

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con fertilización biológica en bioespacio.

Por:

CARLOS ALBERTO GONZALEZ ROMO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con fertilización biológica en bioespacio.

Por:

CARLOS ALBERTO GONZALEZ ROMO

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS
Presidente



M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL
Vocal



M.E VICTOR MARTÍNEZ CUETO
Vocal



DR. ALFREDO OGAZ
Vocal Suplente



M.E JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con fertilización biológica en bioespacio.

Por:

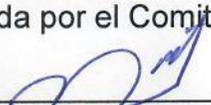
CARLOS ALBERTO GONZALEZ ROMO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

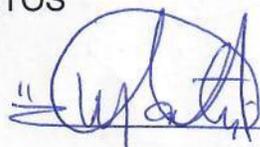
Aprobada por el Comité de Asesoría:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS
Asesor Principal



M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL
Coasesor



M.E. VICTOR MARTÍNEZ CUETO
Coasesor



M.E. JAVIER LÓPEZ HERNÁNDEZ
Coordinador interino de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México
Noviembre 2018

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por permitirme lograr esta meta y estar siempre a mi lado cuidando de mí.

A mis padres **Jose Angel Gonzalez Amezcua** y **María Armida Romo López** por haberme apoyado siempre en lograr mis metas, por darme consejos que me sirvieron para formar lo que hoy soy y desde niño me enseñaron lo bonito que es la agricultura y gracias a ellos elegí la carrera de ingeniero agrónomo en horticultura.

A mi **familia** por siempre estar a mi lado incondicionalmente dándome consejos y apoyándome en mis decisiones.

A mis asesores el **Ing. Juan Manuel Nava Santos, M.C Francisca Sánchez Bernal, M.E. Víctor Martínez Cueto** y al **Dr. Alfredo Ogaz** por sus atenciones y su apoyo en el transcurso de mi carrera y en la elaboración de esta investigación.

A mi novia **Yulma Edith García Zapata** por estar a mi lado apoyándome durante mi carrera y estando en todo momento alentándome para llegar a mis metas.

DEDICATORIAS

Le dedico primeramente a **Dios** por darme la fuerza y el aliento de seguir adelante en cada paso de mi vida y siempre guiarme por el camino correcto para conseguir mis metas.

A mi padre **Jose Angel Gonzalez Romo** por ser el mejor padre del mundo siempre apoyándome en cualquiera que sea mi decisión incondicionalmente y aconsejarme con sus experiencias en su vida laboral.

A mi madre **María Armida Romo Lopez** por siempre cuidar de mí y apoyarme en mis decisiones.

A mis hermanos **Perla Lizeth Gonzalez Romo, Jesus Daniel Gonzalez Romo** y **Jose Angel Gonzalez Romo** por siempre estar conmigo y ayudarme cuando lo necesito incondicionalmente.

A mi novia **Yulma Edith García Zapata** por estar siempre a mi lado dándome consejos, cuidando de mí, y apoyándome para lograr mis metas.

RESÚMEN

El trabajo se realizó en el ciclo 2017-2018 (otoño-invierno) en las instalaciones del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción y calidad de tomate tipo Saladette, variedad V.322 f1, de la semillera Vilmorin bajo fertilización biológica en bioespacio. Los tratamientos evaluados fueron, T1 (Micorriza + *Azospirillum*), T2 (Micorriza + algas marinas), T3 (Micorriza) y considerando como testigo T4 (100% Steiner). Se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron: peso de fruto, diámetro ecuatorial y polar, sólidos solubles totales, grosor de pulpa, número de lóculos, altura de planta, peso fresco y biomasa. Con respecto a la producción obtenida el T2 (Micorriza + algas marinas) obtuvo el mayor valor con 81.999 t/ha⁻¹, la menor producción se registró en el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 37.666 t/ha⁻¹. El mayor número de frutos se obtuvo en el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 15.4 frutos por planta y el menor valor se obtuvo en el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 9.8 frutos por planta. El T2 (Micorriza + algas marinas) obtuvo el mayor peso promedio de frutos con 65.818 g y el menor valor se obtuvo en el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 45.918 g, para el diámetro ecuatorial el T2 (Micorriza + algas marinas) obtuvo el mayor valor con 4.586 cm y el menor valor se obtuvo en el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 4.004 cm, en el diámetro polar se obtuvo el mayor valor con el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 5.560 y el menor valor se obtuvo con el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 4.896 cm, para el grosor de pulpa se obtuvo el mayor valor con 0.720 cm en el T3 (Micorriza) y el menor valor en el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 0.598 cm, el mayor valor de sólidos solubles totales se obtuvo con en el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 6.394 °Brix y el menor valor se obtuvo en el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 4.550 °Brix, con base en los resultados obtenidos se tiene que el mejor tratamiento para la producción de tomate fue el T2 (Micorriza + algas marinas).

Palabras Claves: *Solanum lycopersicum* L., Micorriza, *Azospirillum*, Steiner, Bioespacio, Algas marinas.

ÍNDICE

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIAS	ii
RESUMEN	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivos	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Tomate	4
2.2. Origen	4
2.3. Clasificación taxonómica	4
2.3.1. Morfología	5
2.3.2. Sistema radical	5
2.3.3. Tallo	6
2.3.4. Hojas	6
2.3.5. Flor	6
2.3.6. Fruto	6
2.3.7. Semilla	7
2.4. Importancia económica	7
2.5. Tomate en bioespacio	7
2.6. Micorrizas	8
2.6.1. Ectomicorrizas	8
2.6.2. Endomicorrizas	8
2.6.3. Interacción micorriza-planta	9
2.7. <i>Azospirillum</i>	9
2.7.1. Características de <i>Azospirillum</i>	10
2.7.2. Interacción <i>Azospirillum</i> -planta	11
2.8. Algas marinas	12
2.8.1. descripción de algas marinas	12
2.8.2. Interacción algas marinas-planta	12

2.9. Solución nutritiva Steiner	13
2.10. Plagas	14
2.10.1. Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	14
2.10.2. Gusano soladado (<i>Spodoptera exigua</i>)	14
2.10.3. Minador de la hoja (<i>Liriomyza munda</i>)	14
2.10.4. Pulgón (<i>Myzus persicae</i>)	15
2.11. Enfermedades	15
2.11.1. Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	15
III. MATERIALES Y MÉTODOS	16
3.1 Localización del experimento	16
3.2 Diseño experimental	16
3.3. Condiciones climáticas	17
3.4. Material genético	17
3.5. Siembra	18
3.6. Trasplante	18
3.7. Sustrato	18
3.8. Riego	18
3.9. Tutorado	18
3.10. Poda sanitaria	19
3.11. Poda brotes axilares	19
3.12. Variables evaluadas	19
3.12.1. Peso de fruto	19
3.12.2. Diámetro ecuatorial y polar	19
3.12.3. Sólidos solubles totales	19
3.12.4 Grosor pulpa	19
3.12.5. Numero de lóculos	20
3.12.6. Altura planta	20
3.12.7. Peso fresco	20
3.12.8. Biomasa	20
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Altura de planta	21
4.2. Número total de frutos	22
4.3. Peso total de frutos	23
4.4. Peso promedio de frutos	23
4.5. Rendimiento	24
4.6. Diámetro ecuatorial	24
4.7. Diámetro polar	25
4.8. Grosor de pulpa	25
4.9. Sólidos solubles totales (°Brix)	26
4.10. Numero de lóculos	27
4.11. Peso fresco	27
4.11.1. Peso fresco en hojas	27
4.11.2. Peso fresco en tallos	28
4.11.3. Peso fresco en raíz	28
4.12. Biomasa	28
4.12.1. Peso seco en hojas	29

4.12.2. Peso seco en tallos	29
4.12.3. Peso seco en raíz	29
VI. CONCLUSIONES	31
VII. LITERATURA CITADA	32

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1 Descripción de tratamientos evaluados en tomate tipo saladette. UAAAN-UL 2018.	16
Cuadro 2 Descripción de la solución nutritiva Steiner. UAAAN-UL 2018.	17
Cuadro 3 Número total de frutos (g), peso total de frutos (g), rendimiento (t/ha-1), peso promedio de frutos (g), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.	22
Cuadro 4 Diámetro ecuatorial (cm), diámetro polar (cm), grosor de pulpa (cm), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.	24
Cuadro 5 Sólidos solubles totales (°Brix), número de lóculos, resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.	26
Cuadro 6 Peso fresco hojas (g), peso fresco tallo (g), peso fresco raíz (g), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.	28
Cuadro 7 Peso seco hojas (g), peso seco tallo (g), peso seco raíz (g), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.	29

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Altura de planta (cm), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.	21

I. INTRODUCCIÓN

La micorriza es la asociación entre la raíz de la mayoría de las plantas terrestres, tanto cultivadas como silvestres, y cierto tipo de hongos. (Benzing, 2011). Esta asociación es benéfica, tanto para el hongo, como para la planta. El hongo coloniza el interior de la raíz y, por medio de la red de hifas, sirve de puente para obtener nutrientes minerales y agua que no están al alcance del sistema radicular de la planta (Rivera *et al.*, 2003), así mejorando aspectos de desarrollo y crecimiento de esta.

Otro tipo de organismo benéfico son las bacterias del genero *Azospirillum* las cuales han demostrado poseer la capacidad de promover el crecimiento radical en numerosas especies vegetales permitiendo aumentar la tasa de absorción de agua y nutrientes por las plantas (Kapulnik *et al.* 1985).

Por otro lado, Seen (1987) reporta que la incorporación de algas marinas al suelo incrementan las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se les administra a los cultivos no solo todos los macro y micronutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. Dentro de los compuestos ya identificados en las algas se tienen agentes quelatantes como ácidos algánicos, fúlvicos y manitol así como vitaminas, cerca de 5000 enzimas y algunos compuestos biosidas que controlan algunas plagas y enfermedades de las plantas (Grouch y Van Staden, 1992).

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ocupa el tercer lugar en cuanto a producción mundial, siendo la hortaliza que más se cultiva en condiciones protegidas, esta hortaliza se consume en todo el mundo y alcanza precios elevados en el mercado internacional en ciertas épocas del año (Márquez *et al.*, 2009)

Los países de mayor producción incluyen a China con un 27%, Turquía 8%, Egipto 6% y México 3%, entre otros (SIAP, 2007).

En México, el cultivo de tomate rojo durante el ciclo agrícola 2011-2012 se sembraron 55,888.04 ha, con una producción de 2, 838,369.87 toneladas y con un valor de producción de 13, 146,384.85 miles de pesos comprendido en este cultivo para estados cíclicos y perenes en la modalidad: Riego + temporal (SIAP, 2014b). El

estado más productivo es Sinaloa con un 39.9% de producción, Baja California ocupa el 14.7%, San Luis Potosí 7.9% y Michoacán ocupa el cuarto lugar con una producción de 6.7%. (Higadera, 2010).

La producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en condiciones protegidas incrementa el rendimiento y calidad del fruto. (Fonseca, 2006), al propiciar un ambiente poco restrictivo facilitando el crecimiento y desarrollo del mismo (Muñoz, 2004).

En general, el tomate, recibe altas dosis de fertilizantes, especialmente nitrogenados (Armenta *et al.*, 2001), los cuales han probado afectar negativamente al medio ambiente (Gallardo *et al.*, 2009). Estos problemas han impulsado la búsqueda de alternativas de fertilización sustentables que, además de suplir los requerimientos nutrimentales de los cultivos, no afecten significativamente el rendimiento y la calidad de los frutos (Nieto *et al.*, 2002).

Actualmente se investigan nuevas alternativas para aumentar la fertilidad del suelo y garantizar volúmenes de producción aceptables en cultivos de interés agrícola, a través de estrategias ecológicas. Entre las alternativas propuestas se incluye el uso de biofertilizantes basados en interacciones biológicas benéficas y procesos naturales. Dentro de estas interacciones juegan un papel importante los microorganismos simbiotes del suelo, como las micorrizas que inciden favorablemente en el desarrollo de la planta. (Xoconostle *et al.*, 2005).

1.1. Objetivos

Evaluar el efecto de las micorrizas en conjunto con algas y *Azospirillum* en la producción y calidad de tomate saladette.

Encontrar alternativa para reducir el uso de fertilizantes químicos en la producción de tomate.

1.2. Hipótesis

La fertilización biológica incrementa la productividad de tomate tipo saladette.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

2.2. Origen

El tomate es originario de la América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México (COVECA, 2010).

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta. Luego, fue llevado por los conquistadores a Europa. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa se difundió a Estados Unidos y Canadá (Escalona, 2009).

2.3. Clasificación taxonómica

Dominio: Eukaria

Reino: Plantae

Subreino: Viridiplantae

División: Tracheophyta

Subdivisión: Spermatophytina

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Solanum* L.

Especie: *Lycopersicum* L.

(ITIS, 2014)

2.3.1. Morfología

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a 10 m en un año (Chamarro, 2001).

2.3.2. Sistema radical

El sistema radical del tomate consta de una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias. En los primeros 30 cm de la capa de suelo se concentra el 70% de la biomasa radical. Bajo condiciones de suelo la raíz principal crece unos 2.5 cm diarios hasta llegar a los 60 cm de profundidad (Muñoz, 2009). Sin embargo, cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, en consecuencia se favorece el crecimiento de las raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo.

Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias. El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo (Garza, 1985; Valadez, 1990).

2.3.2. Tallo

El tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastrero, siendo necesario entutorarlo cuando se cultiva en invernadero.

En cada axila de las hojas del tallo principal suele brotar un tallo hijo; a su vez, en las axilas de las hojas de estos tallos hijos brotan otros tallos nietos y así sucesivamente hasta que se detiene el desarrollo vegetativo. En invernadero es necesario controlar estas ramificaciones mediante la poda (Serrano, 1978).

Sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias. Este tiene la propiedad de emitir raíces cuando se pone en contacto con el suelo,

característica importante que se aprovecha en las operaciones culturales de aporque dándole mayor anclaje a la planta (Jaramillo, *et al.*, 2007).

2.3.4. Hojas

Según León y Arosamena (1980) mencionan que las hojas son grandes, compuestas y divididas, de diferentes tonos de color verde y distinta forma, según la variedad. En las axilas de las hojas se forman las yemas que producen los tallos secundarios.

De acuerdo con Anderlini (1976) las hojas son compuestas, formadas por siete, nueve y algunas veces por once hojas sencillas. Como todas las partes verdes de la planta, las hojas están provistas de pelos grandulosos que segregan al tocarlas una sustancia de color ocre.

2.3.5. Flor

Las flores nacen en racimos en el tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de 4 a 100 o más, dependiendo del tipo y la variedad. Las flores individuales tienen un cáliz verde, una corola amarillo azufrado, cinco o más estambres y un solo pistilo súpero (Edmond, 1981).

Las flores aparecen en racimos, siendo sencillos en la parte baja y después más divididos y ramificados. Las flores son pequeñas, pedunculadas, de color amarillo y forman corimbos axilares. El cáliz tiene 5 sépalos, la corola tiene 5 pétalos que conforman un tubo pequeño pues esta soldada inferiormente, los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos (Muñoz, 2009).

2.3.6. Fruto

El fruto es una baya que presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición, según el cultivo que se trate. Está constituido por la epidermis, la pulpa, el tejido placentario y las semillas y está dividido en lóculos (Jaramillo, *et al.*, 2007).

La forma, el tamaño y el peso de los frutos, depende de la variedad y el manejo, aspectos importantes al momento de definir qué variedad plantar (Muñoz, 2009).

2.3.7. Semilla

La semilla de tomate tiene una forma ovalada, con tamaño promedio de 3.5 mm de longitud y está constituida por el embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, éste a su vez lo conforman la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. El endospermo, el cual contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta protectora, es de color café pálido, ésta protegerá la semilla de cualquier tipo de daño (mecánico o patógeno), es de consistencia dura e impermeable (Centeno, 1996).

2.4. Importancia económica

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. Es una de las especies hortícolas de gran importancia económica y nutricional; presenta altos contenido de vitamina C, hierro y vitamina A. pocos productos agrícolas se presentan para tantos usos como el jitomate, debido a que se le puede usar como ingrediente en la cocina y consumo en fresco y procesado en forma de pasta, salsa, jugo, o polvo (COVECA, 2010).

Durante el año 2010 hasta el mes de octubre se comercializaron dos millones de toneladas a nivel mundial ocupando México el primer lugar de exportación de tomate con dos millones de toneladas y un ingreso de 12, 700 millones de pesos anuales (Cazares, 2010).

El tomate es el principal cultivo en invernadero en México y el mundo (Steta, 2004; Calvin y Cook, 2005; Cook y Calvin, 2005).

2.5. Tomate en Bioespacio

En México, la agricultura protegida va en ascenso día a día para maximizar los rendimientos y la calidad de las cosechas de productos hortícolas durante todo el año, además de utilizar eficientemente los recursos disponibles (OEIDRUS, 2011).

Con la evolución tecnológica en la agricultura protegida, se ha logrado eludir gran parte de la variación climática y algunos eventos meteorológicos adversos como lluvias torrenciales, granizo, vientos, temperaturas extremas, etc. El uso de estructuras estáticas de soporte y protección, materiales plásticos de cubierta y sistemas de enfriamiento y calentamiento, forman parte de la gama de bioespacios para la producción vegetal (Arellano *et al.*, 2006; Pascale y Marcellis, 2009).

2.6. Micorrizas

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas que se establecen entre las plantas y hongos del suelo. Probablemente se trata del tipo de simbiosis más extendido en la biosfera, ya que el 90% de las plantas terrestres son capaces de establecer algún tipo de micorrizas, las cuales se clasifican en dos tipos básicos: ectomicorrizas y endomicorrizas (Read, 2007).

2.6.1. Ectomicorrizas

Se caracterizan por una modificación morfológica de la raíz que pierde sus pelos y generalmente los extremos se ramifican profusamente y se acortan ensanchándose. El extremo de una raíz ectomicorriza típicamente está cubierta por un manto de hifas como una vaina, que puede ser desde una capa floja hasta una capa pseudoparanquimática. A partir de este manto se extiende una red de hifas entre las primeras capas de células de la corteza radical, (rara vez llegan hasta la endodermis), pero sin entrar en el interior de las células, de aquí el nombre de ectomicorrizas. Esta red se llama “red de Harting”, donde las hifas también pueden tener muy variadas formas. Desde el manto hacia afuera se extiende la red micelar, incluso llegando a formar cordones especializados en la conducción de sustancias (Gilbertson, 1984).

2.6.2. Endomicorrizas

Las endomicorrizas también conocido como micorriza vesículo-arbuscular, no modifica la morfología de la raíz. La hifa no septada del hongo crece dentro de las células corticales de la raíz, donde forman vesículas y los arbusculos. Los arbusculares son estructuras finamente ramificadas, crecen únicamente dentro de las células y son

de vida corta; son los sitios donde se realiza el intercambio de los nutrientes entre el hongo y la raíz (molina, 1998).

Los hongos endomicorrizicos no forman cuerpos fructíferos del tipo sexual; son de lento crecimiento y compiten pobremente con otros microorganismos del suelo por los sitios de infección en la raíz; por ello, su uso en fruticultura se restringe a los viveros, con sustrato esterilizado, para aprovechar estos hongos debe determinarse la especie y cepa más eficaz para cada especie vegetal (Alarcón y Ferrera, 2000).

2.6.3. Interacción micorriza-planta

Las micorrizas solubilizan y transportan fosforo, potasio, etc. Mejora la hidratación, incrementa el área radicular para la toma de nutrientes, mejora la resistencia física de la planta, ya que los hongos micorrízicos se asocian a casi todas las plantas, es una reacción benéfica que se ha desarrollado por millones de años (Caballero, 2000).

Facilitan la absorción de la planta de agua, fosforo (P) y nitrógeno (N), además de mejorar las propiedades fisicoquímicas del suelo y la formación de agregados por medio de la adhesión de partículas debida a una proteína exudada por el micelio llamada glomalina, además mejora la estructura y estabilidad, aumentan la capacidad de retención de agua y reduce la erosión del suelo (Finlay, 2008).

Estos hongos también influyen de manera directa o indirecta en la absorción de otros iones minerales (Mn), promoviendo el crecimiento de las plantas, especialmente en aquellos suelos donde estos nutrientes son escasos (Koltai y Kapulnik, 2010).

Provocan una mayor tolerancia al déficit hídrico, así como la protección de las raíces contra patógenos a través de diversos mecanismos de acción, entre los que se encuentran: micoparasitismo, lisis enzimática, antibiosis y la competencia por espacio o nutrientes (Finlay, 2008).

2.7. *Azospirillum*

En general *Azospirillum* como uno de los géneros de rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal más estudiado en la actualidad debido a su capacidad de

mejorar significativamente el crecimiento y desarrollo, así como el rendimiento de numerosas especies vegetales de interés agrícola (Bashan y Holguín, 1997).

2.7.1. Características de *Azospirillum*

Azospirillum (subclase de las proteo bacterias) es una bacteria negativa, de vida libre, fijadora de nitrógeno y asociada a la rizósfera de la planta. Tiene un metabolismo carbonado muy versátil, lo que permite adaptarse y establecerse en el competitivo entorno rizosférico. Como fuentes nitrogenadas, *Azospirillum* puede utilizar un amplio rango de sustratos, amonio, nitratos, nitrito, aminoácidos y nitrógeno molecular. En condiciones desfavorables, recubriéndose de una capa de polisacáridos produciéndose una acumulación de gránulos de β -hidroxibutirato, que sirve a la bacteria de reserva de fuente carbonada (Caballero *et al.*, 1999).

Es una bacteria móvil, que muestra gran variabilidad en el número y posición de los 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 para cada una de las especies de género *Azospirillum*. La presencia de flagelos proporciona la movilidad necesaria para dirigirse hacia lugares donde la presencia de nutrientes sea más favorable. Presenta quimiotaxis positiva hacia ácidos orgánicos, azúcares, aminoácidos, compuestos aromáticos, hacia exudados radicales. Esta capacidad de migración se ha visto afectada por la humedad del suelo. Este género además tiene tendencia a dirigirse hacia lugares donde la concentración de oxígeno sea la adecuada (denominada aerotaxia), ya que puede sobrevivir en condiciones microaerofílicas (Collados, 2006).

Actualmente son reconocidas seis especies en el género *Azospirillum*, esta es una bacteria más asociada a las plantas y se dice que los mecanismos del efecto de las bacterias promotoras del crecimiento no son bien comprendidos; sin embargo, se ha sugerido un amplio rango de posibilidades que incluye efectos directos o indirectos. El efecto directo consiste en un aumento en la movilización de nutrimentos solubles, seguido por el mejoramiento de absorción de las plantas. Los efectos indirectos incluyen el aumento de fijación de nitrógeno, al mejorar la longitud de la raíz y el

aumento en la actividad nitrogenasa, los cuales inducen la resistencia sistémica a la planta (Hernández, 2012).

Entre los beneficios del uso de microorganismos en la agricultura esta su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico, descomposición de residuos orgánicos, supresión de enfermedades en las plantas, aporte de nutrientes al suelo y producción de compuestos bioactivos como vitaminas y hormonas que estimulan el crecimiento de las plantas (Martínez, 2002).

2.7.2. Interacción *Azospirillum*-planta

Una vez que las células de *Azospirillum* se han adaptado a las condiciones del ambiente rizosférico y han logrado llegar a la superficie de la raíz, debido a sus características quimio y aerotácticas, se iniciará el establecimiento de la asociación. Diferentes estudios han demostrado que *A. brasilense* tiene la capacidad para adherirse a la raíz de plantas gramíneas como el mijo (*Pennisetum purpureum*) y *Digitaria decumbens* (Umali *et al.*, 1980), trigo, (Itzigsohn y Okon, 1995), maíz (Gafny, 1986), así como a la raíz de plantas de otras familias que incluyen al algodón y tomate (Levanony y Bashan, 1991), e incluso a superficies inertes como poliestireno y arena. La capacidad de *Azospirillum* para adherirse a la raíz, al menos a las de mijo, es significativamente mayor que la mostrada por otras bacterias de la comunidad rizosférica como *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Klebsiella* o *Pseudomonas*, e incluso que *E. coli* (Umali *et al.*, 1980).

La asociación de *Azospirillum* con la raíz de las plantas se desarrolla en dos etapas completamente independientes (Michiels *et al.*, 1991). La primera consiste en una adsorción rápida, débil y reversible, la cual es dependiente de proteínas de la superficie bacteriana del tipo de las adhesinas en conjunto con la participación del flagelo polar (Croes *et al.*, 1991; Michiels *et al.*, 1991). La segunda fase consiste en un anclaje lento pero firme e irreversible que alcanza su máximo nivel 16 hrs después de la inoculación, el cual parecer ser dependiente de un polisacárido extracelular de *Azospirillum* (Michiels *et al.*, 1991).

La inoculación de diversas plantas con *Azospirillum* (Michiels *et al.*, 1991).

La inoculación de diversas plantas con *Azospirillum* ha mostrado que los principales sitios de colonización son las áreas de elongación celular y las bases de los pelos radicales (Levanony y Bashan, 1988; Kapulnik *et al.*, 1985). Sólo algunas células de *Azospirillum* llegan a adherirse a la cofia o a los pelos radicales (Kapulnik *et al.*, 1985).

2.8. Algas marinas

2.8.1. Descripción de algas marinas

Son plantas simples, ceroflicas pertenecientes a la división de las talofitas. La clasificación de las algas se basa en diferentes características, tales como la naturaleza de las células móviles (flagelos), composición química de las reservas nutritivas acumuladas y pigmentos que poseen. Las clases en que se distribuyen son: cianofíceas (algas azules), euglenofíceas, clorofíceas (algas verdes) crisofíceas, pirrofíceas, feofíceas (algas pardas) y rodofíceas (algas rojas) UNGERER (2011).

2.8.2. Interacción algas marinas-planta

Las algas marinas, se utilizan desde hace tiempo como aditivos para suelos; actúan como acondicionador del suelo por su alto contenido de fibra y como fertilizante por su contenido en minerales. Las algas marinas así como sus derivados, se utilizan gracias al alto contenido NPK y en todos los macro elementos y micro elementos, además de 27 sustancias naturales cuyo efecto es similar a los reguladores del crecimiento de las plantas: vitaminas, carbohidratos, proteínas y sustancias biosidas que actúan contra algunas enfermedades (Crouch y Van Staden, 1993).

Las algas marinas contienen microelementos y que la representación de estas plantas es considerablemente mayor que en las plantas terrestres. Entre las sustancias orgánicas, las algas marinas contienen, además de hidratos de carbono, proteínas, grasas, vitaminas, y sustancias de naturaleza estimulante y antibiótico para un mejor desarrollo de las plantas (Canales, 2001).

Los efectos conseguidos por los productos formulados a base de algas marinas como bioestimulantes de las plantas son: aumento del crecimiento de las plantas

(Arthur *et al.*, 2003), adelanto en la germinación de semillas (El-Sheekh y El-Saied, 2000), retrasan la senescencia, reducen la infestación por nemátodos (Featonby-Smith y Van Staden, 1983).

Los extractos de algas marinas son ricos en citoquininas y auxinas, fitorreguladores involucrados en el crecimiento y en la movilización de nutrientes en los órganos vegetativos (Hong *et al.*, 1995). incrementan la resistencia a enfermedades fúngicas y bacterianas (Kuwada *et al.*, 1999), mejorar el crecimiento de las raíces (Jones y Van Staden, 1997), incrementar la cosecha de frutos y semillas (Zurawicz *et al.*, 2004), e incrementar el grado de maduración de los frutos (Fornes *et al.*, 2002).

2.9. Solución nutritiva Steiner

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma única y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micro nutrimento que puede estar presente (Steiner, 1968). Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Steiner, 1961).

La SN está regida por las leyes de la química inorgánica, ya que tiene reacciones que conducen a la formación de complejos y a la precipitación de los iones en ella, lo cual evita que estos estén disponibles para las raíces de las plantas (De Rijck y Schrevens, 1998).

La selección de elementos nutritivos de una SN universal al momento de la absorción por la planta, se puede explicar desde un punto de vista fisiológico, al no variar el equilibrio único de la SN durante el ciclo de cultivo; sin embargo, en una producción comercial, la nutrición de los cultivos debe tomar en cuenta aspectos técnicos y económicos. Desde un punto de vista técnico, para que las plantas puedan obtener los máximos rendimientos, la SN debe cubrir sus requerimientos nutrimentales, de tal manera que se eviten deficiencias o el consumo en exceso. La planta no absorbe nutrimentos en la misma cantidad durante el ciclo, ya que lo hace

según la etapa fenológica y las condiciones climáticas, por lo que el equilibrio único de la SN se adapta al ritmo de absorción de la planta (Adams, 1994; Rincón, 1997).

Los parámetros que caracterizan la SN son: el pH, la presión osmótica y las relaciones mutuas entre los aniones y los cationes (Adams, 1994; Rincón, 1997).

2.10. Plagas

2.10.1 Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)

El daño directo lo causan las ninfas y los adultos por la succión de nutrientes, principalmente aminoácidos y azúcares de transporte, a la planta a través de su aparato bucal. Esta actividad ocasiona el amarillamiento de la hospedera, la cual detiene su crecimiento e incluso puede llegar a morir cuando población del insectos muy alta. Otro daño causado por la mosquita blanca es la excreción de la mielecilla sobre las hojas, en las cuales se desarrolla una fungosis negra llamada fumagina, además del daño directo y succión de nutrientes, las ninfas y adultos transmiten enfermedades, particularmente virales, que pueden destruir comercialmente un cultivo en unos cuantos días (Anaya *et al.*, 1999).

2.10.2. Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

Las larvitas, se alimentan cerca del área donde fueron depositados los huevecillos y esqueletonizan las hojas. Las larvas de mayor edad, se alimentan de hojas y frutos verdes, causando severos daños. Las larvas de las últimas generaciones, pueden penetrar dentro del fruto, después de la emergencia (Castaños, 1993).

2.10.3. Minador de la hoja (*Liriomyza munda*)

Las larvas de este insecto ataca el follaje, produciendo galerías o minas irregulares en las hojas; cuando el ataque es fuerte las hojas se secan y caen, lo cual origina que los frutos queden expuestos a los rayos solares (Lagunes, 1982).

2.10.4. Pulgón (*Myzus persicae*)

Se alimenta succionando los líquidos del floema de las plantas, principalmente en los brotes tiernos y partes jóvenes. Cuando los ataques son severos, pueden causar manchas necróticas, distorsión de las hojas y tallos, detención del crecimiento y marchitamientos. Son importantes como agentes vectores de enfermedades virosas (Castaños, 1993).

2.11. Enfermedades

2.11.1. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Los síntomas comienzan en zonas hidróticas en cualquier lugar del limbo, y por lo común aparecen en las puntas o bordes de las hojas inferiores, donde se forman manchas irregulares circulares; en un comienzo éstas tienen color verde amarillo en la parte central y rápidamente toman un color café o casi negro, terminando con la muerte de los tejidos atacados. En el borde de la mancha se forma un halo clorótico. Esta mancha se extiende rápidamente por la lámina alcanzando el peciolo de la hoja, hasta que la misma se desprenda (Calderoni, 1978).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El trabajo de investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en la ciudad de Torreón, Coahuila, México, en el invernadero #1 del departamento de horticultura con coordenadas geográficas 103° 25' 57" de longitud oeste meridiano de Greenwich y 25° 31' 11" de latitud norte, con una altura de 1123 msnm.

3.2. Diseño experimental

El diseño experimental fue completamente al azar, integrado por 4 tratamientos con 10 repeticiones cada uno teniendo en total 40 unidades experimentales.

Descripción de los Tratamientos evaluados: T1 (Micorriza + *Azospirillum*), T2 (Micorriza + algas marinas), T3 (Micorriza), T4 (Fertilización con SN Steiner).

Cuadro 1. Descripción de tratamientos evaluados en tomate tipo saladette. UAAAN-UL 2018.

Tratamientos	Fertilización	Fertilización
Tratamiento 1	6 gramos de micorriza (<i>Glomus iranicum var tenuihypharum</i>)	2 mg de <i>Azospirillum brasilense</i>
Tratamiento 2	6 gramos de micorriza (<i>Glomus iranicum var tenuihypharum</i>)	10 gr de algas marinas
Tratamiento 3	6 gramos de micorriza (<i>Glomus iranicum var tenuihypharum</i>)	-----
Tratamiento 4 (Testigo)	Solución Nutritiva Steiner al 100%	-----

Cuadro 2. Descripción de la solución nutritiva Steiner. UAAAN-UL 2018.

Solución nutritiva Steiner al 100 %		
Nitrato de calcio	Ca (NO ₃) ₂	46.36 g
Nitrato de potasio	K NO ₃	144.57 g
Nitrato de magnesio	Mg NO ₃	54.49 g
Sulfato de magnesio	Mg SO ₄	42.944 g
Ácido fosfórico	H ₃ PO ₄	13.4 ml

3.3. Condiciones climáticas

En el estado de Coahuila, la mitad de su territorio (49%) presenta clima seco y semiseco, el 46% tiene clima muy seco y el 5% restante registra clima templado subhúmedo, localizado en las partes altas de las sierras del sur: San Antonio y Tampiquillo. La temperatura media anual es de 18 a 22°C. La temperatura más alta, mayor de 30°C, se presenta en los meses de mayo a agosto y la más baja en enero, que es alrededor de 4°C. Las lluvias son muy escasas, se presentan durante el verano; la precipitación total anual es alrededor de 400 mm. En la región Bolsón de Mapimí se localizan grandes áreas dedicadas a la agricultura de riego, de hecho, la Comarca Lagunera es la zona agrícola más importante de la entidad (INEGI, 2002).

3.4. Material genético

En este experimento se utilizó el material vegetal tomate pomodoro tipo saladette indeterminado variedad V.322 f1, lote: J97777 de la semillera Vilmorin.

3.5. Siembra

La siembra se efectuó en charola de poliestireno de 200 cavidades el día 18 de agosto del 2017, esto se realizó humedeciendo el sustrato en este caso peat moss e introduciéndolo en cada cavidad dejando en espacio para sembrar la semilla y después tapándola con más sustrato, se cubrió la charola con un plástico negro con el fin de ocasionar el calor necesario para que la semilla germinará, la semilla empezó a emerger a los 4 días por lo que se retiró el plástico negro y se le aplicó un riego ligero los días posteriores.

3.6. Trasplante

El trasplante se realizó 33 días después de la siembra el día 20 de septiembre del 2017 en macetas, utilizando bolsas de polietileno calibre 500 color negro de tipo vivero con capacidad de 15 kg.

3.7. Sustrato

El sustrato utilizado fue una mezcla de arena de río cribada y perlita con porcentajes 80% y 20% respectivamente.

3.8. Riego

El riego fue suministrado con una probeta graduada de 1 L, aplicado a cada maceta. Así mismo el tratamiento 4 (fertilización con SN Steiner) se regó con la solución preparada a razón de 1 L de solución por maceta.

3.9. Tutorado

El tutorado se realizó manualmente utilizando rafia calibre 2, esto con el fin de mantener a las plantas erguidas ya que es una variedad indeterminada la cual debe ser tutorada a partir de los 30 cm para mayor rendimiento.

3.10. Poda sanitaria

La poda sanitaria se realizó con tijeras para podar (18456) tipo mini 6 pulgadas, eliminando las hojas senescentes ya que estas al envejecer dejan de producir fotosintatos y se vuelven parasitas para la planta.

3.11. Poda brotes axilares

La poda de brotes axilares se realizó con tijeras para podar (18456) tipo mini 6 pulgadas, iniciando después de la tercer semana del trasplante eliminándolos una vez por semana.

3.12. Variables evaluadas:

3.12.1. Peso de fruto

Se pesó en una báscula digital para obtener el peso individual de fruto en gramos (gr).

3.12.2. Diámetro ecuatorial y polar

Se midió con un vernier manual midiendo individualmente fruto por fruto de forma polar y ecuatorial para obtener la medida en centímetros (cm).

3.12.3. Solidos solubles totales

Se tomaron con un refractómetro, haciendo un corte transversal al fruto y se tomó una mitad para exprimirla y obtener la savia del tomate depositándola en el lente del refractómetro para obtener la medida en grados °Brix.

3.12.4. Grosor de pulpa

Se hizo un corte transversal en el fruto, tomando una mitad y se midió con un vernier manual el grosor de la pulpa para obtener la medida en centímetros (cm).

3.12.5. Número de lóculos

Se realizó un corte transversal en la fruto haciendo el conteo de los lóculos de modo manual.

3.12.6. Altura de planta

Se midió el largo del tallo principal con una cinta métrica, para esto se tomó la cinta desde la base el tallo hasta el punto de crecimiento apical para obtener la medida en centímetros (cm).

3.12.7. Peso fresco

Se tomaron 5 plantas de cada tratamiento y se separó raíz, tallo y hojas para pesar en fresco.

3.12.8. Biomasa

Se dejó el peso fresco de la planta secar en el invernadero en papel kraft hasta que este se secó por completo, posteriormente se pesó con una báscula digital para obtener el peso en gramos (gr).

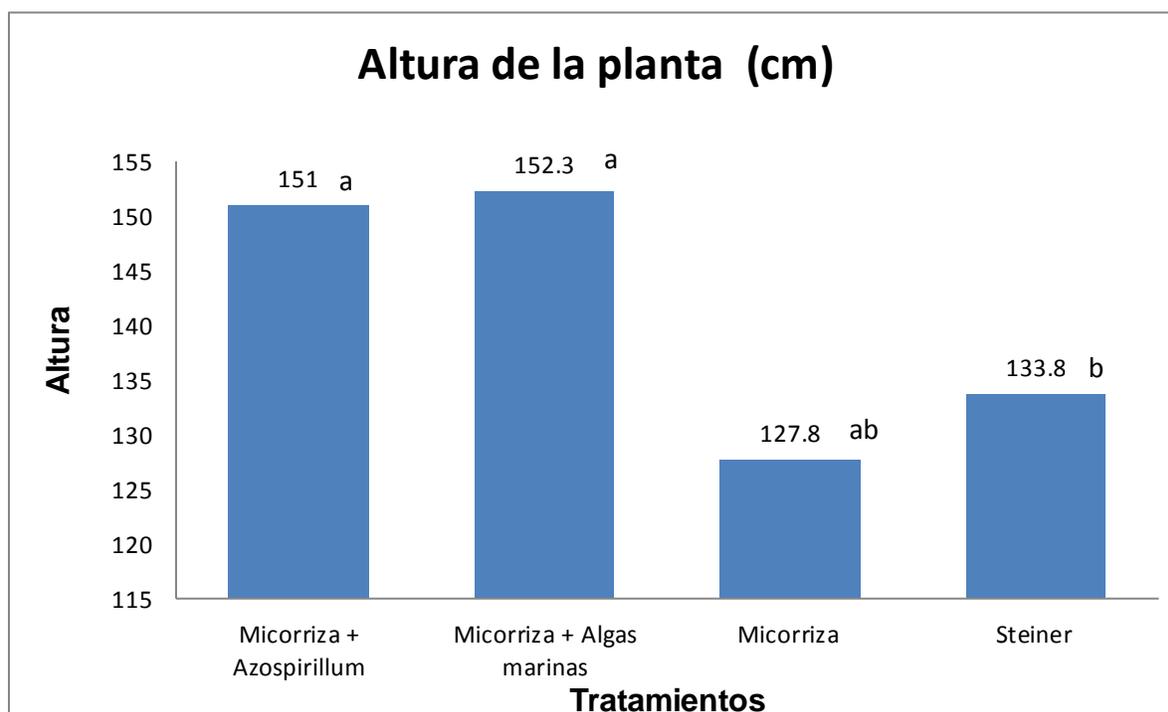
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

En la variable altura de planta el análisis estadístico resultó altamente significativo entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor en altura fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 152.3 cm mientras que el tratamiento que obtuvo el menor valor fue el T3 (Micorriza) con 127.8 cm, de acuerdo con la Figura 1.

Figura 1. Altura de planta (cm), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.



*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos Tukey (P=0.05).

En este trabajo se logró un altura máxima de planta de 152.3 cm, resultado diferente el reportado por Cuellar (2013) quien evaluó la aplicación de algas marinas en diferentes concentraciones y obtuvo la mayor altura de planta con el tratamiento 3 (ACA) (Arena + Compost + algas (1:1) que fue de 318.0 cm.

Esta diferencia se puede deber a la baja temperatura que se presentó durante dos semanas, en las cuales la temperaturas descendió a 4°C, por lo cual el crecimiento de la planta se detuvo, tal como lo menciona Nuez (1995), quien menciona que el tomate a los 10°C detiene su desarrollo.

Por otra parte Hernández (2016) quien evaluó diferentes porcentajes de vermicompost obtuvo su mayor altura de planta con el tratamiento 1 (40% vermicompost + 50% arena + 10% perlita), alcanzando 129.2 cm, valor menor al obtenido en este trabajo, ya que con el T2 (Micorriza + algas marinas) se logró alcanzar 152.3 cm.

4.2. Número total de frutos

Para la variable número total de frutos el análisis estadístico resultó altamente significativo entre los tratamientos.

El tratamiento que resultó con el mayor número de frutos fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 15.4 frutos por planta, mientras que el tratamiento que obtuvo el menor número de frutos fue el T4 (Fertilización con SN Steiner), con 9.8 frutos, de acuerdo con el cuadro 3.

Cuadro 3. Número total de frutos (g), peso total de frutos (g), rendimiento (t/ha^{-1}), peso promedio de frutos (g), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.

Tratamiento	NTF (g)	PTF (g)	PPF (g)	t/ha^{-1}
Micorriza + <i>Azospirillum</i>	15.4 a	974.0 a	63.515 a	81.166
Micorriza + Algas marinas	15.2 ab	984.0 a	65.818 a	81.999
Micorriza	12 bc	601.0 b	50.144 b	50.083
Steiner	9.8 c	452.0 b	45.918 b	37.666

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos Tukey (P=0.05).

Los resultados obtenidos por Vázquez (2017) quien realizó una investigación en tomate Saladette con mezclas de compost y micorrizas fue de 8.8 frutos en promedio en el tratamiento (compost 40% + arena 50%+ perlita 10% + micorrizas), este resultado está por debajo al obtenido en el presente trabajo.

4.3. Peso total de frutos

En el peso total de frutos el análisis estadístico resultó con diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor de peso total de frutos fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 984.0 g y el tratamiento que obtuvo el menor peso total fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 452.0 g, como puede observarse en el cuadro 3.

4.4. Peso promedio de frutos

Para el variable peso promedio de frutos el análisis estadístico mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor de peso promedio de fruto fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 65.818 g y el tratamiento que obtuvo el menor valor fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 45.918 g, de acuerdo con el cuadro 3.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Espinosa (2011) quien evaluó tomate con aplicación de composta obtuvo un peso promedio por fruto de 52.0 g, siendo este resultado menor al obtenido en el presente trabajo.

4.5. Rendimiento

El tratamiento que resultó con mayor rendimiento fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 81.999 t/ha-1 y el tratamiento que obtuvo el menor rendimiento fue T4 (Fertilización con SN Steiner) con 37.666 t/ha-1, de acuerdo con el cuadro 3.

Los resultados obtenidos por Hernández (2011) quien realizó una investigación en tomate con fertilización orgánica fue de 42.3 t/ha-1 siendo este el mayor rendimiento obtenido, este rendimiento está por debajo al obtenido en este trabajo.

4.6. Diámetro ecuatorial

Para la variable diámetro ecuatorial el análisis estadístico mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor de diámetro ecuatorial fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 4.5300 cm y el menor valor lo obtuvo el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 4.0040 cm, de acuerdo con el cuadro 4.

Cuadro 4. Diámetro ecuatorial (cm), diámetro polar (cm), grosor de pulpa (cm), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.

Tratamiento	DE (cm)	DP (cm)	GP (cm)
Micorriza + <i>Azospirillum</i>	4.5300 a	5.5600 a	0.700 a
Micorriza + Algas marinas	4.5860 a	5.4160 a	0.700 a
Micorriza	4.1340 b	4.9320 a	0.720 a
Steiner	4.0040 b	4.8960 a	0.598 a

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos Tukey (P=0.05).

De acuerdo con los resultados obtenidos por Vázquez (2017) quien evaluó tomate saladette con biofertilizantes obtuvo un dinamitero ecuatorial de 4.2 cm, este resultado es similar al obtenido en el presente trabajo.

4.7. Diámetro polar

Para la variable diámetro polar el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico de diámetro polar fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 5.5600 cm y el que obtuvo el menor valor fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 4.8960 cm, de acuerdo con el cuadro 4.

Según los resultados obtenidos por Vázquez (2017) quien evaluó tomate saladette con biofertilizantes obtuvo un diámetro polar de 5.5 cm, mientras que Cruz (2009) quien evaluó tomate saladette con diferentes porcentajes de composta y vermicomposta obtuvo una media de 5.9 cm, el resultado obtenido en este trabajo está en los rangos obtenidos en los trabajos de referencia.

4.8. Grosor de pulpa

En la variable grosor de pulpa el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico para el grosor de pulpa fue el T3 (Micorriza) con 0.720 cm, los tratamientos T1 (Micorriza + *Azospirillum*) y el T2 (Micorriza + algas marinas) resultaron iguales entre sí con 0.700 cm y el tratamiento que obtuvo el menor valor fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 0.598 cm, de acuerdo con el cuadro 4.

Los resultados obtenidos por Hernández (2011) quien realizó una investigación en tomate con fertilización orgánica fueron de una media de 0.65 cm de grosor de

pulpa, mientras que Vázquez (2017) quien evaluó tomate saladette con biofertilizantes obtuvo un valor de 0.60 cm, mientras que el valor obtenido por Romero (2006) quien evaluó tomate saladette fue de 0.83 cm, valores similares al obtenido en grosor de pulpa en el presente trabajo.

4.9. Sólidos solubles totales (°Brix)

En la variable sólidos solubles totales el análisis estadístico mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor de sólidos solubles totales fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 6.3940 °Brix y el tratamiento que obtuvo el menor valor fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 4.5500 °Brix, de acuerdo con el cuadro 5.

Cuadro 5. Sólidos solubles totales (°Brix), número de lóculos, resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.

Tratamiento	°Brix	Lóculos
Micorriza + <i>Azospirillum</i>	4.5500 b	2.6 a
Micorriza + Algas marinas	4.6480 b	2.4 a
Micorriza	4.7480 b	2.2 a
Steiner	6.3940 a	2.2 a

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos Tukey(P=0.05).

Los resultados obtenidos por Vázquez (2017) quien evaluó la productividad de tomate tipo saladette en invernadero con biofertilizantes, para la variable sólidos solubles totales fue de 3.9 °Brix.

Preciado *et al.*, (2011) mencionan que para que sea considerado un tomate fresco de buena calidad debe de contener 4.0 a 5.5 °Brix. En esta investigación el valor mayor obtenido fue 6.39 °Brix que se obtuvo con el testigo T4 (Fertilización con SN Steiner), mientras que el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) alcanzó 4.55 °Brix, quedando este valor dentro del rango de tomate fresco de buena calidad.

4.10. Número de lóculos

En la variable número de lóculos el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico en la variable número de lóculos fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con un promedio de 2.6 lóculos y los tratamientos que obtuvieron el menor número de lóculos fueron el T3 (Micorriza) y el T4 (Fertilización con SN Steiner) con un promedio de 2.2 lóculos, de acuerdo al cuadro 5.

Los resultados obtenidos por Espinosa (2011) quien evaluó tomate con aplicación de composta obtuvo un promedio de 3 lóculos, estando este resultado por arriba del obtenido en este trabajo, esto se puede deber al material genético evaluado.

4.11. Peso fresco

En la variable de peso fresco el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

4.11.1. Peso fresco en hojas

El tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico de peso fresco en hojas fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 376.2 g y el que obtuvo el menor peso fresco en hojas fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 245 g, de acuerdo con el cuadro 6.

Cuadro 6. Peso fresco hojas (g), peso fresco tallo (g), peso fresco raíz (g), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.

Tratamiento	PFH (g)	PFT (g)	PFR (g)
Micorriza + <i>Azospirillum</i>	245.0 a	166.0 a	95.0 a
Micorriza + Algas marinas	329.0 a	190.0 a	93.0 a
Micorriza	272.0 a	152.0 a	128.0 a
Steiner	376.2 a	180.0 a	109.0 a

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos Tukey(P=0.05).

4.11.2. Peso fresco en tallos

El tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico de peso fresco en tallos fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 190 g y el que obtuvo el menor peso fresco en tallos fue el T3 (Micorriza) con 152 g, de acuerdo con el cuadro 6.

4.11.3. Peso fresco en raíz

El tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico de peso fresco en raíz fue el T3 (Micorriza) con 128 g mientras que el que obtuvo el menor peso fresco en raíz fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 93 g. de acuerdo con el cuadro 6.

De acuerdo con los resultados obtenidos por Hernández (2012) quien evaluó el efecto de las micorrizas sobre la biomasa y el rendimiento en tomate saladette obtuvo un peso fresco de 412.3 g, estando este resultado por arriba del obtenido en el presente trabajo.

4.12. Biomasa

El análisis estadístico mostró diferencia significativa en peso seco de hojas y en peso seco de tallos mientras que en el peso seco de raíz no mostro diferencia significativa.

4.12.1. Peso seco en hojas

El tratamiento que obtuvo el mayor valor de peso seco de hojas fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 77 g y el que obtuvo el menor peso seco de hojas fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 48 g, de acuerdo con el cuadro 7.

Cuadro 7. Peso seco hojas (g), peso seco tallo (g), peso seco raíz (g), resultado de la evaluación de tomate indeterminado con fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL 2018.

Tratamiento	PSH (g)	PST (g)	PSR (g)
Micorriza + <i>Azospirillum</i>	48.0 b	35.0 b	35.0 a
Micorriza + Algas marinas	65.0 ab	46.0 a	30.0 a
Micorriza	54.0 ab	35.0 b	34.0 a
Steiner	77.0 a	39.0 ab	24.0 a

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos Tukey (P=0.05).

4.12.2. Peso seco en tallos

El tratamiento que obtuvo el mayor valor de peso seco en tallos fue el T2 (Micorriza + algas marinas) con 46 g mientras que el que obtuvo el menor peso seco en tallos fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) y el T3 (Micorriza) con 35 g, de acuerdo con el cuadro 6.

4.12.3. Peso seco en raíz

El tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico de peso seco en raíz fue el T1 (Micorriza + *Azospirillum*) con 35 g y el que obtuvo el menor peso seco en raíz fue el T4 (Fertilización con SN Steiner) con 24 g, de acuerdo al cuadro 7.

De acuerdo a los resultados obtenidos por Rodríguez-Dimas *et al.* (2007) quien evaluó el uso de la vermicomposta como alternativa en la producción de tomate saladette en invernadero obtuvo un peso de biomasa de 202.8 g.

Según los resultados obtenidos por Vázquez (2017) quien evaluó la productividad de tomate tipo saladette en invernadero con biofertilizantes obtuvo una biomasa de raíz de 4.4 g, este resultado está por debajo al obtenido en este trabajo que fue de 35 g con el T1 (Micorriza + *Azospirillum*).

VI. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos en el análisis estadístico, las variables donde se determinó diferencia significativa entre tratamientos fueron: altura de planta, número total de frutos, peso total de frutos, peso promedio de frutos, rendimiento, diámetro ecuatorial, sólidos solubles totales y biomasa de hojas y tallos.

El tratamiento que tuvo mejores resultados en la mayoría de las variables evaluadas fue T2 (Micorriza + algas marinas), en rendimiento obtuvo 81.999 t/ha^{-1} , en altura de planta llegó a los 152.3 cm, en peso total de frutos con 984.0 g, en peso promedio de fruto con 65.818 g, en diámetro ecuatorial fue el superior con 4.5300 cm, en peso fresco en tallos con 190 g, en peso seco en tallos con 46 g.

Se acepta la hipótesis planteada en esta investigación pues la fertilización biológica incrementa la productividad de tomate tipo saladette, sin embargo ésta tiene que estar complementada con fertilización convencional para incrementar la producción del cultivo.

VII. LITERATURA CITADA

- Adams, P. 1994. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hidroponic systems. Acta Hort. 361: 245-257. Adams, P. and L.C. Ho. 1992. The susceptibility of modern tomato cultivars to blossom-end rot in relation to salinity. J. Hort. Sci. 67: 827-839.
- Anaya A., R. L. Mejía y J. N. Romero. 1999. Diagnósis comparativa de la mosquita blanca Bemisia tabaco Gennadius y B. Argentifolii Bellows & Perring (Homóptera: Aleyrodidae). En: Anaya R. S. (Ed.) Hortalizas plagas y enfermedades. 1ed. Editorial Trillas México. D.F. pp. 132-146.
- Anderlini, R. 1976. El cultivo de tomate 3° Edición. Ed. Mundi-Prensa, Madrid, España.
- Arellano, G. M.; Valera, M. D.; Urrestarazu, G. M.; García, G. S.; Sánchez, S. S. y Soria, R. J. 2006. Estudio microclimático en dos subtipos de invernaderos almería. Agric. Téc. Méx. 32(2):225-234.
- Armenta BD, Baca CG, Alcántara GG, Kohashi SJ, Valenzuela UG, Martínez GA (2001) Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. Rev. Chapingo Ser. Hort. 7: 61-75.
- Arthur, G.D., Stirk, W.A. y Vanstaden, J. 2003. Effect of a seaweed concentrate on the growth and yiel of three varieties of capsicum annum. South African Journal of Botany 69: 207-211.
- Bashan, Y. Holguin G. 1997. Azospirillum-plant relationships: environment and physiological advances. Canadian Journal of Microbiology. 43: 103-121.
- Bashan, Y. Holguín G. Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances. Canadian journal of Microbiology. 43: 103-121
- Benzing, A. 2011. Agricultura orgánica: fundamentos para la región andina. Editorial Neckar-Verlag, Alemania.

- Caballero M J.; 2000. Biofertilizantes para la agricultura sustentable en México *Azospirillum* y hongos micorrizicos (*Glomus*). UNAM. P10-35.
- Caballero, M J., L. López R. and R. Bustillos C. 1999. Presence of 16S RNA genes in multiple replicons in *Azospirillum brasilense*. FEMS Microbiol. Lett. 178-288.
- Calderoni, A. V. 1978. Enfermedades de la papa y su control. Primera edición. Editorial Hemisferio Sur. S. A. Impreso en Perú.
- Calvin, L. and R. Cook. 2005. North American greenhouse tomatoes emerge as a major market force. *Amber Waves*. Springfield, VA, USA.
- Canales, L. B. 2001. Uso de algas marinas en la producción de tomate, papa, chile y tomatillo. Investigador de la empresa Palau Bioquim, S.A. de C.V., fabricante de derivados de algas marinas para uso en la agricultura. Buena Vista, Saltillo, Coahuila 29 de octubre del 2001. P. 5.
- Castaños, C.M. 1993. Horticultura. Manejo simplificado. Editorial UACH. Chapingo, México.
- Cazares, C. (2010). Consejo nacional del sistema producto tomate. Primer foro de agronegocios, centro de estudios de negocios y estratégicos del ITZON., 190.
- Centeno, G. E. 1996. Monografía. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Saltillo, Coahuila, México. Pp. 3-71.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. In: (Ed). F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Editorial Mundi- Prensa. México. Pp 43-87.
- Collados, C. 2006. Impacto de inoculantes basados en *Azospirillum* modificado genéticamente sobre la diversidad y actividad de los hongos de la micorriza arbuscular en rizósfera de trigo y maíz. Tesis doctoral. UGFC, España, 0 4-11.
- Cook, R. and L. Calvin. 2005. Greenhouse tomatoes change the dynamics of the North American fresh tomato industry. Economic Research Report ERR2. April 2005. [http:// www.ers.usda.gov/Publications/ERR2/](http://www.ers.usda.gov/Publications/ERR2/) (Consulta: septiembre 22, 2006).

- COVECA. (2010). Comisión veracruzana de comercialización agropecuaria. Monografías de tomate, 2-21.
- Croes, C. L., E. Van Bastelaere, E. Declercq, M. Eyers, J. Vanderleyden, and K. W. Michiels. 1991. Identification and mapping of the involved in motility, adsorption to wheat roots, colony morphology, and growth in minimal medium on the *Azospirillum brasilense* Sp7 90-MDa plasmid 26:83-93.
- Crouch, I. J. y Van Staden, J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *PlantGrowthRegulator*. 13: 21-29.
- Cruz-Lázaro E., M. Estrada-Botello, V. Robledo-Torres, R Osorio-Osorio, C. Márquez-Hernández, R. Sánchez-Hernández. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Universidad Juárez del Estado de Durango, Gómez Palacio, Durango, México.
- Cuellar, A. 2013. Respuesta de la aplicación de algas marinas en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) convencional y orgánico en invernadero. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.
- De Rijck, G. and E. Schrevens. 1998. Comparison of the mineral composition of twelve standar nutrient solutions. *J. Plant Nut.* 21:2115-2125.
- Edmond, J. B. 1981. Principios de horticultura. CIA: Editorial Continental S. A de C. V. Sexta reimpresión. México D.F.
- El-Sheekh, M.M. y El-Saied, A.E.f. 2000. Effect of crude seaweed extracts on seed germination, seedling growth and some metabolic processes of *Vicia faba* L. *Cytobios* 101: 378-382.
- Escalona, V. 2009. Manual del cultivo de tomate, VI región, InnovaChile Corfo; facultad de ciencias agronómicas, Universidad de Chile. P-10.

- Espinosa, O. 2011. Producción de tomate con aplicación de composta y riego por cintilla en la comarca lagunera. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.
- Featonby, S. B.C. y Vanstaden, J. 1983. The effects of seaweeds concentrate on growth of tomato plants in nematode-infected soil. *Scientia Horticulturae* 20: 137-146.
- Finlay, R. D. 2008. Ecological aspects of mycorrhizal symbiosis: with special emphasis on the functional diversity of interactions involving the extraradical mycelium. Reino Unido. *J. Exp. Bot.* 59(5): pp 1115-1126.
- Fonseca A E (2006) Producción de tomate en invernadero. *In*: cuarto simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. E Olivares S (ed). UANL. Facultad de agronomía. Monterrey, N.L. México. pp:1-8.
- Fornes, F. M., Sanchez-Perales, JL, Guardiola 2002. Effect of a seaweed extract on the productivity of 'de Nules' clementine mandarin and Navelina orange. *Botanica Marina* 45: 486 – 489.
- Gallardo M, Thompson RB, Rodríguez JS, Rodríguez F, Fernández MD, Sánchez JA, Ma-gán JJ (2009) Simulation of transpiration, drainage, N up-take, nitrate leaching, and N uptake concentration in tomato grown in open substrate. *Agric. Water Manag.* 96: 1773-1784.
- Garza, L. J. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de fitotecnia, UACH. México.
- Gilbertson, 1984. Reino Fungi: Micorrizas. Recuperado en línea en: <http://www.biologia.edu.ar/fungi/micorrizas.htm#Tipos%20de%20Micorrizas>. Consultado el 08 de noviembre del 2018.
- Grouch, L. y J. van Staden. 1992. Evidence of the presence of plant growth regulators in comercial seaweed products. Department of Botany, University of Natal, Republic of South Africa. Ed. Kluwer Academic Publishing. The Netherlands.

- Hernández, A. 2011. Producción de tomate orgánico con tutorio en la comarca lagunera. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.
- Hernández, A. 2016. Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con porcentajes de vermicompost en el sustrato. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.
- Hernández, L. 2012. Efecto de micorrizas sobre la Biomasa y Rendimiento de Tomate Saladette (*Lycopersicum esculentum*) en Campo Abierto en General Cepeda, Coahuila. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.
- Hernández, M. 2012. Viabilidad de *Azospirillum* en Respuesta a la Concentración de Nitrógeno Inorgánico en Lechuga Romana. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Saltillo Coahuila México.
- Hong, YP. CC., Chen, HL., Cheng, y CH, Lin 1995. Analysis of auxin and cytokinin activity of commercial aqueous seaweed extract. *Gartenbauwissenschaft* 60: 191-194.
- ITIS, Integrated Taxonomic Information System, 2014. [disponible en línea] http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=521671 (fecha de consulta 01/10/2014).
- Itzigsohn, R., and Y. Okon. 1995. The development of *Azospirillum* as a commercial inoculant for improving crop yields. *Biotechnol. Adv.* 13:415-424.
- Jaramillo, J.; Rodríguez, V. P.; Guzmán.; Zapata, M.; Rengifo, T.; 2007.; Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación-FAO-. Gobernación de las Naciones Unidas seccional de salud de Antioquia-Mana-, Convenio Fao-Mana: proyecto de seguridad alimentaria y buenas Prácticas Agrícolas Para el Sector Rural en Antioquia proyectos

- UTF/COL/027,TCP/COL/3101. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Medellín, Colombia. 313 p.
- Jones, NB. J, Vanstaden, 1997. The effect of a seaweed application on the rooting of pine cuttings South African Journal of Botany 63: 141-145.
- Kapulnik Y., Okon Y., Henis, Y. 1985. Changes in rootmorphology of wheat caused by *Azospirillum* inoculation. Can. J. Microbiol. 31: 881-887.
- Kapulnik, Y., M. Feldman, Y. Okon, and Y. Henis. 1985. Contribution of nitrogen fixed by *Azospirillum* to the N nutrition of spring wheat in Israel. Soil Biol. Biochem. 17:509-515.
- Koltai, H. and Kapulnik. Y. 2010. Arbuscular micorrizas: physiology and function. Second Edition springer, London New York, US. P 323.
- Kuwada, K.T., Ishii, I., Matsushita, I., Matsumoto, y Kadoya, K. 1999. Effect of seaweed extracts on hyphal growth of vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi and their infectivity on trifoliolate orange roots journal of the Japanese Society for Horticultural Science 68:321-326.
- Lagunes, T.A. 1982. Combate químico de plagas. Recopilación de información. Mexico.
- León, H. Y Arosamena, m. 1980. El cultivo de tomate para el consumo fresco en el valle de Culiacán. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), México.
- Levanony, H., and Y. Bashan. 1991. Active attachment of *Azospirillum brasilense* to root surface of non-cereal plants and to sand particles. Plant Soil 91-97.
- Levanony, H., and Y. Bashan. 1998. Enhancement of cell division in wheat root tips and growth of root elongation zone induced by *Azospirillum brasilense* Cd. Can. J. Bot. 67:2213-2216.

- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., Rodríguez-Dimas, N., Moreno-Reséndez, A., de la Cruz-Lázaro, E., García-Hernández, J.L., Preciado-Rangel, P., Castañeda, G., García, C., 2009. Producción en invernadero de tomate orgánico. In: Cano-Ríos P. (Ed.), I simposio de producción moderna de melón y tomate. XIII congreso nacional de ciencias Hortícolas. Torreón Coahuila. México. p. 1-24.
- Martínez, U. R. 2002. Biofertilización y producción Agrícola sostenible. Retos y perspectivas. XIII Congreso Científico del INCA. La Abana.
- Martínez, U. R. 2002. Biofertilización y producción agrícola sostenible. Retos y perspectivas. XIII Congreso Científico del INCA. La Abana.
- Michiels, K. W., C. L. Croes, and J. Vanderleyden. 1991. Two different modes of attachment of *Azospirillum brasilense* Sp7 to wheat roots. *J. Gen. Microbiol.* 137:2241-2246.
- Muñoz, R. J., 2009. Manejo del Cultivo de Tomate en Invernadero Pp. 45- 92 En: Castellanos, J. Z. y C. Borbón – Morales 2009. INTAGRI_AMHPAC. Panorama de la agricultura Protegida en México. Manual de Producción de tomate en invernadero. INTAGRI-México.
- Muñoz, RJJ (2004) Formulación de la solución nutritiva. En Castellanos JZ (Ed.) *Manual de Producción Hortícola en Invernadero*. 2daed. Intagri. Celaya, México. pp: 151-180.
- Nieto A, Murillo B, Troyo E, Larri-naga J, García HJL (2002) El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Cap-sicum annumL.*) en zonas áridas. *Interciencia* 27: 417-421.
- Nuez F. 1995. El Cultivo de Tomate, AEDOS,A. Madrid España.
- OEIDRUS (Oficina Estatal de Información para el Desarrollo Rural Sustentable). 2011. Invernaderos Datos Básicos 2008. Recuperado el 22 de noviembre de 2011, de OEIDRUS: <http://www.oeidrus-oaxaca.gob.mx/invernaderos2008.htm>

- Papadopoulos, A. P. 1991. Growing greenhouse tomatoes in soil and in soilless media. Agriculture Canada Publication 1865/E. Minister of Supply and Services Canada. Ottawa, Ontario, Canada
- Pascale, S. D. and Marcellis, M. F. 2009. Crop management in greenhouses: adapting the growth conditions to the plant needs or adapting the plant to the growth conditions? *Acta Hortic.* 807:163-173.
- Rincón, S. L. 1997. Características y manejo de sustratos inorgánicos en fertirrigación. I Congreso Ibérico y III Nacional de fertirrigación. Murcia, España.
- Rivera, R; Fernández, F; Hernández, A.; Martín, J. R. 2003. El manejo eficiente de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible Estudio de caso: El Caribe. Ediciones INCA, Cuba.
- Rodríguez-Dimas N, Cano-Ríos P, Favela-Chávez E, U. Figueroa-Viramontes U, Paul-Álvarez V de P, Palomo-Gil A, Márquez-Hernández C, Moreno Resendez A (2007). Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo serie horticultura*, 13(2).
- Romero M. F. 2006. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil) en invernadero en la comarca lagunera. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.
- Seen, T.L. 1987. Seaweed and plant growth. Traducido al español por Benito Canales López. Crecimiento de alga y planta. Ed. Alpha Publishing Group, Houston, Texas, USA.
- Serrano, C.Z. 1978. Tomate, pimiento y berenjena en invernadero. Publicaciones de extensión agrícola. Madrid, España.
- SIAP. (2007). Servicio de información agroalimentaria y pesquera.
- SIAP. (2014). Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Cierre de la producción agrícola por cultivo.

- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil*. 15: 134- 154.
- Steiner, A.A. 1968. Soilless culture. *Proceedings of the 6th Colloquium of the Internacional Potash Institute*. pp: 324-341.
- Steta, M. 2004. Mexico as the new major player in the vegetable greenhouse industry. *Acta Hortic*. 659: 31-36.
- Umali G, M., D. H. Hubbel, M. H. Gaskins, and F. B. Dazzo. 1980. Association of *Azospirillum* with grass roots. *Appl. Environ. Microbiol*. 39:219226.
- UNGERER., 2011. Hoja técnica diss algafarm.P. 2 pp. Citado el día 08 de noviembre de 2018. <http://www.ungerer.com.ec/wp/uploads/2011/06/Hoja-Tecnica-Diss-Kart.pdf>
- Valadez, L.A. 1997. *Producción de hortalizas*. Editorial Trillas. México.
- Vázquez, I. 2017. Evaluación de la productividad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette en invernadero con biofertilizantes. Tesis. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Torreón Coahuila México.
- Xoconostle, B.; Medrano, R. Impacto de la biotecnología Agrícola en cultivos: el caso de las micorrizas. En <http://www.cinevestav.mx/publicaciones/avayper/sepoct02/>. (verificado en Abril 2005).
- Zurawicz, E., A., Mazny y A., Basak, 2004. Productivity stimulation in strawberry by application of plant Bio regulators. 653: 155-160.