

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



Producción de tomate tipo Saladette (*Solanum lycopersicon* Mill) con fertilización inorgánica en invernadero.

Por:

**RAMIRO ESPAÑA PEÑA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción de tomate tipo Saladette (*Solanum lycopersicon* Mill) con fertilización inorgánica en invernadero.

Por:


**RAMIRO ESPAÑA PEÑA**

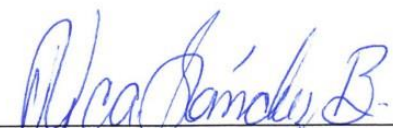
TESIS


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

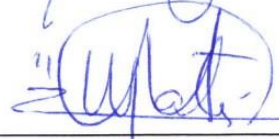
**INGENIERO AGRÓNOMO**


Aprobada por:

  
Ing. Juan Manuel Nava Santos  
Presidente

  
M.C. Francisca Sánchez Bernal  
Vocal

  
Dr. Alfredo Ogaz  
Vocal

  
M.E. Víctor Martínez Cueto  
Vocal Suplente

  
M.E. Víctor Martínez Cueto  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

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

Producción de tomate tipo Saladette (*Solanum lycopersicon* Mill) con fertilización inorgánica en invernadero.

Por:

**RAMIRO ESPAÑA PEÑA**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Ing. Juan Manuel Nava Santos  
Asesor Principal

M.C. Francisca Sánchez Bernal  
Coasesor

Dr. Alfredo Ogaz  
Coasesor

M.E. Víctor Martínez Cueto  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, le doy gracias A **Dios**, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por darme las fuerzas necesarias para salir adelante día tras día, por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

A **mi Familia España Peña** por ser lo más hermoso que tengo en mi vida. Por el apoyo incondicional que me dieron, los buenos consejos que me inculcaron cada día para ser de mí una buena persona. Por enseñarme a seguir siempre mis sueños sin darme por vencido. Gracias a ellos hoy logro terminar exitosamente esta etapa de mi carrera.

A **mi Alma Mater**, por darme la oportunidad de estudiar, y brindarme todo lo necesario para mi formación como Ing. Agrónomo.

A **mis asesores, Ing. Juan Manuel Nava Santos, M.C. Francisca Sánchez Bernal, DR. Alfredo Ogaz y al Ing. Víctor Martínez Cueto** por su apoyo, paciencia y dedicación para que yo pudiera llevar a cabo exitosamente este trabajo de tesis, por compartir sus conocimientos y brindarme su amistad.

## DEDICATORIA

Mi dedicatoria se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, **a DIOS**, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores y a no cometerlos otra vez. Eres quien guía el destino de mi vida. Te lo agradezco, padre celestial.

**A mi mamá**, Isabel Peña Tejeda, gracias por todo el apoyo que me has dado desde mi infancia hasta ahora y por qué siempre has trabajado para darnos lo mejor a mis hermanos(as) y a mí. A través de estas líneas quiero decir lo mucho que te quiero mamá, por ser la mejor madre del mundo y por quitarte el pan de la boca con tal de que no nos faltara nada, además de una madre has sido una amiga y consejera para mí, te amo mamá.

**A mi papá**: José mateo España Vázquez, gracias por el apoyo incondicional, por estar conmigo en cada etapa de mi vida, por los consejos que me has dado y comprenderme en todas mis locuras, aunque no te lo digo a diario solo quiero que sepas que te amo papá.

**A mi hermana**, Alma Delia España Peña, por el apoyo incondicional, por estar ahí cuando te necesitaba, sigue adelante con esa hermosa familia que tienes, con esas criaturas hermosas (Yahir, Yuridia y Sebastián) que Dios te ha mandado del cielo, cuídalos(as) como las joyas más valiosas que puedas tener, te amo hermana.

**A mi hermano,** Rogelio de Jesús España Peña, por el apoyo incondicional que siempre me brindó, por ser mi único hermano y me da gusto que seas una gran persona.

**A mi hermana,** Briyit España Peña, por aguantarme y por preocuparte por mi cuando las cosas salían mal, sigue adelante con esas tres criaturas que tienes (Jany, Jaly e Ian) que Dios te ha mandado del cielo cuídalos(as) como las joyas más valiosas que puedas tener, has sido un gran ejemplo de madre a pesar de tu corta edad, te amo Briyit.

**Mi hermana,** Mayra Isabel España Peña, no encuentro palabras para agradecerte todo, solo puedo decirte gracias, ¡gracias! Hermanita por amarme como lo haces, por regañarme cuando lo merecía, por todas las cosas que pasamos juntos y que aun pasaremos, espero que mi logro te motive a seguir con tus estudios y seas alguien en la vida, te amo Mayrita.

**A Cándido Leonel Villatoro López,** Por brindarme su amistad es este camino que emprendimos juntos y por estar en los momentos difíciles cuando más lo necesitaba, gracias.

**A mis abuelos paternos** José Sotero España García (Q.E.D) y María Guadalupe Vásquez por su gran ejemplo a seguir y los buenos modales que me inculcaron.

**A mis abuelos maternos** Lucia Tejeda Domínguez (Q.E.D) y Felipe Peña (Q.E.D) por su gran amor y consentirme en todo que, aunque no estén conmigo sé que donde quiera que están se sienten orgulloso de mi, los amo.

**GRACIAS A TODOS.**

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar el rendimiento y calidad de tomate saladette, variedad Rio Grande a diferentes porcentajes de solución nutritiva Steiner, en invernadero. Los tratamientos evaluados fueron, T<sub>1</sub> (60 % Steiner), T<sub>2</sub> (80 % Steiner), T<sub>3</sub> (100 % Steiner) y considerando como testigo T<sub>4</sub> (Te dé vermicompost). Se utilizó un diseño completamente al azar.

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico las variables que presentaron diferencia significativa entre los tratamientos fueron, peso por fruto, peso total de fruto, rendimiento por hectárea, diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso fresco y peso seco.

En las variables peso por fruto, peso total de frutos y rendimiento, los mejores resultados se obtuvieron con el T<sub>3</sub> (100% Steiner), para las variables altura de planta, diámetro polar y peso fresco total sobresale el T<sub>1</sub>(60% Steiner) y en las variables diámetro ecuatorial y peso seco fue mejor el T<sub>2</sub> (80% Steiner).

Para el resto de las variables no se determinó diferencia significativa, sin embargo, los resultados muestran valores numéricos diferentes entre los tratamientos en lo que respecta a grados Brix el T<sub>4</sub> (Te dé vermicompost) con 3.94 °B y para el grosor de pulpa T<sub>1</sub>(60 % Steiner) con 3.90 mm.

Se puede observar que los T<sub>1</sub> (60% Steiner), T<sub>2</sub> (80%Steiner) Y T<sub>3</sub> (100% Steiner) fueron estadísticamente iguales para las variables: peso por fruto, peso total de fruto y rendimiento.

Por lo cual se puede concluir que la producción se mantiene utilizando el 60 o el 80% de la Solución Nutritiva Steiner, obteniendo los mismos resultados y así proteger el ambiente al utilizar menor cantidad de agroquímicos.

**Palabras clave:** *Solanum lycopersicom* Mill; Solución nutritiva, tomate, invernadero.

# ÍNDICE

|   |      |
|---|------|
| AGRADECIMIENTOS.....  | i    |
| DEDICATORIA.....  | ii   |
| RESUMEN .....   | iv   |
| ÍNDICE.....   | v    |
| ÍNDICE DE CUADRO .....  | viii |
| I. INTRODUCCIÓN.....  | 1    |
| 1.1. Objetivo general .....   | 2    |
| 1.2. Objetivos específicos.....   | 2    |
| 1.2. Hipótesis .....  | 2    |
| II. REVISION DE LITERATURA .....  | 3    |
| 2.1 Antecedentes.....   | 3    |
| 2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLÓGICA .....                        | 4    |
| 2.2.1 Sistema radical .....   | 4    |
| 2.2.3 Tallo principal.....  | 4    |
| 2.2.3 Hojas.....  | 5    |
| 2.2.4 Flor .....  | 5    |
| 2.2.5 Fruto.....  | 5    |
| 2.5.6 Semilla.....  | 5    |
| 2.3 Nutrición .....   | 6    |
| 2.4 manejo del cultivo en invernadero .....                             | 7    |
| 2.5 Generalidades de la nutrición mineral .....                         | 8    |
| 2.6 Generalidades de los invernaderos y la hidroponía.....              | 9    |
| 2.7 Fertilizantes solubles.....   | 10   |
| 2.8 el pH y conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva ..... | 11   |
| 2.9 El sustrato .....   | 11   |
| 2.10 soluciones nutritivas.....   | 13   |
| 2.11 Plagas y enfermedades.....   | 13   |
| 2.11.1 mosquita blanca ( <i>Bemisia Tabaci</i> ).....                   | 13   |



|   |    |
|---|----|
| 2.11.2 Minador de la hoja ( <i>Liriomya spp</i> ).....          | 14 |
| 2.11.3 cenicilla del tomate ( <i>Mildiu pulverulento</i> )..... | 15 |
| III. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                  | 17 |
| 3.1 Localización del sitio experimental.....                    | 17 |
| 3.2 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera.....            | 17 |
| 3.3 Condiciones climáticas de la región lagunera.....           | 17 |
| 3.4 Características del invernadero.....                        | 18 |
| 3.5 Genotipo.....   | 18 |
| 3.6 Diseño experimental.....                                    | 18 |
| 3.7 Tamaño del área experimental.....                           | 19 |
| 3.8 Preparación del suelo del invernadero.....                  | 19 |
| 3.8.1 Sustrato.....   | 19 |
| 3.8.2 Siembra en charolas.....                                  | 19 |
| 3.8.3 Trasplante.....   | 20 |
| 3.8.4 Tutorado.....   | 20 |
| 3.8.5 Podas de hojas senescentes y brotes axilares.....         | 20 |
| 3.9 Variables a evaluadas.....                                  | 21 |
| 3.9.1 Rendimiento.....  | 21 |
| 3.9.2 Altura de planta.....                                     | 21 |
| 3.9.3 Peso fresco total.....                                    | 21 |
| 3.9.4 Peso seco total.....                                      | 21 |
| 3.9.5 Diámetro polar.....                                       | 22 |
| 3.9.6 Diámetro ecuatorial.....                                  | 22 |
| 3.9.7 Peso del fruto.....                                       | 22 |
| 3.9.8 Espesor de pulpa.....                                     | 22 |
| 3.9.9 Grados Brix.....  | 22 |
| 3.9.10 Numero de lóculos.....                                   | 22 |
| III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                | 23 |
| 4.1 Altura de planta.....                                       | 23 |
| 4.2 Peso total de fruto (PTF).....                              | 25 |
| 4.4 Peso promedio de fruto.....                                 | 26 |
| 4.5 Rendimiento.....  | 26 |

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 4.6 Diámetro ecuatorial ..... | 27 |
| 4.7 Diámetro polar.....       | 29 |
| 4.8 Grados Brix .....         | 29 |
| 4.10 Grosor de Pulpa .....    | 30 |
| 4.11 Peso fresco total .....  | 30 |
| 4.12 Peso seco total.....     | 31 |
| CONCLUSIÓN .....              | 33 |
| BIBLIOGRAFÍA .....            | 34 |

## ÍNDICE DE CUADRO

|  |     |
|--|-----|
| <b>Cuadro 1.</b> Taxonomía del tomate .....  | 4   |
| <b>Cuadro 2.</b> Descripción de los tratamientos evaluados en tomate saladette variedad Rio Grande en base a porcentajes de solución nutritiva Steiner. ....   | 18  |
| <b>Cuadro 3.</b> Altura de planta (cm), resultados de la evaluación de tomate con diferentes porcentajes de Steiner producido en invernadero. <b>UAAAN UL-2017.</b> .....  | 23  |
| <b>Cuadro 4.</b> Peso total de fruto (g), Rendimiento (kg ha) y Peso promedio de fruto (g), resultado de la evaluación de tomate con diferentes porcentajes de SN Steiner en invernadero. <b>UAAAN-UL. 2017.</b> .....   | 253 |
| <b>Cuadro 5.</b> Variables de calidad de fruto, Diámetro Ecuatorial (DE), Diámetro Polar (DP), Grado Brix (GB), Numero de Lóculos (NL), Espesor de Pulpa (EP) resultados de la evaluación de tomate con diferentes porcentajes de Steiner producido en invernadero. <b>UAAAN U.L-2017.</b> ..... | 25  |
| <b>Cuadro 6.</b> Peso fresco total, resultados de la evaluación de tomate con diferentes porcentajes de Steiner producido en invernadero. <b>UAAAN UL-2017.</b> .....  | 28  |
| <b>Cuadro 7.</b> Peso seco total, resultados de la evaluación de tomate con diferentes porcentajes de Steiner producido en invernadero. <b>UAAAN UL-2017.</b> .....  | 31  |
| <b>Cuadro 8.</b> Peso seco total, resultados de la evaluación de tomate en invernadero con diferentes porcentajes de Steiner <b>UAAAN UL-2017.</b>   |     |

## I. INTRODUCCIÓN

El tomate es la hortaliza más cultivada en el mundo, ocupa el primer lugar en superficie de 4.7 millones de hectáreas, tanto como en producción de 159 millones de toneladas ha<sup>-1</sup> (Flaño, 2015).

En México existen alrededor de 20,000 hectáreas bajo agricultura protegida. Es el tercer producto más exportado con 1.5 millones de toneladas, ocupa el décimo lugar a nivel mundial como productor (Ponce, 2013). En el estado de Coahuila se sembraron 1006.0 hectáreas, con rendimiento de 50 toneladas ha<sup>-1</sup> (COFRUPO, 2011).

Hoy en día existe creciente necesidad de encontrar técnicas que contribuyan al uso eficiente del agua y nutrientes, lo cual se pretende lograr con el uso de diferentes sustratos inorgánicos y orgánicos (Albaho et al., 2009; Lazcano y Domínguez, 2010).

Uno de los factores más importantes para tener altos rendimientos de tomate en invernadero es la nutrición de la planta (Olivares, 2018). Se debe tener en cuenta que el tomate es una planta exigente en nutrientes; requiere de una alta disponibilidad de N, P, K, Ca, B, Zn. (Jaramillo, 2016).

La solución nutritiva es la solución de diversos fertilizantes en el agua, con la que se riegan las plantas, y cuya función es proporcionar los nutrimentos requeridos por ellas en las proporciones adecuadas, (Sanchez *et al.*, 1988).

La formulación de una solución nutritiva se refiere a la concentración de los elementos nutritivos que componen, expresados, generalmente, en partes por millón (ppm), miligramos por litro (mg/l) o gramos por 1000 litros (g/1000 l), milimoles por litro (mmol/L), miliequivalente por litro (meq/L), (Canadia, 1998).

### **1.1. Objetivo general**

Evaluar la producción de tomate con porcentajes en base a la solución nutritiva Steiner.

### **1.2. Objetivos específicos**

Identificar el porcentaje de SN Steiner que mejora la calidad del tomate.

### **1.2. Hipótesis**

El 60 por ciento de la solución nutritiva Steiner incrementa la calidad y producción del tomate.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes

En la llegada de los españoles a América, el tomate formaba parte ya de los pequeños huertos de hortalizas de área mesoamericana, sin que su importancia económica fuera grande. Era una hierba más de las milpas. Las cronistas europeas hacen escasas referencias a este producto, habiéndose a veces malinterpretando algunas citas que utilizan el vocablo tomate. Este vocablo introducido en la lengua castellana en 1532 (Corominas, 1990), procede del náhuatl *tomatl*, que aplicaba genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Montes y Aguirre, 1992).

Aunque el tomate rojo (*Lycopersicon spp*) como el tomate de cascara (*Physalis spp*) fueron pronto introducidos a Europa, el tomate se fue extendiendo progresivamente, mientras que el de cascara (tomatillo) quedó marginado o se dejó de cultivar, como ocurrió en España. Probablemente a ello contribuyeron lo vistoso del fruto y a la existencia de formas de consumo independientes del ingrediente chile (Montes y Aguirre, 1992). No obstante, su rápida difusión en el viejo continente fue muy desigual.

Según Madhavi y Salunke (2004), el cultivo del tomate es el más popular por su gran versatilidad en el arte culinario y por ser la hortaliza más conocida y mundialmente son muy apreciados por su color y sabor. El fruto de tomate maduro se consume en fresco y en una gran variedad de productos procesado como polvos, purés, ketchus, pastas, salsas, sopas, frutos enteros enlatados etc., además el tomate es una fuente rica en licopenos y vitamina C.

## 2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA Y MORFOLÓGICA

De acuerdo con Hunziker (1979), la taxonomía generalmente aceptada del tomate es:

**Cuadro 1.** Taxonomía del tomate.

|            |                        |
|------------|------------------------|
| Clase      | Dicotiledoneas         |
| Orden      | Solanales (personatae) |
| Familia    | Solanaceae             |
| Subfamilia | Solanoidae             |
| Tribu      | <i>Lycopersicom</i>    |
| Especie    | Esculentum             |

### 2.2.1 Sistema radical

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis, el córtex y el cilindro central o vascular (Chamarro, 2001).

### 2.2.3 Tallo principal

El tallo es erguido y cilíndrico en planta joven, a medida que esta crece, el tallo cae y se vuelve anguloso. Presenta tricomas (vellocidades) en la mayor parte de sus órganos y glándulas que se segregan una sustancia color verde aromática. El tallo puede llegar a medir de 40-250 cm. Muestra ramificación abundante y yemas axilares, si al final del crecimiento todas las ramificaciones exhiben yemas reproductivas, estas se clasifican como de crecimiento determinado; y si terminan con yemas vegetativas, son de crecimiento indeterminado (Rick, 1978; Rodríguez *et al.*, 1984; Valdez, 1990).

### **2.2.3 Hojas**

Las hojas son de limbos compuestos por siete a nueve folíolos con bordes dentados; el haz de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

### **2.2.4 Flor**

La flor del tomate es perfecta, consta de 5 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 el gineceo y evitan la polinización cruzada, el ovario es bioplurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos” (Escalona, 2001).

### **2.2.5 Fruto**

El fruto de tomate es una baya de forma globular, ovoide o aplastada. En cultivares comerciales, cuyo peso varía según la variedad y condiciones de desarrollo, entre 5 y 500 g. (Chamarro, 2001).

### **2.5.6 Semilla**

La semilla es de diferentes tonalidades en su color, desde el grisáceo, hasta el color paja de forma oval aplastada; tamaño entre 3-5 mm de diámetro y 2.5 mm de longitud, y cubierta de vellosidades. En un gramo puede haber de 300-350 semillas (Rodríguez *et al.*, 2001; Hurre y Caballo, 1988). El peso de 1000 semillas es de aproximadamente 2.4 g (Desai *et al.*, 1997). En producciones bajo invernadero, 1kg de fruto produce aproximadamente 4 g de semilla (1200 semillas



aproximadamente). En campos de producción la regla es de 1% del peso del fruto es el peso de la semilla. En estados unidos para cultivares de tipo determinado el rendimiento es de 250-400 kg ha<sup>-1</sup>. De semilla. En África se reportan rendimientos de 10 a 50 kg ha<sup>-1</sup>. El peso de mil semillas producida en condiciones de invernadero es de 3.3 g en cultivares de tipo determinado y el peso en campo es de 2.5 g (George, 1989; George, 1999).

### **2.3 Nutrición**

El tomate es muy rico en agua (casi un 94% de su peso) y apenas contiene hidratos de carbono (3,50%), proteínas (1%) grasas (0,11%) y fibra (1,40%) con lo cual apenas aporta calorías (18 kcal/100g). sin embargo, destaca su riqueza vitamínica y mineral. De las vitaminas, la C es la más abundante con un contenido de 26.6 mg, también contiene vitaminas del grupo B y vitamina E, algo de ácido fólico y una pequeña cantidad de betacarotenos, precursores de la vitamina A.

La nutrición de tomate juega un papel muy importante si se desea incrementar la productividad de las plantas y la calidad de los frutos. Muchos de los trabajos realizados muestran que el tomate demanda grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Un rendimiento alrededor de 40 ton de fruto requiere cerca de 93 kg·N ha<sup>-1</sup>, 20 kg·P ha<sup>-1</sup> y 126 kg·K ha<sup>-1</sup>. Los fertilizantes aplicados al suelo se calculan de acuerdo con la fertilidad de éste. Las siguientes dosis se aplican a suelos de baja fertilidad: 75-100 kg·N ha<sup>-1</sup>, 150-200 kg·P ha<sup>-1</sup> y 150-200 kg·K ha<sup>-1</sup> (George, 1999).

Se necesita un nivel alto de fósforo asimilable para la producción de semilla de calidad cuando las plantas se cultivan bajo invernadero (George, 1999).

El fósforo y el potasio se aplican antes del trasplante cuando se cultiva en suelo y para producción de fruto; mientras que el nitrógeno, se distribuye en tres etapas: la primera antes del trasplante, la segunda después de mes y medio, y la tercera en la floración (Salunkhe y Kadam, 1998). En el noroeste de México se

utiliza el potasio en cantidades entre 200-225 kg·ha<sup>-1</sup>; en otras zonas productoras no se aplica, o se hace en cantidades de 80 kg·ha<sup>-1</sup> en una sola aplicación, junto con el fósforo y la primera parte de nitrógeno (Benítez, 1999). En Sinaloa, la aplicación de fertilizantes (N-P-K-S) es muy variada, la cual está en función de las condiciones fisicoquímicas del suelo y el estado fenológico de la planta, regularmente se aplica urea (46-00-00-00) y sulfato de amonio (20.5-00-00-24) como fuente de nitrógeno, fosfato monoamónico (11-52-00-00) y fosfato diamónico (18-46-00-00) como fuente de fósforo, y sulfato de potasio (00-00-50-18) como fuente de potasio, entre otros, en todos los casos es necesario el análisis fisicoquímico del suelo para la toma de decisiones (Tisdale *et al.*, 1993).

#### **2.4 manejo del cultivo en invernadero**

El establecimiento del cultivo por medio de trasplante consiste en hacer germinar la semilla en pequeñas áreas conocidas como semilleros o almácigos, de donde serán las plántulas extraídas para ser llevadas al lugar de establecimiento definitivo, donde habrán de crecer las plantas hasta la cosecha. Aunque inicialmente las plántulas muestran cierto marchitamiento y retraso en el crecimiento, estos síntomas son rápidamente superados, mostrando el cultivo un desarrollo normal.

Comparando el sistema de siembra directa con el sistema de trasplante, se puede decir que la siembra directa resulta en una disminución del ciclo de cultivo. La producción en volumen puede ser mayor en un 5-20% y existe también un ahorro en mano de obra. Por otro lado, el método de semilleros y trasplante requiere menos insumos, pero más mano de obra. Mediante el trasplante se ocupa el terreno durante más tiempo, lo cual puede ser ventajoso para el cultivo anterior o para el total del plan de producción (Von Haeff, 1983; Nuez *et al.*, 1995).

Tutorado. - El tutoreo o guiado de las plantas de tomate, es una práctica necesaria tanto en campo como en invernadero, ya que permite un crecimiento adecuado de la planta e impiden que los frutos se dañen o sufran ataque de alguna enfermedad si estuvieran en contacto con el suelo. También el tutorado

facilita las labores de poda, aplicación de agroquímicos y la cosecha, también aumenta la densidad de población.

Poda. - La poda es la eliminación de ciertas partes de la planta como hojas, tallos y/o frutos, para mejorar el desarrollo y aspecto de la planta relacionados con su eficiencia fotosintética, hábito de crecimiento, sanidad, fructificación y facilidad de manejo.

Polinización. - Para el cuajado de los frutos se utilizan varias técnicas como: mecánica, biológica (uso de insectos) y con fitorreguladores; según la polinización mecánica debe ser entre las 10:00 y 12:00 horas. Todos los días con un sistema mecánico de vibración que propicie la liberación del polen sobre los estigmas de la flor (Gil y Miranda, 2000).

Cosecha. - Los tomates se cosechan en varios estados de su madurez, desde un verde maduro hasta ligeramente rosa, cuando se separan fácilmente de la mata mediante un medio giro o retorcimiento. El estado de madurez al que los tomates se recogen depende del propósito al que hayan sido cultivados y la distancia a la que tienen que ser transportados. Los distintos estados que se reconocen son verde inmaduro, verde maduro, comienzo de madurez, rosa, plena maduración y sobre todo maduración (Madhavi y Salunkhe, 2004).

## **2.5 Generalidades de la nutrición mineral**

De acuerdo con Resh (2001) solo 60 de los 92 elementos naturales se han encontrado en las plantas, pero no todos son esenciales para su crecimiento y desarrollo. La mayoría de las plantas solo requieren de 16 elementos que se consideran esenciales para su crecimiento, aunque hay algunas especies de

plantas que requieren de otros elementos para su normal crecimiento como el silicio (Si), níquel (Ni), aluminio (Al), cobalto (Co), vanadio (V), selenio (Se) y platino (Pt). La composición de la materia fresca de las plantas es de un 80 a 90% de agua, este porcentaje varía dependiendo de la especie y de otros factores como la turgencia al momento de tomar la muestra etc., debido a su variabilidad los análisis químicos se hacen en base a la materia seca por ser más estable; de modo que la materia seca representa un 10 a 20% del total del peso en fresco. Aproximadamente el 90 % del peso se secó en la mayor parte de las plantas está formado por carbono (C), oxígeno (O) e hidrógeno (H); el 15 % del peso fresco de una planta es la materia seca y el 90 % de este está representado por carbono, oxígeno e hidrógeno, aproximadamente un 15 % del peso total en fresco de la planta son todos los otros elementos.

## **2.6 Generalidades de los invernaderos y la hidroponía**

La agricultura protegida ha venido evolucionando, multiplicándose y ganando terreno durante los últimos años. Esto es debido a que representa una mejor respuesta a las demandas y necesidades de los consumidores por los productos hortícolas de calidad, sanos, inocuos y disponibles durante todo el año (Alcántara, 2014).

Carvajal *et al.*, (2000), mencionan que una de las técnicas empleadas durante 15 años han sido los invernaderos., que permiten incrementar la producción, hasta en 300 por ciento, en relación con el método tradicional del cultivo.

La producción e invernadero, llamada agricultura en ambiente controlado; es la tecnología para la producción de alimentos que ha avanzado considerablemente durante los últimos 20 años. La combinación del invernadero con la hidroponía es hoy el método más intensivo de producción de cultivos en la

industria agrícola. Esta técnica aun para los empleados requiere de conocimientos agronómicos básicos (Jensen, 2001).

## **2.7 Fertilizantes solubles**

La entrega directa de fertilizantes a través del sistema de riego exige el uso de fertilizantes solubles y sistemas de bombas e inyectores para introducir la solución nutritiva en el sistema de riego. Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua. Como ejemplos de fertilizantes altamente solubles apropiados para uso de riego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio y monofosfato de potasio.

Cuando se usa métodos de riego a presión (goteo, aspersores, microaspersores), el fertirriego no es opcional, sino absolutamente necesario. Bajo riego por goteo sólo el 20% del suelo es humedecido por los goteros, y si los fertilizantes son aplicados al suelo separadamente del agua, los beneficios del riego no se verán expresados en el cultivo. Esto se debe a que la eficiencia de la fertilización disminuye mucho ya que los nutrientes no se disuelven en las zonas secas donde el suelo no es regado. El fertirriego es el único método correcto de aplicar fertilizantes a los cultivos bajo riego (Burt et al, 1988)

Steiner (1961) desarrolló un método para calcular una fórmula para la composición de una solución nutritiva, la cual satisface ciertos requerimientos. Coic (1973) y Steiner (1973, 1980) indican que la composición y concentración de una solución nutritiva depende de la clase de cultivo, de la fase de desarrollo, del medio ambiente, del tipo de hidroponía (frecuencia de renovación de soluciones). Añaden que las plantas poseen una cierta elasticidad con relación al ambiente nutritivo; es decir, que la planta absorbe los iones en su propia relación mutua,

dentro de amplios límites, independientemente de la relación mutua entre los iones de la solución nutritiva.

Steiner (1968, 1984) elaboró una solución nutritiva universal, que se distingue por sus relaciones mutuas entre aniones y cationes, expresadas en porcentaje del total de mMl-1. Este autor indica que el uso de su solución nutritiva universal demanda únicamente que se determine la presión osmótica requerida para un cultivo en particular en una cierta época del año. Las relaciones mutuas entre los iones en la Solución Nutritiva Universal de Steiner en porcentaje del total de mM0-1 es de 60:5:35 para NO<sub>3</sub><sup>-</sup>: H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>: SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> y 35:45:20 para K<sup>+</sup>: Ca<sup>2+</sup>: Mg<sup>2+</sup>.

## **2.8 el pH y conductividad eléctrica (CE) de la solución nutrimental**

Gil y Miranda (2000), mencionan que la primera recomendación es aforar la solución nutritiva, ajustando y manteniendo su pH a 5.5.

La conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva es una media de la concentración de las sales disueltas frecuentemente referida como salinidad. La CE no proporciona información de la concentración de los nutrientes presentes en forma individual, pero se utiliza para seguir el total de nutrientes presentes en el suelo, sustrato o disolución. Una baja CE indica una nutrición pobre y una CE alta indica altos niveles de nutrientes (Adams, 2004).

## **2.9 El sustrato**

En México se utiliza más el sustrato en contenedores sin recirculación de la solución nutritiva; es muy necesario conocer las propiedades físicas, químicas y biológicas del sustrato para controlar el manejo y la producción de un cultivo (Diaz, 2005).

Abad *et al.* (2004) definen a un sustrato como todo material sólido que sea distinto al suelo *in situ* y que puede ser natural, sintético o residual, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado y puesto en un contenedor que permita el desarrollo y anclaje del sistema radicular; ya que una de sus funciones principales es la de soporte para la planta. Un sustrato puede intervenir o no intervenir en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

Para el desarrollo y crecimiento de plántulas, el sustrato empleado es un factor fundamental, puesto que éste contribuye en la calidad de la plántula. Hartmann y Kester (2002), mencionan que en la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época de siembra, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato. Sin embargo, desde el punto de vista medioambiental los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato en cultivos sin suelo son: su durabilidad y capacidad para ser reciclado posteriormente (Abad y Noguera, 2000).

Entre los sustratos de origen inerte o inorgánico están, los de origen mineral no metálico como los derivados de rocas, ya sea grava de río triturada, arena o tezontle, que llegan a tener una capacidad de retención de humedad de hasta el 30-40 %, (Samperio, 2004).

La arena es el sustrato más utilizado tanto comercialmente como en forma experimental por ser un material de muy bajo costo en los lugares donde abunda y por tener la posibilidad de usarlo por tiempos prolongados ya que esto no altera sus características físicas además de ser fácilmente desinfectado (Urrestarazu, 2004).

El crecimiento de la industria hortícola protegida ha cambiado la forma convencional de producir en suelo, a producir en suelo o en sustrato; las razones para este cambio son para un mejor manejo de la nutrición del cultivo, evitar el contacto con los patógenos del suelo y el aprovechamiento de cualquier terreno

razonablemente plano, independientemente de la fertilidad, salinidad o presencia de fases pedregosas (Castellano y Vargas, 2003).

## **2.10 soluciones nutritivas**

La solución nutritiva es la disolución en agua de los nutrientes necesarios para la alimentación de la planta, que deben estar en forma asimilable, en concentración y proporción adecuada. La proporción o equilibrio adecuado en la solución del suelo influye en el crecimiento o desarrollo de los cultivos (Burgueño, 1996).

La formulación de una solución nutritiva se refiere a la concentración de los elementos nutritivos que la componen, expresados, generalmente, en partes por millón (ppm), miligramos por litro (mg/l) o gramos por 1000 litros (g/1000 l), milimoles por litro (mmol/L), miliequivalente por litro (meq/L), (Canadhia, 1998).

Actualmente la literatura presenta más de 300 soluciones nutritivas diferentes, la mayoría de ellas obtenidas experimentalmente a partir de mezclas de fertilización de diferentes proporciones. Por lo que se encuentra una mezcla nutrimental que proporciona un mejor desarrollo de las plantas. En 1961 Steiner propuso un método universal para la composición de las soluciones nutritivas, lo cual satisface las relaciones aniónicas y catiónicas, a una concentración total y pH adecuado, (chillona., 1996).

## **2.11 Plagas y enfermedades**

### **2.11.1 mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)**

La mosca blanca es originaria del sur de Asia, algunos autores consideran que del medio oriente, específicamente de India y Pakistán, encontrándose distribuida actualmente en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Su



habitat se extiende alrededor del planeta, entre 30 latitud Norte y los 30 longitud Sur (Kranz *et al*, 1982).

En América latina, la mosca blanca empezó a convertirse en plagas de importancia económica a partir de la década de los 70's como consecuencia del uso intensivo de agroquímicos que fueron utilizados después de la segunda guerra mundial en cultivos comerciales como algodón (Morales *et al.*, 2006). Asiático (1991) cita a Kramer, (1966) reportando que la mosca blanca apareció en América central a partir de 1961. Siendo en el salvador, donde se encontró por primera vez este insecto en el cultivo de algodón durante la siembra de 1961-1962.

Biología: la hembra deposita 300 huevecillos en 10-40 días. La duración del ciclo biológico es de 17-37 días con varias generaciones anuales.

Daños: merma el rendimiento y la calidad de los frutos. La fumagina que recubre sus secreciones afecta a la fotosíntesis y mancha los frutos. Trasmite graves enfermedades (*geminivirus*) como el virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV).

### **2.11.2 Minador de la hoja (*Liriomya spp*)**

Existen varias especies de minadores de hojas que pertenecen al orden Díptera de la familia Agromyzidae, entre las que se encuentran: *Liriomizamunda*, *L. trifoli*, *L. pictellay*, *L. sativae*. Los adultos miden aproximadamente de 2 a 3 milímetros de longitud, son de color negro brillante y se distinguen porque la región posterior de la cabeza es de color negro, el tercer segmento de la antena es pequeño, redondo, amarillo y pubescente, la parte dorsal del protórax y mesotórax es de color negro, metatórax amarillo; el abdomen ventralmente es de color amarillo. El ciclo de vida de huevo a adulto requiere de tres semanas bajo

condiciones favorables de temperatura y humedad. La larva nace a los cuatro días después de haber sido depositado el huevo y completa su desarrollo en un lapso de 10 días (López y Gastelum, 2003).

Control. La eliminación programada del follaje mediante la poda del cultivo de tomate durante su desarrollo disminuye significativamente la infestación de las larvas de minador de la hoja, pulgones y ninfas de mosca blanca, para ello las hojas eliminadas se colectan en bolsas de plástico y se destruyen. Se utilizan trampas amarillas para detectar la presencia de esta plaga. Para control biológico se recomienda utilizar las avispas *Diglyphus* y *Ophiussp.* Y *Chrysonotomyasp.* Para control químico se recomienda la aplicación de los insecticidas llamados de nueva generación: Cyromazina (Trigard) y la abaecina (Agrimec). La Cyromazina ha demostrado ser efectiva contra larvas de minador de la hoja y segura para la fauna benéfica. (López y Gastelúm, 2003).

### **2.11.3 cenicilla del tomate (*Mildiu pulverulento*)**

Enfermedad causada por varios agentes entre los que destacan *Leveillula taurica*, *Erysiphe orontii* y *Oidium lycopersicum* L. *taurica* es un parasito de desarrollo semitermo cuyos conidióforos salen a través de las estomas; se manifiesta en climas cálidos y semiáridos, y posee un amplio rango de hospederas. *E. orontii* se manifiesta en regiones templadas y tropicales. *O. lycopersicum* es un hongo de forma apresoria, con morfología de conidia y conidióforos, que afecta a cultivos de campo abierto e invernadero. Posee un amplio rango de hospederas, entre los que se encuentran solanáceas y cucurbitáceas (Babbit, 2016).

Síntomas y daños al cultivo: los síntomas de cenicilla por *L. taurina* son manchas amarillas en el haz que se vuelven necróticas en el centro, observándose un fieltro blanquecino en el envés. En caso de fuerte ataque en la hoja se seca y se desprende. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inculo. Se desarrolla a 10-35 °C con un óptimo de 26 °C y humedad relativa del 70%. En el caso de *O. lycopersicum* se muestra micelio superficial de color blanco

con ocasionales bordes amarillos en las hojas y tallos, amarillamiento, desecación, necrosis y defoliación (Babbit, 2006).

#### **2.11.4 Cáncer bacteriano (*Clavibacter michiganensis*)**

El cáncer o chancro bacteriano causado por *Clavibacter michiganensis*, aunque relativamente esporádico en incidencia es naturaleza tan destructiva que debe practicarse vigilancia en la selección y manejo de patrones de semilla, preparación y manejo de sustratos en invernadero, selección y preparación del suelo para producción en campo abierto es una enfermedad vascular (sistémica) y superficial con una amplia gama de síntomas que resultan en pérdida del área fotosintética, marchitez y muerte prematura, así como producción de frutos no comerciales. El organismo se transmite por semilla y puede sobrevivir por periodos cortos en suelo, estructura del invernadero y equipos, y por periodos más largos en residuos vegetales (Babbit, 2006).

Los síntomas en el follaje aparecen primero en las hojas de la región del segundo o tercer racimo encima del que se está cosechando. Los síntomas en la planta se marchitan irreversiblemente, empezando por las hojas. Una vez que el sistema vascular es afectado, la planta muere. (Productores de hortalizas, 2016).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del sitio experimental**

El presente trabajo se llevó a cabo en el invernadero 3 del departamento de horticultura en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL (UAAAN-UL) Se encuentra ubicada en el periférico Raúl López Sánchez y carretera santa fe km. 1.5. Torreón Coahuila México.

#### **3.2 Ubicación geográfica de la Comarca Lagunera**

La comarca Lagunera se localiza entre los paralelos ( $25^{\circ} 05'$  y  $26^{\circ} 54'$  N) y los meridianos ( $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  O) teniendo una altura de 1,139 m sobre el nivel del mar, en la parte suroeste del estado de Coahuila y Noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de chihuahua y al sur con el estado de Zacatecas (Santibañez, 1992).

#### **3.3 Condiciones climáticas de la región lagunera**

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 la sierra del sur: San Antonio y Tampiquillo.

La temperatura media anual es de 18 a 22°C.

La temperatura más alta, mayor a los 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 presenta durante el verano; la precipitación anual es alrededor de 400mm.

En la región Bolsón de Mapímí se localizan grandes áreas dedicadas a la agricultura de riego, de hecho, la comarca lagunera es la zona agrícola más importante de la comunidad, (<http://www.inwgi.org.mx>. En el sitio INEGI,2002).

### 3.4 Características del invernadero

El invernadero numero 3 está ubicado en la institución con 9 mts. De ancho y 23 mts. De largo con un área 207 m<sup>2</sup>. En frente está cubierto con policarbonato y el resto de polietileno calibre 600 de transparencia, cuenta con una maya sombra de 50%, pared húmeda, 2 extractores y 6 ventiladores.

### 3.5 Genotipo

Para este trabajo de investigación se utilizó la variedad de tomate Rio Grande tipo Saladette.

### 3.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar de tres tratamientos y un testigo con 10 repeticiones dando un total de 40 unidades experimentales (macetas).

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos evaluados en tomate saladette variedad Rio Grande en base a porcentajes de solución nutritiva Steiner.

| Tratamiento                     | Sustratos |           |
|---------------------------------|-----------|-----------|
|                                 | % Arena   | %Perlitas |
| T1 (60% Steiner)                | 90%       | 10%       |
| T2(80% Steiner)                 | 90%       | 10%       |
| T3(100% Steiner)                | 90%       | 10%       |
| T4-Testigo (Te dé Vermicompost) | 90%       | 10%       |

### 3.7 Tamaño del área experimental

El tamaño del área experimental fue de 6 metros cuadrados, ubicando cuatro hileras a una distancia de 50 cm entre surco y surco y 30 cm entre macetas experimentales

### 3.8 Preparación del suelo del invernadero

Se niveló el suelo del invernadero para así obtener una buena estabilización de las macetas y se colocó una capa de grava para evitar el encharcamiento.

**Cuadro 3.** Cantidad de los fertilizantes utilizados en la elaboración de los tratamientos con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner evaluados en otoño-invierno 2017.

| Solución nutritiva universal Steiner |                     | 100%     | 80%     | 60%      |
|--------------------------------------|---------------------|----------|---------|----------|
| Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>   | Nitrato de calcio   | 46.36 g  | 37.088  | 27.816 g |
| K NO <sub>3</sub>                    | Nitrato de Potasio  | 144.57 g | 115.656 | 86.742 g |
| Mg NO <sub>3</sub>                   | Nitrato de Magnesio | 54.49 g  | 47.552  | 32.694 g |
| Mg SO <sub>4</sub>                   | Sulfato de magnesio | 42.944 g | 34.355  | 25.766 g |
| H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>       | Ácido fosfórico     | 13.4 ml  | 10.72   | 08.04 g  |

#### 3.8.1 Sustrato

El sustrato fue arena de río cribada, y perlita, utilizando un porcentaje de 90 de arena y 10 de perlita, con esta mezcla se llenaron las bolsas de polietileno negro que se utilizaron como maceta.

#### 3.8.2 Siembra en charolas

La siembra del genotipo se realizó en una charola de unicel de 200 cavidades, donde antes de sembrar se humedeció el sustrato (peat most), depositándolos en las cavidades de la charola. La siembra se realizó el día 10 de julio del 2016, depositando una semilla por cavidad, agregando una pequeña capa de sustrato para tapar la semilla, esta se colocó dentro de una bolsa de plástico

color negro para conservar la humedad, luego se pasó al interior del invernadero # uno. Las semillas germinaron a los siete días después de la siembra y posteriormente se le aplicó un riego ligero todos los días hasta el trasplante.

### **3.8.3 Trasplante**

El trasplante se realizó el día 21 de agosto del año 2016. Cuando la planta alcanzo una altura de 25 cm. Se utilizaron bolsas de 10 kg de color negro; se aplicó un riego pesado de tres L. Para mojar el sustrato y de esa manera realizar el trasplante, colocando una plántula por cada maceta de estudio.

### **3.8.4 Tutorado**

Consistió básicamente en guiar verticalmente a las plantas cuando alcanzaron una altura entre los 30 a 35 cm a través de un amarre en la base del tallo principal con la ayuda de una rafia agrícola. Con el objetivo de mantener la planta erguida, promoviendo mayor entrada de luz y ventilación, evitando que los frutos queden en contacto en el suelo. Con forme la planta fue creciendo se enredó a la rafia, guiada y acomodada, esta labor se realizó de acuerdo con el crecimiento de la planta.

### **3.8.5 Podas de hojas senescentes y brotes axilares**

El experimento se llevó a cabo con plantas de un solo tallo por lo consiguiente se realizó la eliminación de los brotes axilares, estos fueron eliminados con forme a la observación de las plantas cuando estos tenían una altura no mayor de 30 cm. Utilizando tijeras desinfectadas. La finalidad fue la de evitar competencia con el tallo principal. Se eliminaron las hojas viejas para evitar que se volvieran parasitas, ya que en este estado dejan de producir fotosintatos, también se eliminaron las hojas enfermas para mejorar la ventilación entre plantas, en esta poda se eliminaron las hojas basales hasta donde se encuentre el primer

racimo y luego se dejó una hoja antes de cada racimo en producción a lo largo del ciclo del cultivo.

### **3.9 Variables a evaluadas**

#### **3.9.1 Rendimiento**

Para determinar el rendimiento t/ha se tomó en cuenta el peso de racimo de cada planta, considerando la distribución de las macetas, teniendo en el invernadero, cuatro macetas (con una planta por maceta).

Rendimiento/m<sup>2</sup>. Se utilizó una báscula digital, pesando el fruto individualmente, tomando el dato en Kg.

#### **3.9.2 Altura de planta**

Altura de planta. Se realizó la medición después de los 15 días después del trasplante. Esta actividad se hacía con un intervalo de ocho días entre toma y toma con una cinta métrica flexible.

#### **3.9.3 Peso fresco total**

Se realizó muestreo destructivo en plena fructificación y se determinó el peso fresco de la hoja, tallo y raíz: para esta variable se utilizó una balanza de precisión, colocando por separado cada uno de los órganos de la planta, colocándola sobre esta y se tomó la lectura.

#### **3.9.4 Peso seco total**

Para esta variable se puso a secar dentro del invernadero y se determinó el peso seco de la hoja, tallo y raíz. Se utilizó una balanza de precisión, colocando por separado cada una de las partes de la planta sobre esta y se tomó la lectura.



### **3.9.5 Diámetro polar**

Se midió con un vernier de polo a polo del fruto para determinar su longitud, esto se realizó en cada fruto.

### **3.9.6 Diámetro ecuatorial**

Se midió con un vernier lo ancho del fruto para determinar su diámetro, en cada fruto.

### **3.9.7 Peso por fruto**

Se utilizó una báscula colocando un fruto de forma individual para determinar su peso.

### **3.9.8 Espesor de pulpa**

Se usó una regla grabada para determinar los mm de la pulpa, cortando el fruto por la mitad de forma transversal para determinar el espesor.

### **3.9.9 Grados Brix**

Se utilizó un refractómetro para la lectura, se presionó el fruto hasta obtener jugo para colocarlo sobre el refractómetro y observar a través de la luz del sol, anotando la lectura de forma individual.

### **3.9.10 Peso total de frutos**

Se obtuvo el peso de todos los frutos, tomando en cuenta los cortes de tres racimos, obteniendo, tres frutos por cada uno de ellos.

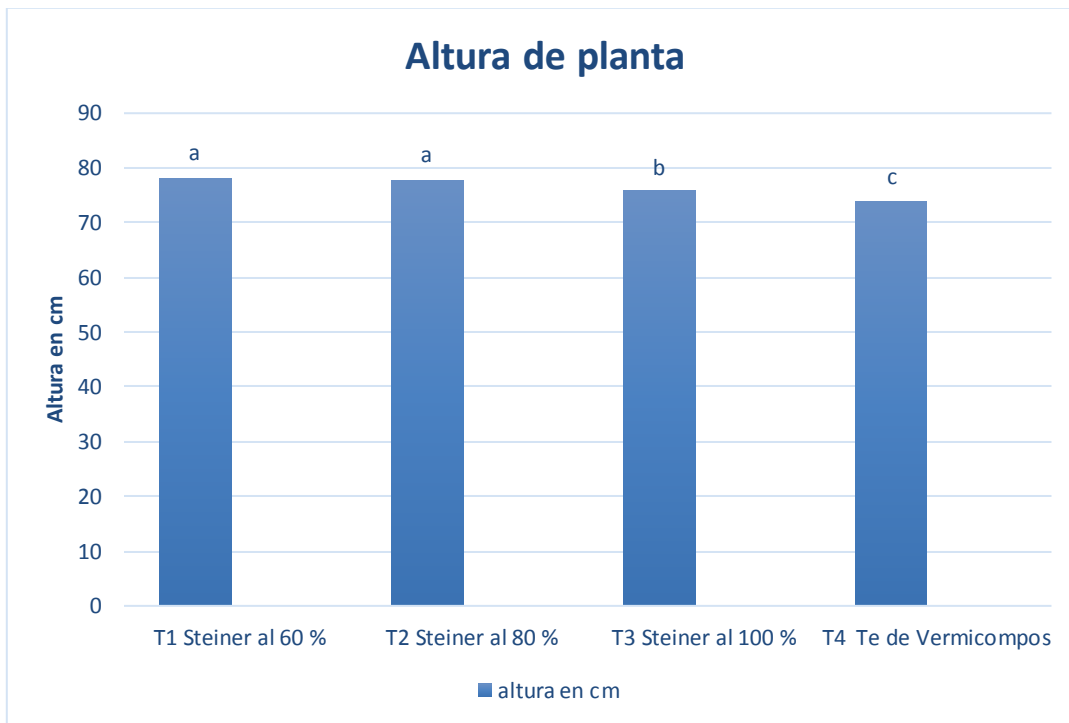
### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Altura de planta

Para la variable altura de planta el análisis estadístico mostró diferencia significativa entre los tratamientos desde los 40 días después del trasplante (ddt) y hasta los 80.

El tratamiento que presentó mayor altura fue T<sub>1</sub> (60 % Steiner) con 78.1 cm seguido del T<sub>2</sub> (80 % Steiner) con 77.7 cm los cuales son estadísticamente iguales, mientras que los tratamientos que presentaron menor altura fueron el T<sub>3</sub> (100 % Steiner) con 75.9 cm y el T<sub>4</sub> (te dé vermicompost) con 73.8 cm. El promedio general para altura de planta fue de 76.37 cm, de acuerdo con el cuadro 4.

**Cuadro 4.** Altura de planta (cm), resultados de la evaluación de tomate en invernadero con diferentes porcentajes de Steiner. **UAAAN UL-2017.**



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

Los resultados obtenidos por Aguilar (2017) al evaluar diferentes porcentajes de compost en el sustrato y utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette obtuvo una altura de planta de 180.8 cm, este resultado es mayor al obtenido en el presente trabajo.

Hernández (2016), quien evaluó diferentes porcentajes de vermicompost en sus tratamientos utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette que obtuvo altura de planta con 150.4 cm, con la SNS este resultado es mayor al obtenido en el presente trabajo.

Los resultados para la variable altura de planta de 78.1 cm pudo ser efecto de la alta temperatura, superior a los 35°C, registrada dentro del invernadero durante las primeras etapas de desarrollo del cultivo, que probablemente limitó el crecimiento de la planta.

La temperatura óptima para el desarrollo del tomate se encuentra entre los 21° C a 26° C. por lo que, un descenso en la temperatura a 15°C detiene la floración, si la temperatura disminuye debajo de los 10° C se presentarían problemas con su crecimiento. Mientras tanto, si la temperatura asciende a más de 35° C se presentarían problemas de fotosíntesis ocasionando daños en el área vegetativa como hojas pequeñas, tallos más delgados, que ocasionan desprendimiento de ramas y racimos pequeños. Para el crecimiento máximo (producción de materia seca) se obtiene una temperatura diurna de 24°C y nocturna de 17°C. Estos factores fluctúan en relación con la intensidad de luz, la edad y el balance de agua en la planta (Velazco *et al.*, 2011).

## 4.2 Peso por fruto

El análisis estadístico, mostró diferencia significativa para la variable peso fruto entre los tratamientos.

El tratamiento que presentó mayor peso por fruto fue el T<sub>3</sub> (100 % Steiner) con 138.28 g, el tratamiento de menor peso T<sub>4</sub> (te dé vermicompost) con 82.60g, con una media de peso de fruto de 123.99 g, según el cuadro 5

Rodríguez *et al.*, (2008), evaluó dos híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) 'Big Beef' y 'Miramar' en tres sustratos: S1, Vermicomposta + arena, en proporción 1:1 (v:v) + micro nutrientes quelatizados; S2, vermicomposta + arena, sin micro nutrientes; y el testigo S3, arena + solución nutritiva inorgánica. Reporta que la combinación de los sustratos S3 y S1 con el híbrido 'Big Beef' presentó el mayor peso de fruto (214 y 209 g, respectivamente) que fueron iguales entre sí y superaron al híbrido Miramar en los tres sustratos con 147 g.

Este resultado para la variable peso de fruto es mayor al experimento presente, ya que con el T<sub>3</sub> (100 % Steiner) se alcanzó un peso de 138.28 g.

Lo anterior puede ser debido a la evaluación de diferente material genético, en los experimentos.

**Cuadro 5.** Peso total de fruto (g), Rendimiento (Kg ha<sup>-1</sup>) y Peso promedio de fruto (g), resultado de la evaluación de tomate en invernadero con diferentes porcentajes de SN Steiner. **UAAAN-UL. 2017.**

| Tratamiento                     | PTF (g)  | Rend (T HA <sup>-1</sup> ) | PPF (g)  |
|---------------------------------|----------|----------------------------|----------|
| T1 (60 % Steiner)               | 1238.1 a | 82,4 a                     | 137.56 a |
| T2 (80 % Steiner)               | 1238 a   | 82,4 a                     | 137.55 a |
| T3 (100 % Steiner)              | 1244.6 a | 82,9 a                     | 138.28 a |
| T4-Testigo (Te dé Vermicompost) | 743.4 b  | 49,5 b                     | 82.60 b  |

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

#### **4.4 Peso total de frutos**

El análisis mostró diferencia significativa para la variable peso total de fruto entre los tratamientos.

El tratamiento que presentó mayor peso total es T<sub>3</sub> (100 % Steiner) con 1244.6 g, seguido del T<sub>1</sub> (60% Steiner) con 1238.1 g, y el T<sub>2</sub> (80 % Steiner) con 1238 g, los cuales son estadísticamente iguales y el tratamiento con menor peso total de fruto fue el T<sub>4</sub> (Te dé vermicompost) que obtuvo 743.4 g. El promedio general de peso total de fruto fue 1116.02 g, de acuerdo con el cuadro 5.

Aguilar (2017), al evaluar diferentes porcentajes de compost en sus tratamientos utilizado como testigo SNS en tomate tipo saladette, reporta de 543.2 g para peso total de racimo con el testigo, este resultado es menor al obtenido en el presente trabajo.

Hernández (2016), al evaluar diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato, utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette, el cual reporta 600 g para testigo, cabe mencionar que el resultado fue menor en la presente investigación.

Lo anterior puede ser debido a la diferencia de racimos evaluados en cada experimento.

#### **4.5 Rendimiento**

El análisis estadístico mostró diferencia significativa para la variable Rendimiento Kg ha<sup>-1</sup>, entre los tratamientos.

El tratamiento que presentó mayor Rendimiento es T<sub>3</sub> (100% Steiner) con 82.9 t ha<sup>-1</sup>, seguido del T<sub>1</sub> (60 % Steiner) con 82.4 t ha<sup>-1</sup>, el T<sub>2</sub> (80% Steiner) con

82.45 t ha<sup>-1</sup>. El tratamiento con menor rendimiento fue el T<sub>4</sub> (Te dé vermicompost) que obtuvo 49.5 t ha<sup>-1</sup>, el promedio general fue de 74.3 t ha<sup>-1</sup>, de acuerdo con el cuadro 5.

Rodríguez *et al.*, (2008), evaluaron dos híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) 'Big Beef' y 'Miramar' en tres sustratos: S1, vermicomposta + arena, en proporción 1:1 (v:v) + micro nutrientes quelatizados; S2, vermicomposta + arena, sin micro nutrientes; y el testigo S3, arena + solución nutritiva inorgánica. Obteniendo el mayor rendimiento en el tratamiento S3 con 279.3 t ha<sup>-1</sup>, seguido del Miramar en el mismo sustrato con 238.3 t ha<sup>-1</sup>. Este resultado para rendimiento es mayor al experimento presente ya que con el T3 (100 % Steiner) se obtuvieron 82.890 t ha<sup>-1</sup>, y una media de 74.327 t ha<sup>-1</sup>. Lo anterior puede ser debido también a la evaluación de diferente material genético, en los experimentos.

Aguilar (2017), al evaluar diferentes porcentajes de compost en sus tratamientos utilizado como testigo SNS en tomate tipo saladette, reporta de 21.72 t ha<sup>-1</sup>. para rendimiento con el testigo, este resultado es menor al obtenido en el presente trabajo. Lo anterior puede ser debido a la a la diferencia de racimos evaluados en cada experimento.

#### **4.6 Diámetro ecuatorial**

Para la variable Diámetro Ecuatorial, el análisis estadístico, mostro diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que mostro mayor diámetro ecuatorial T<sub>2</sub> (80% Steiner) con 3.96 cm, seguido por los tratamientos T<sub>1</sub> (60% Steiner) con 3.83 cm, T<sub>3</sub> (100% Steiner) con 3.80 cm los cuales fueron estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento que obtuvo menor diámetro ecuatorial fue T<sub>4</sub> (Te dé vermicompost)

con 3.59 cm. El promedio general de diámetro ecuatorial fue de 3.79 cm, de acuerdo con el cuadro 6.

González *et al.*, (2016) evaluó la producción y calidad fitoquímica de frutos de tomate producidos en diferentes sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero. Los tratamientos aplicados (sustratos orgánicos) fueron: T1 (80% Arena + 20% Vermicompost); T2 (90% Arena + 10% Compost); T3 Testigo con solución Steiner (80% Arena + 20% Perlita); T4 (80% Arena + 5% Suelo + 15% Te de Vermicompost); T5 (85% Arena + 15% Estiércol Solarizado) y T6 (80% Arena + 5% Suelo + 15% Estiércol Solarizado). ecuatorial (4.1-4.7 cm, este resultado es diferente al obtenido en el presente trabajo.

Los resultados reportados por Preciado *et al.*, (2011) al evaluar diferentes porcentajes de SNS en tomate tipo saladette indican que obtuvo un diámetro ecuatorial de 5.52 cm, el cual es mayor al diámetro obtenido en el presente trabajo.

**Cuadro 6.** Variables de calidad de fruto, Diámetro Ecuatorial (DE), Diámetro Polar (DP), Grado Brix (GB) y Espesor de Pulpa (EP) resultados de la evaluación de tomate en invernadero con diferentes porcentajes de Steiner. **UAAAN U.L-2017.**

| TRATAMIENTO                     | DE(cm) | DP(cm) | EP(mm) | °BRIX  |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| T1(60% Steiner)                 | 3.83 a | 5.41 a | 3.90 a | 3.70 a |
| T2(80% Steiner)                 | 3.96 a | 5.40 a | 3.70 a | 3.70 a |
| T3(100% Steiner)                | 3.80 a | 5.18 a | 3.70 a | 3.62 a |
| T4-testigo (Te dé Vermicompost) | 3.59 b | 4.7 b  | 3.60 a | 3.94 a |

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

#### **4.7 Diámetro polar**

Para la variable Diámetro Polar, el análisis estadístico mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que mostró mayor diámetro polar T1 (60% Steiner) con 5.41 cm, seguidos de los tratamientos T2(80% Steiner) con 5.40 cm, T3(100% Steiner) con 5.18 cm, y el tratamiento que obtuvo menor diámetro polar T4(Te dé vermicompost) con 4.7 cm, el promedio general fue de 5.17 cm, de acuerdo con el cuadro 6.

Estos resultados difieren en los obtenidos por Preciado *et al.*, (2011) al evaluar tomate tipo saladette con diferentes porcentajes de SNS obteniendo un promedio de diámetro polar de 6 cm, valor similar al reportado en el presente trabajo.

Hernández., (2016) al evaluar diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato y utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette, obtuvo un diámetro polar de 5.16 cm en la SNS, este resultado es similar al obtenido en el presente trabajo.

#### **4.8 Grados Brix**

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas para la variable Grados °Brix, entre los tratamientos.

Sin embargo, numéricamente, el tratamiento que sobresalió fue el T4 (te dé vermicompost) con 3.94 °Brix, y los tratamientos con SNS obtuvieron menor valor, el T2 (80% Steiner) con 3.70 °Brix, T1 (60% Steiner) con 3.70 °Brix, y T1 (100% Steiner) con 3.62 °Brix. El promedio general fue de 3.74 °Brix, de acuerdo con el cuadro 6.



Preciado *et al.*, (2011) señala que, para ser considerado tomate fresco de buena calidad, debe contener 4.0 a 5.5 °Brix. En el presente trabajo se alcanzó un promedio general de 3.74 °Brix el cual está fuera del rango de calidad.

Aguilar (2017) al evaluar diferentes porcentajes de compost en el sustrato y utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette obtuvo de 3.7 °Brix, en la SNS, este resultado es similar al obtenido en el presente trabajo.

#### **4.10 Grosor de Pulpa**

El análisis estadístico no mostró diferencias significativas para la variable número de lóculos, entre los tratamientos.

Sin embargo, numéricamente el tratamiento que sobresalió en espesor de pulpa fue T1 (60% Steiner) con 3.90 mm, y el de que obtuvo el menor espesor de pulpa fue T4 (Te dé vermicompost) con 3.60 mm, según el cuadro 6.

Los resultados obtenidos por Aquino (2014), al evaluar diferentes porcentajes de solución nutritiva Steiner en un experimento de tomate tipo bola donde reporta una media de 1.27 mm, mientras que en el presente trabajo la media fue de 3.72 mm; cabe destacar que el tomate bola por genética, es de mayor tamaño que el tomate saladette, este factor influye en la diferencia de resultados presentados por ambos trabajos.

#### **4.11 Peso fresco total**

El análisis estadístico mostró diferencias significativas para la variable peso fresco de planta, entre los tratamientos.

Sin embargo, numéricamente el tratamiento que sobresalió fue T<sub>1</sub> (60% Steiner) con 317.20 g y el que obtuvo el menor peso fresco fue el T<sub>4</sub> (Te dé

vermicompost) con 2.39 g, el promedio general fue de 284.72 g, según el cuadro 7.

Martínez (2016) quien evaluó el comportamiento de variables agronómicas en tomate cherry en función de diferentes fuentes de potasio, se utilizó la variedad "colusus" de la casa comercial Rijk Zwaan. Se evaluaron 3 diferentes fuentes potásicas a diferentes concentraciones: 1)  $\text{KN0}_3$  a (90%, 100%, 110%), KCL a (90%, 100%, 110%) y  $\text{K}_2\text{SO}_4$  a (90%, 100%, 110%) y un testigo de SN (SN + 110%  $\text{KN0}_3$ ) Donde el testigo obtuvo un valor de 367.96 g. este resultado es similar al obtenido en el presente trabajo.

**Cuadro 7.** Peso fresco de planta, peso de raíz y total de peso, resultados de la evaluación de tomate en invernadero con diferentes porcentajes de Steiner **UAAAN UL-2017.**

| TRATAMIENTO                           | PFP (g)  | PFR(g) | TOTAL(g) |
|---------------------------------------|----------|--------|----------|
| T1 (60% Steiner)                      | 317.20 a | 4.00 a | 321.2 a  |
| T2 (80% Steiner)                      | 289.60 a | 4.2 a  | 293.3 b  |
| T3(100%Steiner)                       | 281.70 a | 2.90 b | 284.6 b  |
| T4-Testigo (Te<br>dé<br>Vermicompost) | 237.10 a | 2.70 b | 239.8 b  |

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

#### 4.12 Peso seco total

Para la variable del peso seco total (g) el análisis estadístico presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que presentó mayor peso seco total es el T<sub>2</sub> (80% Steiner) con 3.61 g y el T<sub>1</sub> (60% Steiner) con 3.57 g los cuales son estadísticamente iguales. Seguidos por el T<sub>3</sub> (100% Steiner) con 3.16 g, mientras que el menor peso seco total lo obtuvo el T<sub>4</sub> (Te dé vermicompost) con 2.4 g. con un promedio general de 3.85 g. Según el cuadro 8.

Martínez (2016) quien evaluó el comportamiento de variables agronómicas en tomate cherry en función de diferentes fuentes de potasio, se utilizó la variedad "colosus" de la casa comercial Rijk Zwaan. Se evaluaron 3 diferentes fuentes potásicas a diferentes concentraciones: 1) KNO<sub>3</sub> a (90%, 100%, 110%), KCL a (90%, 100%, 110%) y K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a (90%, 100%, 110%) y un testigo de SN (SN + 110% KNO<sub>3</sub>) Donde el testigo obtuvo un valor de 84.64 g. el cual es diferente al resultado obtenido en el presente trabajo.

**Cuadro 8.** Peso seco total, resultados de la evaluación de tomate en invernadero con diferentes porcentajes de Steiner **UAAAN UL-2017.**

| TRATAMIENTO                     | PSP (g) | PSR (g) | TOTAL(g) |
|---------------------------------|---------|---------|----------|
| T1 (60% Steiner)                | 300 a   | 0.57 a  | 3.57 a   |
| T2 (80% Steiner)                | 3.00 a  | 0.61 a  | 3.61 a   |
| T3 (100% Steiner)               | 2.70 b  | 0.46 c  | 3.16 b   |
| T4-Testigo (Te dé Vermicompost) | 2.10 b  | 0.30 c  | 2.4 c    |

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

## 5. CONCLUSION

De acuerdo con los resultados del análisis estadístico las variables que presentaron diferencia significativa entre los tratamientos fueron, peso por fruto, peso total de fruto, rendimiento por hectárea, diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso fresco y peso seco.

En las variables peso por fruto, peso total de frutos y rendimiento, los mejores resultados se obtuvieron con el T<sub>3</sub> (100% Steiner), para las variables altura de planta, diámetro polar y peso fresco total sobresale el T<sub>1</sub> (60% Steiner) y en las variables diámetro ecuatorial y peso seco fue mejor el T<sub>2</sub> (80% Steiner).

Para el resto de las variables no se determinó diferencia significativa, sin embargo, los resultados muestran valores numéricos diferentes entre los tratamientos en lo que respecta a grados Brix el T<sub>4</sub> (Te dé vermicompost) con 3.94 °B y para el grosor de pulpa T<sub>1</sub> (60 % Steiner) con 3.90 mm.

Se puede observar que los T<sub>1</sub> (60% Steiner), T<sub>2</sub> (80% Steiner) Y T<sub>3</sub> (100% Steiner) fueron estadísticamente iguales para las variables: peso por fruto, peso total de fruto y rendimiento.

Por lo cual se puede concluir que la producción se mantiene utilizando el 60 o el 80% de la Solución Nutritiva Steiner, obteniendo los mismos resultados y así proteger el ambiente al utilizar menor cantidad de agroquímicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abad, M. Noruega, M. 200. Los sustratos en cultivos sin suelo, e manual de cultivos sin efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum mill*) bajo condiciones de invernadero Ra Ximhai Vol.6. Número 3, septiembre – diciembre 2010 345 suelo. Urrestarazu Gavilan, M. (ed). Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Alemaria, España 137-182 p.
- Abad, B., M.; Noruega, M. P.; y Carrión, B. C.; 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo, pp. 115 y 116 *En: tratado de cultivos sin suelo de Urrestarazu, 3ª ED.*, editorial mundi-prensa, Madrid, España.
- Adams, P. 2004, Aspectos de la nutrición mineral en cultivos sin suelo en relación al suelo, p.85, *En: tratado de cultivos sin suelo de Urrestarazu, 3ª ED.*, editorial mundi-prensa, Madrid, España.
- Aguilar V., L. 2017. Evaluacion de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum l*) con porcentajes de compost en el sustrato. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México, 85 p.
- Albaho M., N. Bhat, H. A. Rezaq and B. Thomas (2009) Effect of three different substrates on growth and yield of two cultivars of *Capsicum annum*. *European Journal of Scientific Research* 28:227-233.
- Alcántara Trejo J.,L,(2014). Producción orgánica de tomate (*lycopersicon esculentum Mill*) bajo diferentes dosis de compost, como sustrato en invernadero. Torreón Coahuila México. Tesis de licenciatura, UAAAN UL. División de carreras agronómicas. Páginas 1,2.
- Alcantar, G., G y M. Sandoval V. 1999. Manual de análisis químico vegetal, publicación especial 10. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Chapingo México.

- Ascencio, A., A.;Lopez, B.A.;Borrego, E.,F;Rodriguez,H;S;A; Flores.,O.,A., Jimenez,D.,F.,Gamez,V.,A.,J.2008 Marchitez bascular del tomate: Presencia de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen en Culiacán, Sinaloa, México, revista mexicana de fitopatología, julio-diciembre, pp. 114-120. Pag. Consultadas 117.
- Babbit., S., 2016., Plagas y enfermedades del tomate, pp 23.
- Benítez, V. 1999. Calidad de semilla de jitomate en función de los estados de madurez del fruto y los métodos de extracción. Tesis M. C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 104-105 pp.
- Burnt A.C. (1988). Los medios de comunicación y mezclas para cultivadas en contenedor., Londres, 309 pp.
- Burgueño, H. 1996. La fertiirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico, Vol. 2, 3ª ED. Burrsag, Culiacán Sinaloa, México, pp.6, 8, 23 y 38.
- Cadahia, L.C., 1998. Fertiirrigación cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-prensa. Pp. 475.
- Carbajal, M., A. Cerda y V. Martínez, 2000. Modificaction of the response of saline stressed tomato plants by the correition of catondisordes plan growth regulation 30:1 pp 37-47 M/CSIC/ctr edafol & Biol aplicada segura Dep. F& Nutr vegetal/POB 4195/Murcia, Spain.
- Castellanos, J., Z Y Vargas, T. P. 2003. El uso de sustratos en la horticultura bajo invernadero p. 130 *en*: Muñoz y Castellanos (Ed), Manual de producción Hortícola en invernadero, INCAPA, México.
- Chamarro, I. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta.pp. 43-57 en I Nuez (Ed) el cultivo de tomate. Editorial mundi-prensa-México.
- COPRUFO. (2011). Agenda tecnológica de investigación y transferencia de tecnología agropecuaria del estado de Coahuila (en linea). Consulta: 12/10/2016. Disponible en [www.cofupro.org.mx/c](http://www.cofupro.org.mx/c)

- Corominas, J. 1990. Breve Diccionario Etimológico de la Lengua Castellana. Ed. Gredos. Madrid, España.
- Cuellar, V. P. M., Geografía del estado de Coahuila, biblioteca de la Universidad Autónoma de Coahuila, Vol. 7 Saltillo, Coahuila, México.
- Desai, B. Kotecho, M. y Salunkhe, D. 1997. Seeds handbook. Biology, production, processing and storage. Ed Marcel Dekker. New York, U.S.A. the composition of nutrient solutions for hydroponic cropping: practical use. Acta Hort. 627 p.
- Díaz, S. F. R. 2005. Los sustratos y la nutrición vegetal, *En*: congreso Nacional de nutrición de Cultivos, Sociedad Mexicana de Nutrición Vegetal, pp. 18 y 19.
- Escalona, C. V., A; monardes, M.P.; hernan, U., Z; martin, B., C., A., 2001. Manual de cultivo de tomate (*lycopersicon esculentum* mil.) facultad de agrónomicas universidade de chile nodo hortícola VI región onnova chile corfo paginas 60. Pag. Consultada 5.
- Fernández, R. E. J., Camacho, F. F. y Ricardez, S. M., 2004. Tomates, producción y comercio (15), Ediciones de Horticultura, S. I., Barcelona, España, p. 35.
- Flaño. (2015). Producción de tomate en invernadero en México (en línea). Fecha de consulta 23 de septiembre del 2016. Disponible en [www.copproctetion.es./documentos/Compostaje/sustratos-para-viveros.pdf](http://www.copproctetion.es./documentos/Compostaje/sustratos-para-viveros.pdf).
- Garza López, J (1985). Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Dpto. De fitotecnia, UACH. Chapingo, México, p.4.
- George, R. 1989. Producción de semillas hortícolas. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 173, 213-238 pp.
- George, R. 1999. Vegetable seed production. 2nd edition; CABI Publishing.UK at the at the University Press, Cambridge.328 p.

- Gil, V. y Miranda, I., 2000. Producción de tomate rojo en hidroponía bajo invernadero, serie de publicaciones AGRIBOT, Universidad Autónoma De Chapingo, México, pp. 19, 24, y 29.
- Hartman, J. 2003. Sustratos t tecnología de almacigo. In. Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. San José, Costa Rica. 25.
- Haro, G. A., El Tomate, [En línea]. [México]: <http://www.pulevasalud.com/subcategoria.jhtm?ID>
- Hernandez A., J.L. 2016. Evaluacion de la producción y calidad de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L) con porcentajes de vermicompost en el sustrato. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, Mexico. 98 p.
- Huerres, P. Caraballo, N. 1988. Horticultura. Ed. Pueblo y educación. La Habana, Cuba. 4- 16 pp.
- Jaramillo, N. J., rodriguez, V., P., guzman. M., A., Zapata M., A., 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*lycopersicon esculentum* mil.) boletín técnico 21 (CORPOICA) centro de inetigacion la selva rionegro, paginas 48, Antioquia, Colombia, pag. Consultada 27 y 30.
- Jensen, M. 2001. Producción hidropónica en invernadero, Boletín informativo N°. 12, entro de investigación de Hidroponía y Nutrición Mineral, Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, E.E.U.U.
- Lara, H. A., 2000. Manejo de solución nutritiva en la producción de tomate Hidropónico, Terra Vol. 17:3, pp. 221-229.
- Lazcano C. and J. Domínguez (2010) Effects of vermicompost as a potting amendment of two commercially-grown ornamental plant species. Spanish Journal of Agricultural Research 8:1260-1270.



- Madhavi, D. L. y Salunke, D. K., 2004. El Tomate, pp. 171-179 *En*: Salunke y Kadam, Tratado de ciencia y tecnología de las hortalizas, 1ª ED. Editorial Acribia, S. A., Zaragoza
- Montes, S.; Aguirre, J.R. 1992. Tomate de cascara (*Physalis philadelphica*). *En*: Hernández, J.E.; León, J. (Eds.) Cultivos marginados. Otra perspectiva de 1492. FAO, Roma: 115-120 pp.
- Muñoz, R., J. J., y Cstellanos, J. Z. 2003. Formulaciones de la solución nutritiva, P. 157 *En*: Muñoz y Castellanos (ED), Manual de producción Hortícola en Invernadero. INACAPA. México.
- Nuez, F. A., Rodríguez, J., Tello, J. Cuartero, B. Segura. 1995. El cultivo del tomate. Editorial Mundi Prensa. España. 125 p.
- Resh, H., 2001. Cultivos hidropónicos, 5ª ED., Mundi-Prensa, Madrid, España, pp. 41, 42, 43, y 67.
- Rick, C. M. 1978. The tomato. *Sci. Amer.*, 239: 67-76 pp.
- Rodríguez, R. Tavarez, R. y Medina, J. 1984. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 206 p.
- Sanchez, C.F., E., 1988. Un sistema de producción de plantas. Hidroponía, principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma Chapingo. 194p.
- Salunkhe, D. Kadam, S. 1998. Handbook of vegetable science and technology: production, composition, storage, and processing. Marcel Dekker. New York. 721 p.
- Preciado, R., Fortis, H. M., García, H. J.L., Rueda, P. E., Esparza, R.J.R., Lara, H. A., Segura, C. M. A. Y Orozco, V.J. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero, Instituto Tecnológico de Torreón, México.

Samperio, R. G., Un paso más en la hidroponía, 1ª ED. Editorial Diana, México, DF., pp. 57, 58 y 65.

Urrestarazu, G. M., 2004. Bases y sistemas de los cultivos sin suelo *En:*

Tratado de los cultivos sin suelo, 3ª ED, Mundi-Prensa, Madrid, España, P. 18.

Valadéz, L. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México. 248 p.

Velasco, H., E.; Nieto, A., R.; Navarro, L., E., R. 2011. Cultivo de tomate en hidroponía e invernadero. (Ed.) Mundi-Prensa México. Edición tercera, universidad autónoma de Chapingo. México, Pp. 126 Pag. Consultada 15.

Von Haeff, J. N. M. 1983. Manuales para educación agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), Editorial Trillas, D.F., México: 9-53 pp.

Steiner AA (1966) The Influence of the Chemical Composition of a Nutrient Solution on the Production of Tomato Plants. *Plant Soil*. 24: 434-466.