para la variable de peso de raíz de la planta adulta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	100.19973333	16.69995556	0.22	0.9621
Error	14	1042.16913333	74.44065238		
Total	20	1142.36886667			
C.V.=42.495%					

Cuadro 13. Peso del fruto en g en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	VI
*3	32.50	31.00	51.67	40.00	39.00	36.00

BCC1	42.50	28.75	50.00	49.09	69.38	47.94
B15	44.17	36.67	46.88	38.00	45.94	38.33
Mezcla	38.33	46.67	38.08	47.69	51.92	52.31
Raíz Plant ^{MR}	32.86	45.38	53.85	48.00	52.00	37.50
<i>G. virens</i>	31.00	37.90	37.86	28.33	35.56	27.50
Testigo	52.00	36.67	27.92	46.50	30.00	36.67

Cuadro 14. Análisis de varianza de peso del fruto en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	984.16112381	164.02685397	2.47	0.0426
Error	35	2325.41566667	66.44044762		
Total	41	3309.57679048			
C. V.= 19.67145 %					

Cuadro 15. Número de frutos por planta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

Tratamientos	Repeticiones					
	I	II	III	IV	V	VI

*3	6	5	12	6	5	5
BCC1	2	16	3	11	8	8
B15	6	6	8	5	16	15
Mezcla	9	12	13	13	13	13
Raíz Plant ^{MR}	7	13	13	5	5	8
<i>G. virens</i>	5	10	7	12	9	8
Testigo	5	3	12	4	4	3

Cuadro 16. Análisis de varianza número de frutos por planta en los diferentes tratamientos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

FV.	GL.	SC.	CM.	FC.	Pr > F
Tratamientos.	6	175.47619048	29.24603175	2.23	0.0634
Error	35	459.50000000	13.12857143		
Total	41	634.97619048			
C. V.= 43.60463 %					