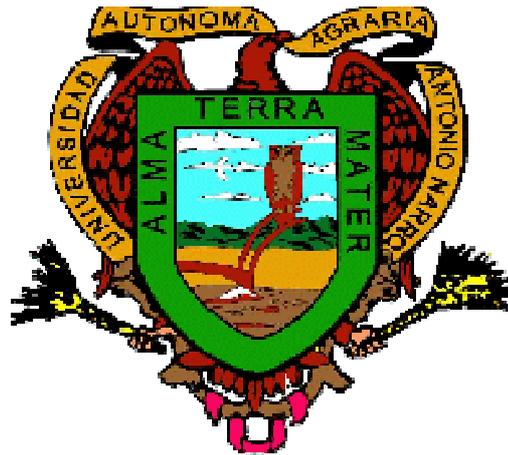


**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**Efecto de un biofertilizante bacteriano (*Azospirillum* sp). en tomate
(*Lycopersicon esculentum* Mill). Cv. “Rio grande” en la Comarca
Lagunera.**

Por:

SARAIN GÓMEZ DE LA CRUZ

TESIS

Presentada como requisito parcial

Para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México.

Diciembre de 2011.

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Efecto de un biofertilizante *bacteria (Azospirillum sp)*. En tomate (*Lycopersicon
esculentum* Mill). Cv. "Rio grande" en la Comarca Lagunera.

Por:

SARAIN GÓMEZ DE LA CRUZ

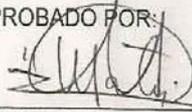
TESIS

QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

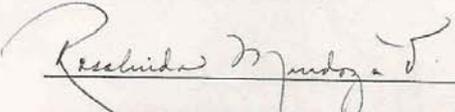
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA.

APROBADO POR:

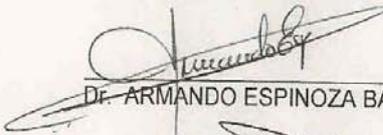
PRESIDENTE


ME. VICTOR MARTINEZ CUETO

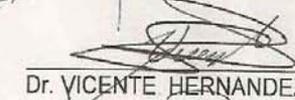
ASESORA EXTERNO:

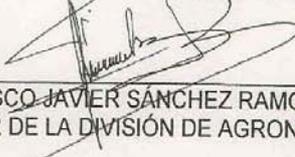

Dra. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL

VOCAL


Dr. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL SUPLENTE


Dr. VICENTE HERNANDEZ HERNANDEZ


Dr. FRANCISCO JAVIER SANCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO", UL.
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. SARAIN GOMEZ DE LA CRUZ, QUE SOMETE A CONSIDERAR
DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

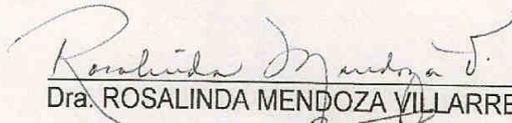
APROBADO POR:

PRESIDENTE



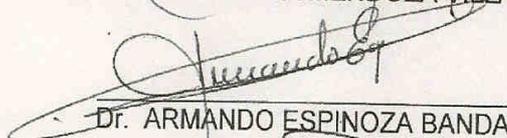
ME. VICTOR MARTINEZ CUETO

VOCAL



Dra. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL

VOCAL

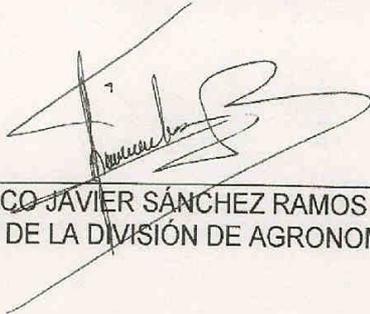


Dr. ARMANDO ESPINOZA BANDA

VOCAL



Dr. VICENTE HERNANDEZ HERNANDEZ



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

Al fin llega este momento, tan lejano hace tan poco tiempo. Parecía que lo difícil terminaba en la conclusión de esta tesis, pero agradecer en unas pocas líneas a aquellos que de una u otra manera han colaborado siempre complicados un poco más las cosas.

A Dios primer amigo, por amarme infinitamente, demostrándome su amor incansablemente, permanecer siempre conmigo y llenarme de bendiciones.

M.C. Víctor Martínez Cueto, le agradezco todo el apoyo brindado. Por todos sus consejos dedicación y por todos sus conocimientos transmitidos para así lograr terminar mi investigación.

Agradecer a la Dra. Rosalinda Mendoza Villareal, por proporcionar el biofertilizante y apoyo en la revisión del presente trabajo.

Dr. Vicente Hernández Hernández, por su apoyo en la elaboración de esta tesis. Por sus consejos y su gran apoyo en este proyecto. Por su completa disposición paciencia y conocimiento y sobre todo por su gran persona.

Dr. Armando Espinoza Banda, le agradezco todo su tiempo dedicado para realizar esta investigación, por todo su tiempo dedicado y empeño durante el desarrollo de la investigación.

También agradezco a mi ALMA TERRA MATER las facilidades otorgadas durante mi formación como profesionalista y a la elaboración de este proyecto, y también agradezco a todos los profesores que formaron parte para lograr formarme como un profesionalista.

A mis grandes amigos que me han acompañado durante este largo proceso, a quienes me apoyaron en los momentos más difíciles vividas en el

inicio de este largo camino, a quienes siempre que regreso encuentro con los brazos abiertos, igual que ayer, como si no pasara el tiempo, quienes me han escuchado, me han divertido y me han animado todo tiempo, a quienes considero como una familia: Lilia Mendoza Acosta, Ferlín Sánchez Juárez, José G Espinoza Díaz, Samuel Figueroa García.

De ante mano a todos mis compañeros de escuela que en algún momento la pasamos de lo mejor compartiendo momentos de recuerdo de risa, alegría, gracias por todos ellos.

DEDICATORIA

A MIS PADRES

Sra. **Olga de la Cruz Gómez** y Sr. **Gregorio Gómez Hernández**, que con su amor me han enseñado a salir adelante, por el gran esfuerzo que han hecho en este primer pasó de mi vida profesional, por haber confiado en mí, son ustedes quienes verdaderamente son los dueños de este logro, mil gracias.

A MIS ABUELOS

Por su cariño tan especial y su confianza de siempre ya que son una personas muy especial en mi vida.

AGUSTINA HERNANDEZ HERNANDEZ

MODESTO GOMEZ

† DELFINA GOMEZ PEREZ

† DANIEL DE LA CRUZ

A MIS HERMANOS

A todos los momentos compartidos con ellos y por todo su apoyo brindado durante mi formación gracias por su cariño, apoyo, comprensión, confianza y su amistad, gracias por estar en un momento tan importante en mi vida.

RAFAEL GÓMEZ DE LA CRUZ

AGUSTINA GÓMEZ DE LA CRUZ

LUCRECIA GÓMEZ DE LA CRUZ

SILVANO GÓMEZ DE LA CRUZ

Sobre todo a mi hermano Rafael por todo su apoyo brindado, su confianza y su colaboración en los momentos más difíciles de mi vida siempre le estaré agradecido.

A TODOS MIS FAMILIARES:

Que de una u otra manera estuvieron pendientes a lo largo de este proceso, brindado su apoyo incondicional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	viii
ÍNDICE DE CUADROS	xii
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del tomate	4
2.1.1 Origen	4
2.1.2 Taxonomía y morfología	5
2.1.3 Planta	6
2.1.3.1 Crecimiento determinado	6
2.1.3.2 Crecimiento indeterminado	6
2.1.4 Sistema radical	7
2.1.5 Tallo	7
2.1.6 Hoja	7
2.1.7 Estructura floral	7
2.1.8 Fruto	8
2.1.9 Semilla	8
2.2 Valor nutritivo del tomate	9

2.3 Necesidades climáticas	9
2.3.1 Radiación	9
2.3.2 Temperatura	10
2.3.3 Humedad relativa	10
2.4 Producción	10
2.4.1 Trasplante	10
2.4.2 Poda	11
2.5 Tutorado	11
2.6 Fertilización	12
2.7 Necesidades hídrica	12
2.8 Suelo	13
2.9 Plagas y enfermedades	13
2.9.1 Plagas	13
2.9.2 Enfermedades	17
2.10 Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal	20
2.10.1 El género <i>Azospirillum</i>	21
2.10.2 Distribución de <i>Azospirillum</i>	22
2.10.3 <i>Azospirillum</i> : su significado en la agricultura	22
2.10.4 Características generales de <i>Azospirillum</i>	23
2.10.5 Interacción <i>Azospirillum</i> -planta	24
III. MATERIALES Y MÉTODOS	25
3.1 Localización geográfica de la comarca lagunera	25
3.2 Localización del experimento	25
3.3 Manejo del cultivo	26

3.3.1 Barbecho	26
3.3.2 Rastreo	26
3.3.3 Preparación de camas	26
3.3.4 Siembra	26
3.3.5 Trasplante	27
3.3.6 Riego	27
3.3.7 Deshierbe	27
3.3.8 Tutorado	28
3.3.9 Aporcado	28
3.3.10 Insectos-plaga y enfermedades	28
3.4 Cosecha	29
3.5 Variables evaluadas	29
3.5.1 Altura de planta	29
3.5.2 Peso de fruto	29
3.5.3 Diámetro polar	29
3.5.4 Diámetro ecuatorial	30
3.5.5 Número de lóculos	30
3.5.6 Grosor de pulpa	30
3.5.7 Sólidos solubles (° Brix)	30
3.5.8 Análisis de los datos	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
4.1 Variables evaluadas	31
4.2 Altura de planta	31
4.3 Diámetro ecuatorial	32

4.4 Grosor de pulpa	33
4.5 Diámetro polar	35
4.6 Sólidos solubles (grados brix)	36
4.7 Número de lóculos	37
4.8 Peso de fruto	38
4.9 Rendimiento	39
V. CONCLUSIÓN	42
VI. BIBLIOGRAFÍA	43
VII. APENDICE	53

INDICE DE CUADROS

CUADRO A1. Análisis de varianza de altura de planta_____	53
CUADRO A 2. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto_____	53
CUADRO A 3. Análisis de varianza de grosor de pulpa _____	54
CUADRO A 4. Análisis de varianza de diámetro polar del fruto_____	54
CUADRO A 5. Análisis de varianza de solido soluble de fruto_____	55
CUADRO A 6. Análisis de varianza de número de lóculos del fruto_____	55
CUADRO A 7. Análisis de varianza de peso del fruto_____	56
CUADRO A 8. Análisis de varianza de rendimiento_____	56

RESUMEN

Muchos de los suelos donde se está cultivando tomate presentan deficiencia de materia orgánica y contaminación por el mal uso de fertilizantes químicos, lo que conduce a una baja fertilidad y un alto índice de degradación. La agricultura orgánica es una de las alternativas para la producción sostenida de alimentos limpios, libres de residuos tóxicos y sanos, puesto que es un sistema de producción donde se reduce un índice de contaminación para las plantas, para el ser humano, el agua, suelo y el medio ambiente. La fertilización con *Azospirillum* sp. Es una de las alternativas para mejorar y satisfacer la demanda de nutritiva de los cultivos a campo abierto e invernaderos y así reducir el uso de fertilizantes sintéticos.

Ante la necesidad de buscar alternativas de fertilización de cultivos hortícolas, se evaluaron los efectos de *Azospirillum* sp. en tomate, variedad rio grande, en condiciones de campo abierto. El cultivo se estableció en bloques al azar con tres repeticiones. El marco de plantación fue a hilera simple, en el centro de la cama, con una distancia de 0.30 m entre plantas, en camas a una altura de 0.30 m, de 1.8 m de ancho y 16 m de largo, con una densidad de plantación de 18, 516. 66 plantas por hectárea.

Se encontró que para las variables de calidad entre las cuales se evaluaron; altura de planta con una media de 22.6291 cm, a los días después de la siembra, peso del fruto con una media de 60.5830 gr días después de la siembra, diámetro ecuatorial con una media de de 4.4275 cm días después de la siembra, grosor de pula con una media de 6.3341 cm días después de la siembra, número de lóculos con una media de 2.5025, grados brix con un

promedio de 4.2800^o días después de la siembra, diámetro polar con un promedio de de 6.0379 cm días después de la siembra.

Cabe mencionar que las variables solo para las variables altura de planta, peso del fruto, diámetro ecuatorial, grosor de pula se obtuvieron significancia estadística.

Palabras claves: *Azospirillum sp.* , Microorganismos, *Trialeurodes vaporariorum* West, *Frankliniella occidentalis*, *Aphis gossypii*.

1.- INTRODUCCION

En México el tomate está considerado como la especie hortícola más importante por la superficie sembrada que ocupa, así como su exportación y por el valor de la producción, así como por los ingresos que genera como producto de exportación. A esta hortaliza se le encuentra en los mercados durante todo el año y se consume tanto fresca como procesada.

Uno de los grandes problemas para la producción de tomate es la cantidad de insumos que requiere, destacando entre ellos la demanda de fertilizantes, fungicidas, insecticidas, bactericidas y agua; lo cual se refleja en incremento de los costos de producción (Ramos, *et al.*, 2006).

En la agricultura mundial existe la tendencia a buscar soluciones a los problemas mediante la sustentabilidad de los cultivos a través de alternativas de origen biológico que sean más económicas, que mejoren la rentabilidad de los cultivos y que eviten el deterioro del medio ambiente (Caballero-Mellado, *et al.*, 2007).

En cuanto a fertilización, el desarrollo y uso de biofertilizantes se contempla como una importante alternativa para la sustitución parcial o total de los fertilizantes minerales. La aplicación de bacterias que interaccionan con las plantas es considerada una opción viable, y en la actualidad el desarrollo de biofertilizantes se basa en bacterias promotoras del crecimiento vegetal, en particular con la bacteria *Azospirillum* sp, fijadora de nitrógeno y productora de fitohormonas (Rodríguez-Salazar, *et al.*, 2009).

La inoculación puede ser una metodología razonable de adoptar con la finalidad de proveer al cultivo aportes de Nitrógeno y otros estimuladores

biológicos del crecimiento (Iglesias et al 2001). La inoculación de frutilla (*Fragaria Xananassa* Duch) con *Azospirillum brasilense* incrementa la biosíntesis de la quitinasa que la protege de los fitopatógeno y aumenta la longitud de los pelos radicales, mejorando la absorción de los nutrimentos (Kirschbaum, 1999). Con la inoculación se inducen transformaciones o procesos fisiológicos deseables (Coyne, 2000) como la fijación de Nitrógeno de la rizosfera por *Azospirillum sp.* Otros efectos beneficiosos son la producción de antibióticos, sustancias promotoras, así como sustancias reguladoras de crecimiento, solubilización de nutrimentos y degradación de sustancias fitotóxicas (Frioni, 1999).

Varios microorganismos del suelo comunes en la rizosfera son capaces de producir cantidades de Rizobacterias Promotoras de Crecimiento de las Plantas, (PGRs) (fitohormonas), que tienen un pronunciado efecto sobre crecimiento y desarrollo de las plantas y la inoculación con *Azospirillum* es una buena práctica en biotecnología (Iglesias et al, 2001).

Uno de los problemas con el uso y manejo de biofertilizantes en la agricultura es el desconocimiento de las especies presentes en los agroecosistemas para su posible utilización eficiente. Por lo tanto el presente trabajo se realizó con el siguiente.

1.1 Objetivo

Evaluar el rendimiento del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), con la aplicación de la bacteria (*Azospirillum sp.*), bajo condiciones de campo.

1.2 Hipótesis

Es posible obtener buen rendimiento y calidad de tomate con la aplicación de *Azospirillum sp.*

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate.

El tomate es una planta de clima cálido pero se adapta muy bien a climas templados; especialmente en aquellos ubicados en alturas entre los 100 y 1500 m, s, n, m.

Este cultivo puede sembrarse todo el año, pero los problemas cambian según la época. En el periodo de lluvias la incidencia de enfermedades es mayor mientras que durante la época seca las plagas son el principal problema. Dichos problemas son superables mediante métodos de manejo realizados en el momento y la forma precisa.

2.1.1 Origen

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), pertenece a la familia de las Solanáceas. Se cree que es originario de la faja costera del oeste en América del Sur, cerca de los 30° latitud sur de la línea ecuatorial. A lo largo y ancho de la región andina del Perú se encuentran, numerosos parientes silvestres y cultivados del tomate, así como en Ecuador, Bolivia, y en la Isla Galápagos. Estos parientes comestibles del tomate ocupan sitios con diversas condiciones ambientales basadas en la altitud y latitud. Representan un amplio grupo de genes para el mejoramiento de la especie (Alcazar-Esquinas, 1981).

El cultivo y domesticación del tomate, parece ser que ocurrió fuera de su centro de origen, y fue realizado por los primeros pobladores de México. El nombre "tomate" viene del náhuatl y las variantes han seguido al jitomate en su distribución por el mundo (Heiser, 1969). México está considerado a nivel

mundial como el centro más importante de domesticación del tomate, (Valadez, 1993).

2.1.2 Taxonomía y morfología

La clasificación del tomate es la siguiente. (Artes, *et al*, 2004):

Dominio.....Eukarya

Reino.....Vegetal

División.....Magnoliophyta

Clase.....Dicotiledóneas.

Orden.....Solanales

Familia.....Solanaceae

Subfamilia.....Solanoideae

Tribu.....Solaneae

Género.....Lycopersicon

Especie.....L.esculentum.

2.1.3 Planta

La planta se puede comportar como anual o semiperenne en regiones tropicales. Considerando el hábito y vigor de la planta, ésta puede ser de crecimiento determinado o indeterminado, en el primer caso, la diferencia de la fase fructífera ocurre en el ápice de crecimiento y así detiene el crecimiento (Morato, 2002).

2.1.3.1 Crecimiento determinado

Las plantas son arbustivas, con un tamaño definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tienen periodos restringidos de floración y cuajado. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que se pueden encontrar plantas compactas, medianas y largas (Nuño, 2007).

Las variedades determinadas, usadas para propósitos industriales, se cosechan manualmente en 2 a 3 recolecciones o se cosechan mecánicamente en una sola operación. En estas plantas, los tallos principales y laterales dejan de crecer después de que se desarrolla un número específico de inflorescencias (Tialling, 2006).

2.1.3.2 Crecimiento indeterminado

Estas plantas, crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal a medir hasta unos 10 m. de largo o más; las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo; florecen y cuajan uniformemente. Este tipo de crecimiento es el preferido para cultivares en invernaderos (Boris, 2004).

2.1.4 Sistema radical

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extienden horizontalmente a un diámetro de 1.5 m y alcanzan más de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie (Arteaga, 2007).

2.1.5 Tallo

El tallo es ligeramente anguloso, semileñoso, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades) simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, los tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Gioconi y Escaff., 2004).

2.1.6 Hoja

Presenta hojas pinnadocompuestas. Tiene un foliolo terminal y hasta ocho foliolos laterales, que pueden a su vez ser compuestos y lobulados irregularmente con bordes dentados (Chamorro, 2001). Las hojas compuestas se insertan sobre los diversos nudos, en forma alterna (Rodríguez, et al., 2001).

2.1.7 Estructura floral

La flor es perfecta. Consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de

estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evita la polinización cruzada. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Esquinas-Alcazar y Nuez., 1995).

2.1.8 Fruto

El tomate es una baya globosa o piriforme, de color ligeramente rojo en la maduración, aunque algunas variedades pueden presentar otras coloraciones, como amarillo o violeta. La superficie de la baya puede ser lisa o acostillada y en su interior se delimitan los lóculos carpelares que pueden variar entre dos y treinta. La placentación puede o no ser regular. El diámetro de los frutos varía entre 3 y 16 cm (Maroto, 2002).

2.1.9 Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido a la vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelven y protege el embrión y el endospermo (Bewley, 1982).

2.2 Valor nutritivo del tomate

El valor nutritivo se puede observar en el cuadro 1 (Callejón ferre y Cerdá García., 2002):

Cuadro 1. Valor nutritivo del tomate

Torreón Coah., UAAAN-UL. 2011.

Componente	Unidades	Contenido/100 g
Poteinas	Kcal	18,12
Grasa	g	1,00
Colesterol	g	3,50
Vitamina B ₉	mg	28,80
Vitamina C	mg	26,60
Vitamina A	mg	94,00

2.3 Necesidades climáticas.

2.3.1 Radiación.

El tomate es un cultivo sensible a la duración del día, sin embargo requiere de una buena iluminación, la cual se modifica por la densidad de siembra, sistema de poda, tutorado y prácticas culturales que optimizan la recepción de los rayos solares, especialmente en época lluviosa cuando la radiación es más limitada (Daniel, 2005).

2.3.2 Temperatura.

El tomate es una hortaliza de clima cálido, no tolera heladas, (muere cuando se presentan temperaturas inferiores a 0°C (Rodríguez, *et al* 2001)), la temperatura del suelo debe ser de 12 a 16 °C, con una mínima de 10°C y una máxima de 30°C; con una temperatura ambiente para su desarrollo de 21 a 24 °C, siendo la óptima de 22°C (Valadez, 1990).

2.3.3 Humedad relativa.

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 80%; valores más altos favorecen el desarrollo de enfermedades en el follaje y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación debido a que el polen se compacta y aborta parte de las flores. También una baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor (Rodríguez, *et al* 2006).

2.4 Producción.

2.4.1Trasplante.

Se usan plántulas de invernadero, sanas, uniformes y con buen sistema radical. Uno o dos días antes del trasplante las plantas se tratan con insecticidas y fungicidas para que lleguen lo más sano posible al lugar definitivo donde van a terminar su desarrollo. El tamaño de las plántulas debe ser alrededor de 15 cm. El trasplante se realiza en suelo húmedo para lo cual se debe regar hasta la profundidad que se espera lleguen las raíces (Espinoza y Álvarez, 2002).

2.4.2 Poda.

La poda es una práctica común en cultivares de mesa de crecimiento indeterminado y consiste en eliminación de los brotes de crecimiento nuevos, para manejar solo los brotes seleccionados, dejando 2 ó 3 ejes principales; en algunos casos se acostumbra podar flores y frutos con el objetivo de uniformizar el tamaño de los frutos y que éstos ganen peso; la poda se realiza también con la finalidad de eliminar hojas dañadas por enfermedades, (poda sanitaria) (Casares, 1984).

El tomate de crecimiento determinado no requiere de poda, porque es de floración apical y, por lo tanto, el crecimiento es controlado por la misma planta (Leuser, 2005).

2.5 Tutorado.

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos tengan un contacto con el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Infoagro, 2004).

Además, el tutorado facilita las operaciones de tratamiento fitosanitario y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces. El tomate es una planta herbácea en su etapa inicial de crecimiento y aun que el tallo se lignifica parcialmente en etapas posteriores, la debilidad de su cuello exige el empleo de soportes o tutores, salvo en cultivares de soporte enano. El tutorado es

especialmente necesario si se prevén lluvias durante la maduración del fruto (Nisen *et al.*, 1990).

2.6 Fertilización.

La fertilización se debe realizar en presiembra o trasplante después del surcado, aplicando en banda y al raleo la dosis completa de nitrógeno, fósforo y potasio, para que la planta encuentre un medio adecuado a su nutrición (Leuser, 2005).

2.7 Necesidad hídrica.

El consumo diario de agua del tomate es de aproximadamente 1.5 a 2 lt. /día, la cual varía dependiendo de la zona, las condiciones climáticas del lugar, la época del año y el tipo de suelo que se tenga.

Existen diversos sistemas de riego (gravedad, aspersión y goteo) y su uso depende de la disponibilidad de recursos, pendiente del terreno, textura de suelo, abastecimiento y calidad de agua. Con cualquier de estos sistemas seleccionados, se debe evitar someter al cultivo a deficiencias o exceso de agua. Es importante la buena distribución del riego durante todo el ciclo del cultivo, principalmente durante la formación de frutos.

De los tres sistemas de riego mencionados, el más eficiente es el de goteo, ya que es el que menos pérdidas de agua tiene (Pérez, *et al.*, 1996).

2.8 Suelo.

Aunque el tomate puede producirse en una amplia gama de condiciones de suelos, los mejores resultados se obtienen en suelos profundos (1 m ó más), de texturas medias, permeables y sin impedimentos físicos en el perfil. Suelos con temperaturas entre los 15 y 25 °C favorecen un óptimo establecimiento del cultivo después del transplante. El pH debe estar entre 5,5 y 6,8 (Calleja, 2009).

2.9 Plagas y enfermedades

2.9.1 Plagas.

Mosca blanca.

Existen tres especies predominantes de mosca blanca. La mosca blanca de los invernaderos *Trialeurodes vaporariorum* West, es más común en invernaderos pero puede alcanzar niveles dañinos en campo. Las otras especies, *Bemisia tabaci* Gennadius y *Bemisia argentifolii* son más comunes en el campo y son vector de varios virus.

Tienen la capacidad de hacer daños directos e indirectos: en los daños directos, las larvas y los adultos succionan la savia de las plantas, mientras que los daños indirectos se hacen a través de la secreción de meleza y posterior asentamiento de fumagina, así como por la transmisión de virus (Rodríguez y Rodríguez., 2004). Su reproducción puede ser bisexuada o partenogenética (Horowitz y Gerling, 1992).

La temperatura, la humedad relativa y la calidad del alimento condicionan la duración del ciclo biológico de la mosca blanca. (Costa *et al.*, 1991). A una

temperatura de 30 ó 32 °C y 60 ± 5% de humedad relativa, se obtiene una generación cada 34 días (Hendi *et al.*, 1987).

Según Sánchez *et al.*, 1991b, el rango de temperatura de desarrollo y multiplicación es muy amplio, situándose entre 16 °C y 34 °C, siendo limitantes temperaturas de 9 °C y 40°C; en los meses cálidos se puede completar una generación en 12-14 días, mientras en los meses frescos tarda de 43 a 49 días (Rapisarda, 1990).

Control químico

Entre los productos recomendados para su control se encuentran: azadiractina, diazinón, diclorvós, dimetoato, endosulfán, fenprotrín, fosfamidón, imidacloprid, lambda cyalotrina, metomilo, mevinfós, monocrotofós, naled y sal potásica de ácidos grasos (Ramírez y Salazar, 2001).

Trips.

Los (***Frankliniella occidentalis***) **Pergrande** pertenecen Thysanoptera y debido a su amplia distribución y su capacidad de multiplicación, su polifagia y la elevada eficacia que tienen al transmitir el virus del bronceado del tomate hacen que estos insectos sean plagas importantes. La presencia en el cultivo de tomate adquiere dos dimensiones: los daños directos de alimentación y oviposición en los frutos y el transmitir la mencionada virosis. Las plantas parasitadas por este insecto en sus hojas se manifiestan, tanto en el haz como en el envés, en forma de placas plateadas o de zonas necróticas. Cuando las hojas son tiernas, las placas necróticas originan deformaciones al desarrollarse

y en los frutos las picaduras se convierten en plateados más o menos extensos, siendo debajo de los sépalos donde se localizan los daños (Lacasa y Contreras, 2001).

El ciclo biológico de los trips depende de la temperatura: a 15 °C dura de 35 a 39 días, mientras que a 30 °C tan solo dura de 9 a 12 días; a esas temperaturas los estados larvales, que son los activos duran de 15 a 17 días y de 4 a 5, respectivamente (Lublinkhof y Forter, 1977; Robb, 1989).

La temperatura mínima para su desarrollo se ha estimado que se sitúa en 10 °C o en 12 °C (Robb, 1989).

Control químico

Los insecticidas con acción contra este parásito son los siguientes: acrinatrín, avermectina, endosulfán, formetoato, malatión, metil clorpirifós, metiocarb, naled, piretroides (Lacasa y Contreras, 2001).

Pulgón (*Aphis gossypii*).

Es una especie cosmopolita, extendida por zonas cálidas, con alto poder multiplicativo y de adaptación. Resulta un eficiente vector de gran número de enfermedades producidas por virus (Lacasa y Contreras, 2001). Se estima que la duración de su ciclo es de 7 a 9 días a 21 °C. La fecundidad de las hembras se sitúa en torno a 30 descendientes a lo largo de 7 días de vida activa (Belda, 1991).

Son individuos de color negro verdoso o marrón, de tamaño medio. Las larvas son parecidas a los individuos ápteros, con coloración verde claro,

amarillenta, apareciendo individuos verde oscuro, rosados u ocráceos en los últimos estados de desarrollo; los daños causados por los pulgones en los cultivos de tomate pueden ser directos e indirectos (Artes, *et al* 2004).

Daños directos: son los derivados por pérdida de savia producida por los insectos al alimentarse, que provoca disminución en el vigor de la planta afectada cuando hay numerosas colonias sobre la misma, manifestándose en deformaciones, abolladuras e incluso amarillamiento.

Daños indirectos: están relacionados con la proliferación de hongos (fumagina) en la meleza segregada por los pulgones y, sobre todo, con los causados por los virus que transmiten, tales como el virus Y de la papa (VYP) y el virus del mosaico del pepino (VMP).

Control químico

Los insecticidas para el control de los pulgones son: acefato, etiofencarb, heptenofós, imidacloprid, malatión, pirimicarb y piretroides (Lacasa y Contreras, 2001).

Minador de la hoja (*Liriomyza ssp*).

Este insecto solo alcanza el nivel de plaga primaria en el cultivo de tomate cuando se recurre al uso de calendarizado de insecticidas de amplio espectro para combatir la mosquita blanca y los gusanos del fruto, soldado y alfiler, ya

que con esta práctica se eliminan los enemigos naturales que normalmente lo mantienen bajo control.

Las larvas son ápodas y de color amarillo, miden de 2 a 4 mm de longitud y 0.5 mm de ancho cuando están completamente desarrolladas; los huevecillos son ovalados de color blanco crema, miden 0.25 mm de longitud (Shuster, 2001).

Control químico

Para el control de esta plaga algunos productos activos son: acefato, ciromazina, naled pirozofós y peritroides (Alpi y Tognoni, 1999).

2.9.2 Enfermedades.

Complejo de Enfermedades de la semilla y la plántula.

Los principales agentes causales son Rhizoctonia solani Kühn y Pythium spp. Pueden causar pudrición de la semilla y ahogamiento pre y post emergente. Los síntomas en las plántulas son lesiones de color café claro a oscuro en la radícula y/o en el hipocotilo; en la parte superior puede haber clorosis y luego marchitez (Núñez, 2007).

Control químico

Las semillas y las plántulas deben ser tratadas con pentacloronitrobenceno, captan, dichlone y thiram (Sánchez, 2001).

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*).

La enfermedad puede aparecer en las hojas, tallos y frutos. Cuando se presenta en las hojas aparece una mancha acuosa de color café oscuro. Con mucha humedad se puede observar el fitopatógeno en forma de vello grisáceo en el envés de las hojas. En el tallo la mancha se observa hundida y si hay humedad se puede observar el micelio. En los frutos internos primero la mancha es difusa de color café suave, luego la mancha se hunde adquiriendo un color café oscuro y el fruto muere.

Las condiciones favorables para su desarrollo las obtiene a los 20 °C, además el agua es un mecanismo de transporte de las esporas, por lo tanto, en época lluviosa y con campos mal drenados se favorece la enfermedad (Boris, 2004).

Control químico

(Sánchez, 2001). Los productos preventivos que se usan son a base de captafol, clorotalonil y mancoceb. Después que se observa las primeras lesiones se deben de usar productos de acción sistémica como: metalaxil, fosetil-Al, cymoxanil.

Tizón temprano (*Alternaria solani*).

Este hongo afecta principalmente las hojas, los tallos y los frutos, los síntomas más característicos se observan en las hojas. El ataque se inicia en las hojas inferiores y en caso de ataque fuerte se puede producir defoliación de las plantas. El cáliz es muy sensible, necrosándose por completo; es a partir de aquí donde comienza los ataques en frutos, caracterizado por manchas

deprimidas y bien delimitadas, recubiertas de moho negro. Son más sensibles las plantas mal abonadas, muy cargadas de frutos o con problemas de salinidad en el suelo. Este hongo puede permanecer en restos de cultivo, en las cubiertas de las semillas, constituyendo una importante vía de transmisión. La dispersión se realiza mediante el agua de lluvia y el viento (Estay, 2001).

En las hojas aparecen manchas con anillos concéntricos redondeadas u ovaladas, de color café. En el tallo, pecíolo, pedúnculo y fruto se forman manchas concéntricas poco hundidas; alrededor de la mancha aparece un halo amarillo. Las condiciones de temperatura favorables para su desarrollo varían entre los 26 a 28 °C con clima seco (Boris, 2004).

Control

Se puede controlar utilizando semillas certificadas y sanas, eliminación de maleza hospedera de la enfermedad, eliminación de restos de plantas afectadas, fertilización adecuada del cultivo (Estay 2001).

También se puede usar: captofol, captan, clorotalonil y mancozeb (Paulus y Correl, 2001).

Cenicilla ((Leveillula taurica (Lev.) G. Arnaud canamorfo: Oidiopsis taurica).

Las condiciones de temperaturas a las que los conidios que pueden germinar oscilan entre 10 a 35 °C; las infecciones son favorecidas a temperaturas menores de 30 °C. Los conidios germinan produciendo tubos germinativos cortos que penetran a través de los estomas. Los conidióforos

emergen a través de las estomas y producen conidios de forma individual que son transportadas por el viento. Una vez que la infección se ha establecido en una hoja de tomate, las temperaturas superiores a 30 °C se pueden acelerar tanto el desarrollo de los síntomas o como la muerte del tejido foliar (Paulus y Correl, 2001).

Los síntomas más comunes son lesiones verdes a amarillo intenso que aparecen en el haz de las hojas. En el centro de dichas lesiones pueden desarrollarse puntos necróticos (Paulus y Correl, 2001).

Control químico

Materias activas: azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, bupirimato, ciproconazol, dinacap, dinacap+azufre coloidal, fenarimol, tridimefon trioforina (Paulus y Correl 2001; Berenguer, 2003).

2.10 Rizobacterias promotoras de crecimiento vegetal

Las rizobacterias beneficiosas conocidas en la literatura con el acrónimo PGPR (del inglés "Plant Growth Promoting Rhizobacteria"), desempeñan funciones claves para la planta tales como: *control biológico de fitopatógenos* mediante efectos antagonistas o de Inducción de Resistencia Sistémica (Van Loon, *et al.*, 1998).

Las PGPR *incrementan la disponibilidad de elementos minerales*, como por ejemplo al solubilizar los fosfatos, al fijar de nitrógeno, o al propiciar la emergencia o el enraizamiento. La fitoestimulación provocada por la inoculación de PGPR ocurre por varios mecanismos. Uno de ellos se basa en la síntesis de

sustancias reguladoras de crecimiento, como giberelinas, citocininas y auxinas, las cuales estimulan la densidad y longitud de los pelos radicales, lo que incrementa a su vez la capacidad de absorción de agua y nutrientes y permite que las plantas sean más vigorosas, productivas y tolerantes a condiciones climáticas adversas, como la sequía (Compant, *et al.*, 2005).

Las PGPR deben cumplir con tres características intrínsecas: (i) ser capaces de colonizar la raíz y/o su zona de influencia; (ii) sobrevivir y multiplicarse en los micro-hábitat asociados a la superficie de la raíz donde compiten con la microbiota natural, al menos el tiempo suficiente para ejercer de forma efectiva su actividad promotora del crecimiento y (iii) estimular el crecimiento vegetal (Franco, 2008).

2.10.1 El género *Azospirillum*

Las especies de *Azospirillum* son rizobacterias fijadoras de nitrógeno con potencial para incrementar los rendimientos de los cereales y gramíneas de importancia económica en diferentes regiones climáticas.

El género *Azospirillum* fue descrito por primera vez en 1925 por Martinus Willem Beijerinck, luego del cual la bacteria permaneció en el olvido por varias décadas. Hiltner en 1904, observó por primera vez la acumulación de microorganismos en la zona radical y propuso el término rizosfera para definir la zona de influencia de los exudados radicales, alrededor de la raíz. Los exudados radicales, conformados por sustancias diversas crean alrededor de las raíces, un ambiente nutricional enriquecido que favorece el crecimiento bacteriano. Años después, *Azospirillum* fue estudiado por J. Dobereiner por la

capacidad de fijación de nitrógeno y ocurrencia en la rizosfera, formando diferentes clases de asociaciones con plantas no leguminosas (Diallo *et al.*, 2004).

2.10.2 Distribución de *Azospirillum*

El género *Azospirillum* muestra una amplia distribución geográfica alrededor del mundo, siendo más abundante en las regiones tropicales, aunque también se encuentra en regiones templadas, frías y desérticas (Döbereiner *et al.*, 1976; Tyler *et al.*, 1979; Haahtela *et al.*, 1981; De Coninck *et al.*, 1988). El pH juega un papel muy importante de las especies del género *Azospirillum*. Las especies *A. lipoferum* y *A. brasilense* son abundantes en suelos con valores de pH cercanos a la neutralidad. El porcentaje de arcilla, contenido de materia orgánica, la capacidad de retención de agua y el contenido de nitrógeno afectan positivamente la sobre vivencia de *A. brasilense*. No obstante, la sobre vivencia de *A. brasilense* en la rizósfera es independiente de la aridez del suelo (Bashan *et al.*, 1995).

2.10.3 *Azospirillum*: significado en la agricultura

Las diferentes especies han sido aisladas de la rizosfera de diferentes pastos y cereales de todo el mundo tanto de climas tropicales como de templados. El género *Azospirillum* ha demostrado su efecto beneficioso sobre el crecimiento vegetal tanto en cultivos de invernadero como en el campo. Los resultados de 20 años de estudios han demostrado que entre el 60 y 70% de

los experimentos llevados a cabo han tenido éxito, con un incremento significativo en la producción que varía entre el 5 y el 30 % (Collados, 2006).

Se han descrito siete especies dentro del género: 1. *A. lipoferum*, 2. *A. brasilense*, 3. *A. amazonense*, 4. *A. halopraefens*, 5. *A. irakense*, 6. *A. doebereinearae* y 7. *A. largomibile* (Denkil *et al.*, 1997).

2.10.4 Características generales de *Azospirillum*

Azospirillum es una bacteria Gram negativa, de vida libre, fijadora de nitrógeno y asociada a la rizosfera de plantas. Tiene un metabolismo carbonado y nitrogenado muy versátil, lo que le permite adaptarse y establecerse en el competitivo entorno rizosférico. Como fuentes nitrogenadas, *Azospirillum* puede utilizar un amplio rango de sustratos: amonio, nitrato, nitrito, aminoácidos y nitrógeno molecular (Dobbelaere *et al.*, 2001).

Es una bacteria móvil, que muestra gran variabilidad en el número y posición de flagelos. En medio líquido produce un solo flagelo mientras que en medio sólido se inducen diversos flagelos laterales, siendo diferente la cantidad y posición de estos flagelos para cada una de las especies del género. La presencia de flagelos proporcionado la movilidad necesaria para dirigirse hacia lugares donde la existencia de nutrientes sea más favorable. Presenta quimiotaxis positiva hacia ácidos orgánicos, azúcares, aminoácidos, compuestos aromáticos y hacia exudados radicales (Collados-Clares, 2006).

2.10.5 Interacción *Azospirillum*-planta

Las investigaciones realizadas han mostrado los beneficios obtenidos de la interacción *Azospirillum*-planta, en una gran variedad de ambientes y condiciones de suelo (Kapulnik *et al.*, 1985). Los efectos promotores en el crecimiento vegetal de *Azospirillum* al aplicarse a las semillas o al inocularlo en las raíces, derivan principalmente de los cambios morfológicos y fisiológicos inducidos en las raíces de las plantas, lo que se traduce en la inducción de la proliferación de pelos absorbentes en la raíz, que a su vez mejora la absorción de agua y nutrimentos, disminuyendo consecuentemente los requerimientos de fertilizantes químicos (Okon y Vanderleyden, 1997). Además, la contribución potencial en la fijación biológica del nitrógeno en condiciones de microaerobiosis, que se refleja en el incremento de la producción de numerosos cultivos (Bashan y Levanovy, 1990), hace que estos microorganismos sean importantes desde el punto de vista agrícola.

Bajo ciertas condiciones de suelo y ambientales la inoculación con *Azospirillum* en semilla o raíz tiene efectos benéficos en la producción de las plantas. Los biofertilizantes basados en *Azospirillum* se han comercializado y utilizado para inocular cultivos importantes como el maíz (Döbereiner y Pedrosa, 1987; Okon y Labandera-González, 1994).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la comarca lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05' y 26° y 54' de latitud Norte. La latitud de esta región sobre el nivel del mar es en promedio de 1, 139 m. la región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas.

El clima es seco-desértico con lluvias durante el verano, y su temperatura es caliente, con una media anual de 23.1 °C (la media del mes más caluroso es de 28 °C); con una precipitación media anual de 172.70 mm. El periodo de máxima precipitación comprendida los meses de julio, agosto y septiembre.

3.2 Localización del experimento

El experimento se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Campus Laguna. Ubicada en Torreón, Coahuila, México, en el ciclo Primavera-Verano 2010; se utilizó la variedad Rio Grande, en condiciones de campo abierto. El experimento se estableció en un diseño experimental de bloques al zar, con tres repeticiones se evaluaron cuatro dosis, de biofertilización con la cepa 5 de *Azospirillum sp.* Siendo éstos los tratamientos, según se describen a continuación, T1= 0 ml de la cepa, T2= 1 ml de la cepa, T3= 10 ml de la cepa y T4= 100 ml de la cepa.

3.3 Manejo del cultivo

3.3.1 Barbecho

El barbecho fue a 0.25 m. de profundidad, con la finalidad de aflojar el suelo para tener una mayor cantidad de retención de humedad, mejorar la aireación, y así tener un mejor desarrollo radical para las plantas; todo esto se realizó de forma manual.

3.3.2 Rastreo

La actividad se realizó con la finalidad de tener una buena nivelación del terreno, mullir terrones, buscando la facilitación de preparar las camas; se realizó manualmente.

3.3.3 Preparación de camas

El levantamiento de las camas se realizó manualmente. Se levantaron dos camas a una altura de 0.30 m, de 1.8 m de ancho y 16 m de largo; la superficie de las camas se niveló, para no tener problemas con el riego.

3.3.4 Siembra

El 31 de Marzo de 2010, se inoculó la semilla con el biofertilizante líquido a base de *Azospirillum* sp. Formulado con la cepa 5 (10^{10} UFC ml⁻¹).

La semilla de tomate fue sometida a un proceso de imbibición 12 horas antes de realizar la siembra; la semilla se colocó en cajas petri y se aplicaron 10 ml. del líquido bacteriano por cada litro de agua excepto el testigo estableciéndose

cuatro tratamientos; el T1 no contiene cepa, el T2 contiene 10^7 UFC ml⁻¹, el T3 10^8 UFC ml⁻¹, y el T4 10^9 UFC ml⁻¹.

Después se pasó a sembrar en charolas el 01 de Abril de 2010, dentro del invernadero y a los 20 días después de la siembra se fertilizó con maxiquel que son micronutrientes, con una dosis de 1 gl⁻¹.

3.3.5 Trasplante

A los 30 días después de la siembra las plántulas ya estaban listas para ser trasplantadas; el trasplante se realizó el 01 de Junio de 2010, a hilera simple, en el centro de la cama, con una distancia de 0.30 m entre plantas.

3.3.6 Riego

El riego se realizó superficialmente utilizando cintilla, iniciando el 29 de mayo de 2010, y finalizando el 1 de septiembre de 2010, con un intervalo de 4 a 5 días entre riegos. En los meses de junio y julio se presentaron precipitaciones pluviales por lo que no se aplicaron algunos riegos programados.

3.3.7 Deshierbe

El deshierbe se realizó manualmente utilizando azadón y machete, para evitar la competencia de las plantas con la maleza, así como la proliferación de insectos plagas.

3.3.8 Tutorado

Como tutores se usaron postes de madera de 0.30 m por 0.30 m y de 2.0 m de altura a los cuales fueron atados las plantas con rafia; esta práctica es imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos tengan contacto con el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación.

3.3.9 Aporcado

A los 11 días después del trasplante se realizó el primer aporcado; esta labor se realizó con la finalidad de dar a la planta mayor sostén y favorecer el desarrollo de las raíces.

3.3.10 Insectos-plaga y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se presentaron insectos-plaga y enfermedades como son: mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y pulgón; en cuanto a enfermedades se presentaron el complejo de enfermedades de la semilla y de la plántula, causado por damping off, así como la marchitez bascular causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Marchitez del tomate). Para controlar las plagas antes mencionadas se utilizó el insecticida Dimetoato en cuatro aplicaciones con una dosis de 60 cm³ en 15 litros de agua, las aplicaciones se realizaron con un intervalo de 10 días, y para corregir la enfermedad se aplicó el fungicida correctivo Tecto 60 con una dosis de 4 gr por cada litro de agua, se realizaron 5 aplicaciones con intervalos de 5 días por aplicación, esta enfermedad causó la muerte de seis plantas que eran evaluadas.

3.4 Cosecha

La cosecha se realizó cuando los frutos ya estaban maduros, el indicador principal fue el color del fruto con una tonalidad roja, en total se hicieron cuatro cosecha, tres de las cuales se realizaron en el mes de Agosto, los días 18, 20; 27 y la cuarta, el cinco de Septiembre de 2010.

3.5 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles (grados Brix), número de lóculos, grosor de pulpa, rendimiento por hectárea.

3.5.1 Altura de planta

Para esta variable se registro la altura con el apoyo de una regla milimétrica, los registros se realizaron cada dos semanas, iniciando el 14 de junio de 2010.

3.5.2 Peso de fruto

Para esta variable se registró el peso del fruto con el apoyo de una balanza eléctrica, registrando el peso en gramos.

3.5.3 Diámetro polar

Esta variable fue determinada con un vernier, para lo cual se colocó el fruto de manera vertical tomando la distancia de una extremidad polar a la otra, registrando el diámetro en cm.

3.5.4 Diámetro ecuatorial

De igual forma fue determinado con un vernier, se colocó el fruto en forma transversal en la parte más ancha del fruto, registrando los datos en cm.

3.5.5 Número de lóculos

Se realizó un corte transversal y se determinó contando las cavidades del ovario de cada fruto.

3.5.6 Grosor de pulpa

Se hizo un corte transversal, de la pulpa se midió la parte carnososa del fruto desde el interior de la cascara hasta la cavidad del fruto con una regla milimétrica, tomando el dato en milímetros.

3.5.7 Sólidos solubles (° Brix)

Esta variable se determinó al colocar el jugo del fruto directamente en la base del refractómetro y tomando la lectura en grados Brix.

3.5.8 Análisis de los datos

Para el análisis de datos se utilizó el programa SAS V9.0 (2004).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables evaluadas

El análisis estadístico mostró diferencia significativa para las variables altura de planta, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, rendimiento, mientras que para las variables, número de lóculos, grados brix, diámetro polar, peso de fruto, los resultados no fueron significativos. UAAAN, 2011.

4.2 Altura de planta

En esta variable el análisis estadístico presento diferencia significativa para los tratamientos, el promedio general de este parámetro fue de 22.6 cm. El tratamiento 4 (100 ml de la cepa) fue el que presento mayor altura, 26.4 cm. superando al testigo, sin biofertilizante, que tuvo una altura de 21.4 cm.

Cuadro 1. Altura de planta de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL. 2010.

Nº	tratamiento	altura de planta (cm)	grupos de significancia*
4	10 ⁹ UFC ml ⁻¹	26.397	a
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	22.623	ab
1	Sin inóculo	21.413	ab
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	20.083	b
Media		22.6291	

DMS diferencia menos significativa 4.769

Se puede decir que con la fertilización a base de bacterias se promueve significativamente el crecimiento de la planta de tomate, ya que la bacteria se adapta bien a las condiciones climáticas de la Comarca Lagunera, reaccionando muy bien en la zona radical.

Este comportamiento quizá se debió que el inóculo de la semilla con *Azospirillum sp.* Permitted la fijación de nitrógeno, lo cual se tradujo en crecimiento altura de planta.

Estos datos concuerdan con los obtenidos por Okon y Vanderleyden, (1997) quienes mencionan que los efectos promotores en el crecimiento vegetal de *Azospirillum* al aplicarse a las semillas o al inocularlo en las raíces, derivan principalmente de los cambios morfológicos y fisiológicos inducidos en las raíces de las plantas, lo que se traduce en la inducción de la proliferación de pelos absorbentes en la raíz, que a su vez mejora la absorción de agua y nutrientes, disminuyendo consecuentemente los requerimientos de fertilizantes químicos. Así, la inoculación puede ser una metodología razonable de adoptar con la finalidad de proveer al cultivo aportes de nitrógeno y otros estimuladores biológicos del crecimiento (Iglesias et al., 2001).

4.3 Diámetro ecuatorial

En esta variable el análisis estadístico presentó diferencia significativa en base a los tratamientos, el promedio general de este parámetro fue de 4.4 cm, donde los tratamientos T4, T2, T3, no fueron superiores al testigo T1, siendo superior el tratamiento T1, que es el testigo, con el promedio ecuatorial medio

de 4.7667, superando el tratamiento T4, el cual obtuvo un promedio de 4.4 cm de diámetro ecuatorial.

Cuadro 2. Diámetro ecuatorial del fruto de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL, 2010.

Nº	tratamiento	diámetro ecuatorial (cm)	grupos de significancia*
1	Sin inóculo	4.7667	a
4	10 ⁹ UFC ml ⁻¹	4.4000	ab
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	4.3267	ab
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	4.2167	b
Media		4.4275	

DMS diferencia menos significativa 0.526

Se puede mencionar que sin la fertilización con bacterias se logran buenos resultados en tamaño de los frutos de tomate. Con esto se justifica que por razones del material genético que se utilizó para el experimento por eso supero los tratamientos del biofertilizante.

4.4 Grosor de pulpa

En esta variable el análisis estadístico presentó diferencia significativa en base a los tratamientos, el promedio general de este parámetro fue de 6.3 mm. El tratamiento T4 fue superior al testigo, obteniendo el mejor resultado el tratamiento T2 con un grosor de pulpa media de 6.7 mm. Superando el tratamiento testigo T1 sin biofertilizante con un promedio de 6.2 mm.

Cuadro 3. Grosor de pulpa del fruto de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL, 2010.

Nº	tratamiento	grosor de pulpa (mm)	grupos de significancia*
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	6.7333	a
4	10 ⁹ UFC ml ⁻¹	6.3200	ab
1	Sin inóculo	6.2833	ab
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	6.0000	b
Media		6.3341	

DMS diferencia menos significativa 0.5722

Se puede decir que con la fertilización a base de bacterias se promueve significativamente el grosor de la pulpa aunque también influye el material genético por eso se pudo obtener mejor resultado en el T2. Cabe mencionar que la bacteria se adapta bien a las condiciones climáticas de la Comarca Lagunera.

El comportamiento quizá se debió a la inoculación de planta de tomate para su crecimiento, lo cual se ve reflejado en el fruto.

Las investigaciones realizadas han mostrado los beneficios obtenidos de la interacción *Azospirillum*-planta, en una gran variedad de ambientes y condiciones de suelo (Kapulnik *et al.*, 1985). Bajo ciertas condiciones de suelo y ambientales la inoculación con *Azospirillum* en semilla o raíz tiene efectos benéficos en la producción de las plantas. Los biofertilizantes basados en *Azospirillum* se han comercializado y utilizado para inocular cultivos importantes

como el maíz (Döbereiner y Pedrosa, 1987; Okon y Labandera-González, 1994).

4.5 Diámetro polar

Para esta variable el análisis estadístico no mostró significancia tanto los tratamientos el resultado es, no significativo, lo anterior justifica que los tratamientos no ejercieron ningún efecto en esta variable. Lo cual se ajusta a lo observado a nivel regional, pero sin embargo el fruto presentó una media general de diámetro polar de 6.0 cm. siendo el valor más alto para el tratamiento T4. Y el valor más bajo lo obtuvo el tratamiento T2 con una media general de 5.8283 cm, superando el testigo el tratamiento T4. El testigo obtuvo una media general de diámetro polar de 6.1830 cm.

Esto se ajusta a que la fertilización con bacteria o sin ella se obtiene los mismos resultados para esta variable, ya que se puede observar que para el tamaño de los frutos tiene poca variabilidad, otra alternativa de fertilización sería con la aplicación de bacteria ya que se puede reducir la contaminación del medio ambiente, del suelo y reducir los costos de producción.

Cuadro 4. Diámetro polar del fruto de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL, 2010.

Nº	tratamiento	diámetro polar(cm)	grupos de significancia*
4	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	6.2787	a
1	Sin inóculo	6.1830	a
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	5.8617	a
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	5.8283	a
Media		6.0379	

DMS diferencia menos significativa 0.7877

4.6 Sólidos solubles (grados brix)

El análisis estadístico para esta variable no presentó diferencia significativa, para los tratamientos. Lo anterior significa que los tratamientos no ejercen ningún efecto para esta variable, lo cual se ajusta a lo observado a nivel regional. En este caso se presento en promedio de 4.2º BRIX, mientras que el que obtuvo mejores resultados fue el tratamiento T3, con un promedio de 4.6º BRIX, el menor valor fue para el tratamiento T2 con un promedio de 4.0º BRIX.

Posiblemente se debe a que al fertilizar con la bacteria podemos obtener calidad de frutos en base a sólidos solubles así que con la bacteria y sin ella podemos obtener resultados favorables, teniendo así la misma capacidad de producción, y la fertilización con bacteria se induce a reducir la contaminación del medio ambiente, del suelo y reducir los costos de producción.

Cuadro 5. Sólidos solubles del fruto de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL, 2010.

Nº	tratamiento	sólidos solubles (°brix)	grupos de significancia*
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	4.6067	a
4	10 ⁹ UFC ml ⁻¹	4.2800	a
1	Sin inóculo	4.2200	a
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	4.0133	a
Media		4.2800	

DMS diámetro menos significativa 0.6718

4.7 Número de lóculo

El análisis estadístico para esta variable no presentó diferencia significativa, para los tratamientos. Lo anterior significa que los tratamientos no ejercieron ningún efecto para esta variable, lo cual justifica a lo observado a nivel regional. En este caso se presentó en promedio de número de lóculos de 2.5, mientras que el tratamiento T4 obtuvo mejores resultados con un promedio de 2.7, el menor valor fue para el tratamiento T2 con un promedio de 2.3.

Posiblemente se debe a que al fertilizar con la bacteria podemos obtener con y sin ella resultados favorables, ya que tiene la misma capacidad de producción, ya que se puede reducir la contaminación del medio ambiente, del suelo y reducir los costos de producción.

Cuadro 6. Número de lóculos del fruto de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL, 2010.

Nº	tratamiento	número de lóculos	grupos de significancia*
4	10 ⁹ UFC ml ⁻¹	2.7033	a
1	Sin inóculo	2.4933	a
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	2.4567	a
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	2.3567	a
Media		2.5025	

DMS diferencia menos significativa 0.3887

4.8 Peso de fruto

El análisis estadístico para esta variable no presentó diferencia significativa, para los tratamientos. Lo anterior significa que los tratamientos no ejercieron ningún efecto para esta variable, lo cual justifica a lo observado a nivel regional. En este caso se presentó en promedio general de 44.07 gr. mientras que el tratamiento T4 obtuvo mejores resultados con un promedio de 90.80 gr, el menor valor fue para el tratamiento T3 con un promedio de 74.58 gr.

Es posible que al fertilizar con la bacteria podemos obtener buenos resultados en rendimiento, así que con la bacteria y sin ella podemos obtener resultados favorables, teniendo así la misma capacidad de producción, y la fertilización con bacteria se induce a reducir la contaminación del medio ambiente, del suelo y reducir los costos de producción.

Ya que la agricultura existe la tendencia a buscar soluciones a los problemas mediante la sustentabilidad de los cultivos a través de alternativas de origen biológico que sean más económicas, que mejoren la rentabilidad de los cultivos y que eviten el deterioro del medio ambiente.

Cuadro 7. Peso de fruto del fruto de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL, 2010.

Nº	tratamiento	peso de fruto (gr)	grupos de significancia*
4	10 ⁹ UFC ml ⁻¹	90.80	a
1	Sin inóculo	83.47	a
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	77.26	a
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	74.58	a
Media		60.5830	

DMS diferencia menos significativa 44.07

4.9 Rendimiento

En esta variable el análisis estadístico presento diferencia significativa, lo cual se ajusta a un incremento a lo observado a nivel regional, ya que la media en esta variable es de 19.49 ton/ha. El tratamiento 4 (100 ml de la cepa) fue el que presento mayor rendimiento de 27.139 ton/ha. Superando el tratamiento testigo T1 que obtuvo una un rendimiento de 16.917 ton/ha. Siendo el T2 el que menor rendimiento se obtuvo, con 10.021 ton/ha.

Cuadro 8. Rendimiento de tomate Rio grande fertilizado con la bacteria *Azospirillum*. Torreón, Coah. UAAANUL, 2010.

Nº	tratamiento	Ton/ha	grupos de significancia*
4	10 ⁹ UFC ml ⁻¹	27.139	a
3	10 ⁸ UFC ml ⁻¹	23.908	ab
1	Sin inóculo	16.917	ab
2	10 ⁷ UFC ml ⁻¹	10.021	b
Media		19.496	

DMS diferencia menos significativa 17.04

Esto se debe que la fertilización con la bacteria se pueden obtener buenos rendimientos, esto quizá se deba a una buena fijación de nitrógeno por parte de la bacteria la cual estimula para un mejor rendimiento, con esto se justifica que la bacteria se adapta bien a las condiciones climáticas de la Comarca Lagunera.

Además, la contribución potencial en la fijación biológica del nitrógeno en condiciones de microaerobiosis, que se refleja en el incremento de la producción de numerosos cultivos (Bashan y Levanov, 1990).

Estos datos concuerdan con los obtenidos por (Collados, 2006), donde menciona que el género *Azospirillum* ha demostrado su efecto beneficioso sobre el crecimiento vegetal tanto en cultivos de invernadero como en el campo. Los resultados de 20 años de estudios han demostrado que entre el 60 y 70%

de los experimentos llevados a cabo han tenido éxito, con un incremento significativo en la producción que varía entre el 5 y el 30 %.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos en el presente trabajo se comprobó la hipótesis de que la bacteria *Azospirillum* sp Incrementa el crecimiento de la planta y rendimiento de tomate Rio grande solo con el suplemento de microminerales.

La inoculación a semilla de tomate Río grande con *Azospirillum* sp a 10^9 UFC ml⁻¹ induce al mayor peso de frutos, con esto se incrementa la venta en el mercado, teniendo en cuenta que las rizobacterias como fertilizante biológico, son una alternativa para la producción en cultivos como el tomate ya que no causan daño al ambiente,

VI BIBLIOGRAFÍA

Alcazar-Esquinas, J.T. 1981. Genetics resources of tomatoes and wild relatives. International Board for. Plant Genetic Resources. Rome.

Alpi, A. y Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª Ed. Ediciones Mundi Prensa. México. D.F. Pp. 76-77.

Arteaga, F.A. (2007). Cultivo de jitomate en el estado de Oaxaca. Boletín número 42 de la fundación produce Oaxaca. A.C. Pp. 5-6.

Artes, C.F., Tello, J.C., García, G.J., Rodríguez, M.D. y Namesny, A. V. 2004. Tomates: producción y comercio. Editorial: de horticultura, S.L. Reus. Barcelona, España.

Bashan, Y., and Levanony, H. (1990). Current status of *Azospirillum* inoculation technology: *Azospirillum* as a challenge for agriculture. Canadian Journal of Microbiology 36:591-608.

Bashan, Y., Puente, M. E., Rodríguez-Mendoza, M. N., Toledo, G., Holguín, G., Ferrera- Cerrato, R., y Pedrin, S. 1995. Survival of *Azospirillum brasilense* in the bulk soil and rhizosphere of 23 soil types. Appl. Environ. Microbiol. 61: 1938-1945.

- Belda, J.E. 1991. Lepidópteros. En: Plagas del tomate. Bases para el control integrado. Edic. del MAPA. Madrid.
- Berenguer, J.J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. En: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores castellanos, J.Z.; Muñoz, R.J.J. Celaya, Guanajuato. México. Pp. 147.
- Bewley, J.D, Black, M. 1982. Physiology and Biochemistry of seeds in relation to Germination. Vol II. Viability, dormancy and environmental control. Springer-Verlag. Berlin.
- Boris, C.P. 2004. Manual del cultivo de tomate. Editorial Trillas. El Salvador, Salvador. Pp. 16-17.
- Caballero-Mellado, J., Onofre-Lemus, J., Estrada-de los Santos, P. & Martínez-Aguilar, L. 2007. The tomato rhizosphere, an environment rich in nitrogen-fixing *Burkholderia* species with capabilities of interest for agriculture and bioremediation. Appl. Environ. Microbiol. 73:5308-5319.
- Calleja, R.; P. 2009. El tomate terapéutico. En: www.infoagro.com/noticias/2009/3/5562. Consultado en: marzo 2009.

Callejón, F.A., Cerdá, G. C. 2002. Bondades nutricionales en frutas y verduras. En España huerto en Europa. Coordinado por F. Camacho. Ed. MAPA y SEEI. Pp. 207.

Cásares, E. 1984. Producción de hortalizas. 3ª Ed. Editorial IIAC. San José, Costa Rica. Pp. 387.

Chamorro, J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. En: El cultivo de tomate. Ed. Mundi-prensa. Madrid España. Pp.43-92.

Collados-Clares, C. 2006. Impacto de inoculantes basados en *Azospirillum* modificado genéticamente sobre la diversidad actividad de los hongos de la micorriza arbuscular en rizosfera de trigo y maíz. Tesis doctoral. UGFC, España Pp. 4-11.

Coyne, M. 2000. Microbiología del suelo: un enfoque exploratorio. Ed. Paraninfo. 416 pp.

Compant, S., Duffy, B., Nowark, J., Clement, C. 2005. Use of plant growth-promoting bacteri for biocontrol of plant discases: principles, mechanisms of action, and future prospects. *Applied and Anvironmental Microbiology*, 75(9): 4951-4656.

- Daniel, C.A. (2005). El cultivo de tomate. Guías Tecnológicas de Frutales y Vegetales. Boletín número 17. Editorial Escuela Centroamericana de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. ECAG. Pp. 7-8.
- Diallo, MD., Willems, A., Vloemans, N., Cousin, S., Vandekerckhove, T.T., de Lajudie, P., Neyra, M., Vyverman, W., Gillis, M. and Van der Gucht, K. 2004. Polymerase chain reaction denaturing gradient gel electrophoresis analysis of the N₂-fixing bacterial diversity in soil under *Acacia tortilis* ssp. *raddiana* and *Balanites aegyptiaca* in the dryland part of Senegal. *Environ Microbiol* 6:400-415.
- Dobbelaere, S., Croonenborghs, A., Thys, A., Ptacek, D., Vandeleiden, L., Dutto, P., Ladandera-González, C., Caballero-Mellado, J., Aguirre, JF., Kapulnik, Y., Brener, S., Burdman, S., Kadouri, D., Sarig, S. and Okon, Y. 2001. Response of agronomically important crops to inoculation with *Azospirillum*. *Aust. J. Plant Physiol.* 28:1-9.
- Döbereiner J. y Pedrosa F. (1987). Nitrogen-Fixing bacteria in Nonleguminous Crop Plants. En: Brock, T. D. (ed.) Science Tech Publishers, Madison, WI. USA.
- Espinoza, Z.C., Alvares, S. 2002. Producción de plántulas de chile en charolas en Durango. Desplegable para productores. Núm. 28. Campo experimental "valle del Guadiana". INIFAP. Pp. 8-11.

- Esquinas-Alcazar, J., Nuez, V.F. 1995. Anatomía y fisiología de la planta. En: el cultivo de tomate. F. Nuez. Editorial. Mundi-prensa. 793p.
- Estay, P.P. 2001. Primer curso "manejo integrado de plagas y enfermedades del tomate". Santiago Chile.
- Franco, M.C. 2008. Evaluación de caracteres PGPR en Actinomicetos e Interacciones de estas Rizobacterias con Hongos Formadores De Micorrizas. Universidad de Granada. Tesis doctoral. UGFC, España. Pp. 86-87.
- Frioni, L. 1999. Procesos microbianos. Editorial de la fundación Universidad Nacional de Río Cuarto.
- Giaconi, M.V.; Escaff, G.M. 2004. Cultivo de hortalizas. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. XV. Pp.337.
- Hendi, A., Abdel-Fattah, M.J., El-Sayed, A. 1987. Biological study on the whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera; Aleydidae). Bull.Soc.Ent. Egypte 65(85):101-108.
- Horowitz, A.R., Gerling, D. (1992). Seasonal variation of sex ratio in *Bemisia tabaci* on cotton in Israel. Environ. Entomol.21 (3):556-559.

Iglesias, M., Fogar, M., Cracogna, M., Rotela, D., Ferrero, A. 2001. Inoculación con *Azospirillum* sp. En cultivos comerciales. Trigo. Jornada de Ciencias y Técnica. (CD-ROM)076.

Infoagro. (2004). El cultivo de tomate. En: www.infoagro.com/noticias/2009/3/5562.

Kapulnik Y., Okon Y. y Henis Y. 1985. Changes in root morphology of wheat caused by *Azospirillum* inoculation. Can. J. Microbiol. 31: 881-887.

Kirschbaum, D. S. 1999. Efecto de *Azospirillum* en la productividad del cultivo de frutilla II Reunión Científico Técnica - Biología del suelo - Fijación biológica del Nitrógeno. Universidad Nacional de Catamarca - Facultad de Ciencias Agrarias. Pp.165-168.

Lacasa, A. y Casares, J. 2001. Las plagas en el cultivo de tomate. En: Bello, A. (ed). El cultivo del tomate. Ediciones y promociones L.A.V.S.L. Valencia-España Pp. 61-79.

Leuser, L. 2005. Manual del cultivo de tomate: una guía paso a paso. Editorial. Trillas. 1ª Ed. México, D.F. pp. 49.

- Lublinkhof, H.B., Foster, D.E. 1977. Development. And reproductive capacity of *Frankliniella occidentalis* (*Thysanoptera: Thripidae*), reared at three temperatures. Jour. of the Kansas Entom. Soc. 50 (3): 313-316.
- Morato, B. J.V. 2002. Horticultura herbácea especial. 5ª Ed. Editorial Mundi Prens. Pp. 406-428.
- Nisen, A., Grafiadellis, M., Jiménez, R., La Malfa, G., Martínez, G.P.F., Monteiro, A., Verlodt, H., Villele, O., Zabeltitz, C.H., Denis, I.V., Baudoin, W.O. 1990. Protected cultivation in the Mediterranean climate. FAO. Plant production and protection paper No. 90. Rome. Italy.
- Nuño, M.R. 2007. Manual de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali; Baja California. Ed. Fundación Produce. Pp. 6-7.
- Okon, Y., and Labandera-Gonzalez, C. 1994. Agronomic applications of *Azospirillum*: An evaluation of 20 years worldwide field inoculation. Soil Biol. Biochem. Vol 26 (12): 1591-1601.
- Okon, Y., and Vanderleyden, J. 1997. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants. ASM News 63: 366.370.

- Paulos, O.A. y Correl, C.J. 2001. Enfermedades infecciosas. En: plagas y enfermedades del tomate. The American *Phytopathological Society*. (ed.) Mundi-prensa. México. Pp.18-19.
- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V.; Arteaga, O., Larin, M. 1996. Guía técnica, cultivada de tomate. CENTA. El Salvador. Pp. 47.
- Ramírez, R.S., Salazar, A.P: 2001. Manual de plagas y enfermedades del cultivo de jitomate, tomate de cascara y cebolla. INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuaria). SAGARPA (Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación). Campo experimental Zacatepec. In: folleto técnico publicación especial. Núm. 28. Zacatepec, Morelos, México. Pp. 7-9.
- Ramos, O.A., Carballo, C.A., Hernández, L.A., Corona, T.T., Sandoval, V.M. 2006. Caracterización de líneas de tomate en hidroponía. Agricultura Técnica en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrarias y Pecuarias. In: folleto técnico. Núm. 2. Texcoco, México. Pp. 213-223.
- Rapisarda, C. 1990. La *Bamisia tabaci* vettore del TYLCV in Sicilia. Informature fitopalogico 6. Pp. 27-31.

- Robb, K.L. 1989. Analysis of frankliniella occidentalis (pergrande) as a pest of floricultural crops in California greenhouse. Tesis doctoral. Universidad de California. Riverside.
- Rodriguez, F.H., Muñoz, L.S., Alcorta, G.E. 2006. El tomate rojo: sistema hidropónico. Editorial. Trillas. S.A. de C.V. México, D.F. pp.44.
- Rodríguez-Salazar, J., Suárez, R., Caballero-Mellado, J., & Iturriaga, G. 2009. Trehalose accumulation in *Azospirillum brasilense* improves drought tolerance and biomass in maize plants. FEMS Microbiol. Lett.
- Rodríguez, R., Tabares, J.M., Medina, J.A. 2001. Cultivo moderno del tomate. 2ª Ed. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp. 45-47.
- Rodríguez, R.M.D., Rodríguez, R.M.P. 2004. Tomates: producción y comercio. Editorial horticultura, S.L. Reus. Barcelona, España. Pp.69-70.
- Sánchez, C.M. 2001. Manejo de enfermedades del tomate. In: curso del INCAPA. "Manejo integrado de plagas y enfermedades de tomate, chile y papa". Guadalajara Jalisco, México. Pp. 22-39.
- Shuster, D.J. 2001. Plagas y enfermedades del tomate. Edición Mundi-prensa. Pp. 54.56.

Tialling, H.H. 2006. Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad de tomate. The worldwide businees formula. Pp. 21-22.

Valadez, L. A. 1993. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, S.A. de C.V. México D.F. Pp.54-55.

Valadez, L.A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial. Limusa S.A. de C.V. México, D.F. Pp. 45.

Van Loon, L.C., Bakker, P., Picterse, C.M.J. 1998. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. Annual review of *Phytopathology*. 36:453-483.

VII APENDICE

CUADRO A 1. Análisis de varianza de altura de planta días después de la siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	137.6481417	27.5296283	4.83	0.0406
ERROR	6	34.1991500	5.6998583		
TOTAL	11	171.8472917			
R²	C.V	M.S.E	MEDIA		
0.800991	10.55027	2.387438	22.62917		

CUADRO A 2. Análisis de varianza de diámetro ecuatorial del fruto

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	1.08287500	0.21657500	3.12	0.0994
ERROR	6	0.41679000	0.06945833		
TOTAL	11	1.49962500			
R²	C.V	M.S.E	MEDIA		
0.722097	5.95258	0.263549	4.427500		

CUADRO A 3. Análisis de varianza de grosor de pulpa días después de la siembra.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	8.41587500	1.68317500	20.52	0.0010
ERROR	6	0.49221667	0.08203611		
TOTAL	11	8.90809167			
R²	C.V	M.S.E			MEDIA
0.944745	4.521818	0.286419			6.334167

CUADRO A 4. Análisis de varianza de diámetro polar del fruto

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	0.59762908	0.11952582	0.77	0.6046
ERROR	6	0.93272983	0.15545497		
TOTAL	11	1.53035892			
R²	C.V	M.S.E			MEDIA
0.390516	6.530030	0.394278			6.037917

CUADRO A 5. Análisis de varianza de solido soluble de fruto

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	0.86441667	0.17288333	1.53	0.3079
ERROR	6	0.67838333	0.11306389		
TOTAL	11	1.54280000			
R²	C.V	M.S.E		MEDIA	
0.560291	7.856302	0.336250		4.280000	

CUADRO A 6. Análisis de varianza de número de lóculos del fruto

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	0.26575833	0.05315167	1.40	0.3422
ERROR	6	0.22706667	0.03784444		
TOTAL	11	0.49282500			
R²	C.V	M.S.E		MEDIA	
0.539255	7.773686	0.194536		2.502500	

CUADRO A 7. Análisis de varianza de peso del fruto

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	801.907934	160.381587	0.33	0.8781
ERROR	6	2919.448661	486.574777		
TOTAL	11	3721.356595			

R²	C.V	M.S.E	MEDIA
0.215488	27.05647	22.05844	81.52742

CUADRO A 8. Análisis de varianza de rendimiento

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	Pr>F
TRATAMIENTO	3	576.166472	115.233294	1.58	0.2942
ERROR	6	436.446340	72.741057		
TOTAL	11	1012.612812			

R²	C.V	M.S.E	MEDIA
0.568990	43.74547	8.528837	19.49650