

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**



Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost.

Por:

**AMADOR MÉNDEZ PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2019

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

Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost.

Por:

**AMADOR MÉNDEZ PÉREZ**

TESIS

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

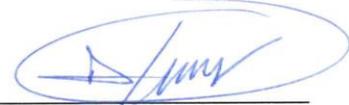
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

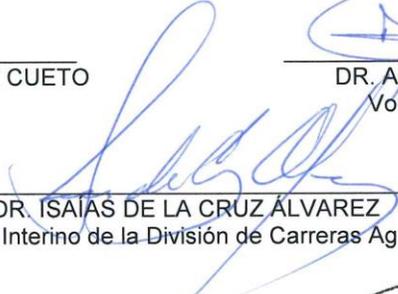
Aprobada por:

  
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL  
Presidente

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS  
Vocal

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
Vocal

  
DR. ALFREDO OGAZ  
Vocal Suplente

  
DR. ISAIAS DE LA CRUZ ÁLVAREZ  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2019



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**  
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

Producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost.

Por:

**AMADOR MÉNDEZ PÉREZ**

TESIS

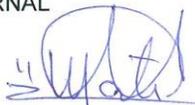
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

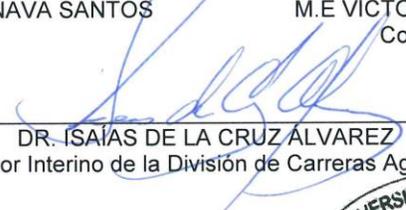
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL  
Asesor Principal

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS  
Coasesor

  
M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
Coasesor

  
DR. ISAÍAS DE LA CRUZ ALVAREZ  
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México  
Diciembre 2019



## **AGRADECIMIENTO**

**A Dios** por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por darme las fuerzas necesarias en los momentos de difíciles cuando mas no podía y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

**A mis Padres** AMADOR MÉNDEZ SOLIS Y SILVIA PÉREZ SANTIS por el apoyo que me brindaron en todo momento, por los valores que me han inculcado desde pequeño, por todos los consejos que me dan y por haberme dado la oportunidad de tener una excelente educación.

**A mi “ALMA TERRA MATER”** por abrirme sus puertas y poder prepararme como un profesionista y por todos los momentos vividos durante mi estancia dentro de sus instalaciones **UAAAN-UL**.

**A mis asesores**, M.C. Francisca Sánchez Bernal, ING. Juan Manuel Nava Santos, M.E. Víctor Martínez Cueto y al Dr. Alfredo Ogaz. Por la confianza, apoyo, dedicación, tiempo y por haberme compartido de sus conocimientos a lo largo de mi formación.

**A mis amigos** (Alex, Rene, Alexander, Victorio,) por su amistad que me brindaron y por todos los momentos felices que pasamos.

## DEDICATORIA

**A mis padres** AMADOR MÉNDEZ SOLÍS y SILVIA PÉREZ SANTIS por ser siempre el pilar fundamental, tanto en mi educación académica como de la vida y por su incondicional apoyo que me han brindado día con día.

**A mis hermanos** Rodolfo, Galileo, Adi, Enoc, Braulio y Arnoldo por ser parte importante de mi vida, por el apoyo, consejos y momentos de alegría que me han brindado en mi vida.

**A mis cuñadas** Gaby, Rosy, Ari, Cielo **y a mi cuñado** Hernán por todos los consejos y momentos de felicidad que me han regalado.

**A Brendis** por ser una persona especial y el apoyo incondicional que me ha brindado.

**Todo este trabajo ha sido posible a ellos muchas gracias “dios me los bendiga siempre”**

## RESUMEN

En el cultivo de tomate los aspectos de mayor importancia es la nutrición para obtener frutos de calidad. El Té de vermicompost es de alta calidad ya que los nutrientes son absorbidos y permite suprimir enfermedades en los cultivos. El objetivo de este trabajo de investigación fue determinar el porcentaje de Solución nutritiva Steiner más Té de vermicompost que mantiene el rendimiento y calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero en comparación con el testigo. Los tratamientos evaluados fueron distribuidos en un diseño completamente al azar: T<sub>1</sub> (Testigo) Solución nutritiva Steiner 100%; T<sub>2</sub> Solución nutritiva Steiner 60% + Té de vermicompost; T<sub>3</sub> Solución nutritiva Steiner 40% + Té de vermicompost; T<sub>4</sub> Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost. Las variables que se evaluaron fueron: 1) altura de planta, 2) peso fresco y seco (raíz, tallo y hoja), 3) número de frutos, y 4) calidad de fruto (peso, largo, diámetro polar y ecuatorial, grosor de pulpa y sólidos solubles totales) y rendimiento. El análisis de varianza mostro diferencia significativa entre tratamientos para las variables altura de planta, número de fruto, rendimiento y peso fresco de tallo sobresaliendo el testigo 100% de Solución Nutritiva Steiner y 60% de la Solución Nutritiva Steiner + Té de vermicompost. Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencia significativa para el rendimiento entre los tratamientos, sobresaliendo el T<sub>1</sub> (Testigo) (Solución nutritiva Steiner al 100%) y T<sub>2</sub> (Solución nutritiva Steiner al 60% + Té de vermicompost) que fueron estadísticamente iguales con 67.79 y 63.36 ton ha<sup>-1</sup>, respectivamente. En referencia a las variables Solidos solubles totales, grosor de pulpa, diámetro ecuatorial y polar, peso fresco (raíz, hoja) y peso seco (raíz, tallo y hoja) no se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Por lo anterior se puede concluir que la solución nutritiva Steiner al 60%+ Té de vermicompost es una opción viable para la producción de tomate en invernadero, disminuyendo costo de producción y conservando la calidad y rendimiento del cultivo igual que la solución nutritiva Steiner al 100%.

**Palabras claves:** Té de vermicompost, Tomate, Rendimiento, Calidad, Invernadero.

## INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	i
DEDICATORIA.....	ii
RESUMEN .....	iii
INDICE DE APENDICE .....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivo .....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Generalidades del tomate .....	4
2.2. Origen e importancia .....	4
2.3. Clasificación taxonómica.....	5
2.4. Descripción morfológica del tomate .....	5
2.4.1. Plantas determinadas .....	6
2.4.2. Plantas indeterminadas .....	6
2.5. Morfología de la planta .....	6
2.5.1. Raíz .....	6

2.5.2.	Tallo .....	7
2.5.3.	Hoja.....	7
2.5.4.	Flor.....	7
2.5.5.	Fruto .....	8
2.5.6.	Semilla .....	8
2.6.	Requerimientos del cultivo .....	9
2.6.1.	Temperatura.....	9
2.6.2.	Luminosidad .....	9
2.6.3.	Humedad relativa .....	10
2.6.4.	Riego .....	10
2.6.5.	Suelo .....	11
2.7.	Plagas y enfermedades del tomate .....	12
2.7.1.	Minador de la hoja ( <i>Liriomyza pusilla meig.</i> ) .....	12
2.7.2.	Mosca blanca ( <i>Bemisia tabaci</i> ) .....	12
2.7.3.	Marchitez vascular ( <i>Fusarium oxysporum</i> ) .....	13
2.7.4.	Tizón temprano ( <i>Alternaria solani</i> ) .....	13
2.7.5.	Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ) .....	13
2.8.	Uso de fertilizantes inorgánicos en cultivos agrícolas .....	13
2.9.	Solución nutritiva .....	14
2.9.1.	Concentración iónica total .....	15
2.9.2.	Relación mutua entre aniones .....	17
2.9.4.	El pH de la solución nutritiva .....	21

2.10. Fertilizantes orgánicos.....	22
2.10.1. Lixiviado de vermicompost.....	22
2.10.2. Té de compost.....	23
2.10.3. Té de vermicompost.....	24
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>25</b>
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera.....	25
3.2. Características del invernadero.....	25
3.3. Diseño experimental.....	26
3.4. Material vegetativo.....	26
3.5. Siembra en charolas.....	26
3.6. Llenado de macetas.....	27
3.7. Transplante.....	27
3.8. Elaboracion de solución nutritiva.....	27
3.9. Manejo del cultivo.....	28
3.9.1. Tutorado.....	28
3.9.2. Poda de hojas senescentes y brotes auxiliares.....	28
3.9.3. Polinización.....	29
3.9.4. Control de plagas y enfermedades.....	29
3.9.5. Riego.....	30
3.9.6. Cosecha.....	30
3.10. Variables evaluadas.....	30

3.10.1. Altura de planta .....	31
3.10.2. Peso del fruto .....	31
3.10.3. Diámetro polar .....	31
3.10.4. Diámetro ecuatorial del fruto .....	31
3.10.5. Grosor de pulpa .....	31
3.10.6. Sólidos solubles (° Brix) .....	31
3.10.7. Peso fresco y Peso seco .....	32
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>33</b>
4.1. Altura de planta .....	33
4.2. Peso de fruto .....	35
4.3. Diámetro polar .....	36
4.4. Diámetro ecuatorial .....	38
4.5. Grosor de pulpa.....	39
4.6. Solidos solubles total (Grados Brix).....	41
4.7. Numero de frutos .....	43
4.8. Peso fresco de hoja, raíz y tallo .....	45
4.8.1. Peso fresco de hoja.....	45
4.8.2. Peso fresco de raíz .....	46
4.8.3. Peso fresco de tallo .....	46
4.9. Peso seco de hoja, raíz y tallo .....	47
4.9.1. Peso seco de hoja .....	47

4.9.2. Peso seco de raíz.....	48
4.9.3. Peso seco de tallo .....	48
4.10. Rendimiento .....	49
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. LITERATURA CITADA.....	53

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro1. Porcentajes mínimos y máximos que pueden presentar los aniones y cationes con respecto al total en las soluciones nutritivas, sin que estén en los límites fisiológicos o de precipitación.....</b>	<b>20</b>
<b>Cuadro 2. Fórmula original de Solución nutritiva Steiner. ....</b>	<b>27</b>
<b>Cuadro 3. Fertilizantes utilizados para la preparación de Solución nutritiva Steiner en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.) en invernadero en ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2019. ....</b>	<b>28</b>
<b>Cuadro 4. Productos utilizados para el control de plagas en la evaluación de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2019. ....</b>	<b>30</b>
<b>Cuadro 5. Altura de planta (cm) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019. ....</b>	<b>34</b>
<b>Cuadro 6. Peso de fruto (g) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>36</b>
<b>Cuadro 7. Diámetro polar (cm) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución</b>	

Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....	37
Cuadro 8. Diámetro ecuatorial (cm) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019 .....	39
Cuadro 9. Grosor de pulpa (cm) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019 .....	40
Cuadro 10. Sólidos solubles (Grados Brix) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019 .....	42
Cuadro 11. Numero de frutos, resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....	44
Cuadro 12. Peso fresco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019 .....	45
Cuadro 13. Peso seco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la producción de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con	

porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019 .....	47
<b>Cuadro 14. Rendimiento (kg/m<sup>2</sup>), (ton ha<sup>-1</sup>) resultado de la producción de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019 .....</b>	<b>50</b>

## INDICE DE APENDICE

<b>Cuadro A 1. Cuadrados medios de significancia solidos solubles (°Brix) del fruto de tomate resultado de la evaluación de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>64</b>
<b>Cuadro A 2. Cuadrados medios de significancia de diámetro polar de fruto resultado de la evaluación de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019. ....</b>	<b>64</b>
<b>Cuadro A 3. Cuadrados medios de significancia de diámetro ecuatorial de fruto (cm) resultado de la evaluación de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019. ....</b>	<b>65</b>
<b>Cuadro A 4. Medios de significancia de grosor de pulpa de fruto (cm) resultado de la evaluación de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>65</b>
<b>Cuadro A 5. Medios de significancia de peso de fruto (gr) resultado de la evaluación de tomate (Solanum lycopersicum L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>66</b>

<b>Cuadro A 6. Medios de significancia de número de fruto resultado de la evaluación de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>66</b>
<b>Cuadro A 7. Medios de significancia de peso fresco de hoja (g) resultado de la evaluación de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) tipo saladette variedad estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>67</b>
<b>Cuadro A 8. Medios de significancia de peso fresco de raíz (g) resultado de la evaluación de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>67</b>
<b>Cuadro A 9. Medios de significancia de peso fresco de tallo (g) resultado de la evaluación de tomate (<i>Solanum lycopersicum</i> L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.....</b>	<b>67</b>

## I. INTRODUCCIÓN

La nutrición constituye uno de los principales factores que limitan la producción agrícola pues los cultivos absorben sólo una fracción del fertilizante aplicado que oscila entre 10 y 60% (Peña *et al.*, 2002). Los fertilizantes proveen nutrientes que los cultivos necesitan y pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad (FAO 2016).

Steiner (1961) desarrolló un método para calcular una fórmula para la composición de una Solución nutritiva, la cual satisface ciertos requerimientos. Steiner (1968, 1984) elaboró una solución nutritiva universal, que se distingue por sus relaciones mutuas entre aniones y cationes, expresadas en por ciento del total de mM·L<sup>-1</sup>. 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.

Para elaboración de las Soluciones nutritivas se requieren fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que provoca incremento de costos de producción (Muñoz, 2004).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos, disminuir costos de los fertilizantes inorgánicos es la utilización de algunos materiales como el Té de vermicompost (Jarecki *et al.*, 2005).

La agricultura orgánica ha demostrado que es una de las opciones más prometedoras para la producción agroalimentaria nacional e internacional y sustentablemente rentable. Este tipo de agricultura permite aplicar prácticas tradicionales y sistemas de producción innovadoras que consisten en el uso de abonos orgánicos (Jaime *et al.*, 2012).

Cruz *et al.*, (2015) señalan que uno de los aspectos de mayor importancia en la producción de hortalizas en invernadero es la nutrición que deben recibir durante el ciclo de cultivo para obtener frutos de calidad, por lo que numerosas soluciones nutritivas se han formulado para evaluar el crecimiento, desarrollo, comportamiento y absorción de nutrientes en diferentes cultivos.

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más cultivada y consumida a nivel mundial en el 2014, la cosecha de tomate fue de 5.0 millones de ha. teniendo un rendimiento promedio de 34 ton ha<sup>-1</sup>. En el que 54.5 por ciento de la superficie cosechada de tomate se concentró en cuatro países: China (19.8 por ciento), India (18.8 por ciento), Nigeria (10.8 por ciento) y Turquía (6.4 por ciento). México ocupa la décima posición mundial, con el 1.9 por ciento de la superficie cosechada de esta hortaliza (FIRA, 2017).

### **1.1. Objetivo**

Determinar el porcentaje de Solución nutritiva Steiner más té de vermicompost que mantiene el rendimiento y calidad de tomate en invernadero en comparación con el testigo.

### **1.2. Hipótesis**

El porcentaje 40% de la Solución nutritiva Steiner más té de vermicompost iguala en calidad y rendimiento al Testigo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del tomate

El tomate es la hortaliza más importante, ya que tiene una alta adaptación y por constituir una fuente de ingresos en el comercio de productos comestibles frescos e industrializados, además de contener un alto valor nutritivo (Cásseres, 1984).

Estimaciones de la FAO indican que el tomate es la hortaliza más cultivada e importante en el mundo, siendo el consumo fresco e industria los dos principales destinos de producción, alcanzando en 2013; 4,7 millones de hectáreas (ha) y una producción de 164 millones de toneladas (ton) (SIAP,2017).

### 2.2. Origen e importancia

El tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), pertenece a la familia de las solanáceas, es una hortaliza que se originó en América del sur principalmente en las zonas andinas de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México (SIAP, 2017).

México es el principal exportador a nivel internacional, enviando el producto a Estados Unidos de América y Canadá en el 2016 la superficie cosechada fue de 4,782,753 hectáreas, con un rendimiento promedio de 37 ton/ha, en el ciclo Primavera-verano 2016, el 44.2 por ciento de la producción se concentró en cuatro entidades: San Luis Potosí (16.3 por ciento), Baja California (9.9 por ciento), Zacatecas (9.2 por ciento) y Michoacán (8.8 por ciento). (FIRA, 2017).

El cultivo del tomate es de gran importancia, ya que corresponde al 70% de los cultivos que se producen bajo condiciones protegidas en México (Juárez *et al.*, 2015).

Medellín y Morales (2012) mencionan la taxonomía del jitomate.

### **2.3. Clasificación taxonómica**

Reino: *Plantae*

Subreino: Trachobiota

División: *Magnoliophyta*

Subdivisión: *spermatophyta*

Clase: *magnoliopsida*

Subclase: *asteride*

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceas*

Género: *Solanum*

Especie: *lypersicum L.*

### **2.4. Descripción morfológica del tomate**

El jitomate es una planta de tipo anual, de crecimiento determinado o indeterminado (Sañudo, 2013).

### **2.4.1. Plantas determinadas**

Los tomates determinados son plantas pequeñas, compactas de porte bajo, luego florecen y dan todo su fruto. El periodo de cosecha para tomates determinados es generalmente corto, y por esta razón son buenas opciones para ser enlatados. Los tomates indeterminados continúan creciendo, floreciendo y fructificando hasta el final. Por lo tanto, la cosecha de variedades indeterminadas usualmente dura de dos a tres meses. La producción de fruto generalmente es mayor que tomates determinados, pero usualmente tardan más en madurar. Las plantas de los tomates indeterminados son altas, de crecimiento rastroso que producen bien cuando se soportan con tutores o una reja de alambre alta (Campaña, 2008).

### **2.4.2. Plantas indeterminadas**

La planta produce de 7 a 10 hojas y una inflorescencia, después 3 hojas y una segunda inflorescencia y así indefinidamente (Blancard *et al.*, 2011).

## **2.5. Morfología de la planta**

### **2.5.1. Raíz**

La raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad, cuando la planta se propaga mediante trasplante, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales (Grajales y Sánchez, 1997).

### **2.5.2. Tallo**

En los primeros estadios de crecimiento el tallo es frágil, herbáceo y pubescente, luego se convierte en decumbente, semileñoso, con pelos glandulares. Durante el primer período de desarrollo se mantiene en posición erecta y luego el propio peso lo hace recostarse sobre el suelo. Hasta la aparición de la primera inflorescencia la ramificación es monopodial, luego la ramificación es simpodial (Molina, 2010).

### **2.5.3. Hoja**

Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo, son compuestas imparipinadas con siete a nueve folíolos, peciolados, lobulados y con borde dentado y recubiertos con pelos o tricomas glandulares (Jaramillo *et al.*, 2007).

Las primeras 2 hojas son de menor tamaño, con menos folíolos, las siguientes pueden alcanzar unos 50 cm de largo, con un folículo terminal grande y hasta 8 folículos laterales (Garza y Molina, 2008).

### **2.5.4. Flor**

Las flores son hermafroditas, 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 (Garza y Molina, 2008).

En el caso de las plantas con crecimiento determinado las inflorescencias se producen alternando con cada hoja o dos hojas, en estas plantas predomina la 25

precocidad y el porte bajo; al contrario, en las plantas de crecimiento indeterminado la alternancia es más espaciada y estas son más tardías y de porte alto. La primera inflorescencia se produce entre el 8° y el 18° nudo según el tipo de planta (Rodríguez *et al.*, 1997).

La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna está entre los 13 y 24°C y la diurna entre los 15.5°C y los 32°C, a temperaturas mayores o menores, particularmente en la noche, las flores se caerán sin dejar frutos cuajados (Muñoz, 2009).

#### **2.5.5. Fruto**

El fruto es producto comestible, es de tipo baya o plurilocular, que puede tener diferentes colores, formas y tamaños. El peso puede ser de pocos mg a 400 g o más. El color más generalizado es el rojo y la forma redondeada en los jitomates para consumo en fresco, y alargada en los industriales. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas unidas a la placenta y contenidas en una masa gelatinosa, más o menos densa, que se constituyen el contenido locular (Sañudo, 2013).

#### **2.5.6. Semilla**

La semilla del tomate es pequeña, posee un tamaño aproximado de 5 x 4 x 2 mm, estas pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda, ligeramente alargada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda. La semilla está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal, la cual está recubierta de pelos (Jaramillo *et al.*, 2007).

## **2.6. Requerimientos del cultivo**

### **2.6.1. Temperatura.**

Suanders y Coto (2008) señalan que los rangos para un desarrollo óptimo del cultivo oscilan entre los 28 – 30°C durante el día y 15 – 18 °C durante la noche. Temperaturas de más de 35°C y menos de 10°C durante la floración provocan caída de flor y limitan el cuajado del fruto, aunque existen materiales genéticos que cuajan a altas temperaturas.

Inca (2006) menciona que la temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 1 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30 - 35°C, afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12 – 15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

### **2.6.2. Luminosidad**

Carrillo *et al.* (2007) mencionan que los valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

Corpeño (2004) señala que la luz solar es un pre-requisito para el crecimiento de la planta. El crecimiento es producido por el proceso de fotosíntesis, el cual se da sólo cuando la luz es absorbida por la clorofila (pigmento verde) en las partes verdes de la planta mayormente ubicadas en las hojas. El tomate es un cultivo que

no lo afecta el fotoperiodo o largo del día, sus necesidades de luz oscilan entre las 8 y 16 horas; aunque requiere buena iluminación. Los días soleados y sin interferencia de nube, estimulan el crecimiento y desarrollo normal del cultivo.

### **2.6.3. Humedad relativa**

Garza y Velásquez (2008) señalan que el control de la humedad relativa es de suma importancia y la óptima se encuentra entre el 50 y 60%. Si la humedad relativa es menor puede haber aborto de flores y si es superior a la óptima se incrementa la probabilidad de presentarse problemas por enfermedades causadas por hongos y bacterias.

Raúl y Ortega (2010) mencionan que la humedad relativa óptima oscila entre un 60% y 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor.

### **2.6.4. Riego**

El riego agrícola como técnica o práctica de producción se puede definir como la aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona radical para que las plantas rindan a la máxima producción. Se considera que un

buen riego no es el que moja uniformemente la superficie del suelo, sino aquel que moja adecuadamente el perfil del suelo donde se encuentra la totalidad de las raíces (Jaramillo *et al.*, 2011).

La cantidad de agua a aplicar al cultivo de tomate dependerá de diferentes factores como: las condiciones climáticas del lugar, tipo de suelo, estado de desarrollo del suelo. El primer riego se debe realizar, inmediatamente después de que se trasplantan las plántulas y luego realizar riegos periódicos. Los riegos no deben de ser realizados por la tarde, debido a que la evaporación del agua aumenta la humedad relativa dentro del invernadero en las horas de la noche y la madrugada lo que conlleva a problemas de enfermedades en la planta (Jaramillo *et al.*, 2006).

#### **2.6.5. Suelo**

Estela *et al.* (2009) menciona que las condiciones extremas, de suelos muy arenosos y arcillosos (se compacta la tierra) son desaconsejables; se recomiendan suelos de textura media con tendencia a arcillosos debido a que favorecen la calidad organoléptica. Los límites de la reacción de PH oscilan entre 5,5/6-7,5/8. Para controlar mejor las enfermedades por hongos del suelo debe estar bien ventilado, trabajado y nivelado para evitar cualquier estancamiento de agua.

Arostegui (2005) señala que el tomate es poco exigente en cuanto a la naturaleza del suelo, a no ser que sea encharcadizo. La profundidad puede ser un factor limitante, sobre todo en zonas cálidas, donde la demanda requiere de un sistema radicular bien desarrollado, incluso con disposición de riego. La textura raramente es un obstáculo. Conviene evitar los suelos demasiados pesados, mal

estructurados en profundidad, con riesgo de asfixia radicular por sus consecuencias en la alimentación hídrica.

## **2.7. Plagas y enfermedades del tomate**

### **2.7.1. Minador de la hoja (*Liriomyza pusilla meig.*)**

Los adultos miden de 2 a 3 mm y son de color amarillo con el dorso oscuro.

El huevecillo eclosiona de un lapso de dos a cuatro días después de que es depositado de uno en uno en la lámina de la hoja. El estado larvario dura de 7 a 10 días y alcanza una talla de 1 a 2 mm de largo al estar totalmente desarrollada; presenta una coloración de amarillenta a parda. La pupa tarda de 8 a 15 días en eclosionar, el pupario normalmente se encuentra en el suelo, pero puede estar dentro de la hoja o en su superficie (Rosales y Nápoles, 1999).

### **2.7.2. Mosca blanca (*Bemisia tabaci*)**

Los adultos colonizan las partes jóvenes de las plantas, localizadas en el envés de la hoja. De estas emergen las primeras larvas, que son móviles. Después de fijarse pasan por tres estados larvarios y uno de pupa. Este último característico de esta especie. Los daños directos (amarillamiento y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos que para alimentarse absorben la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de neegrilla sobre la melaza producida en la alimentación; manchan deprecian los frutos y dificultan el normal crecimiento de las plantas (Fuentes *et al.*, 2006).

### **2.7.3. Marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*)**

La marchitez vascular producida por *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen es la principal enfermedad que causa problemas en el cultivo, disminuye en un 60% el rendimiento y afecta la calidad del producto. Esta enfermedad prospera en una diversidad de condiciones ambientales desde trópicos secos hasta climas templados (Ascencio *et al.*, 2008).

### **2.7.4. Tizón temprano (*Alternaria solani*)**

En las hojas más viejas de las plantas aparecen pequeñas lesiones de color oscuro. Las manchas aumentan rápidamente de tamaño y forman anillos concéntricos característicos. En el tallo las lesiones son oscuras, ligeramente deprimidas y alargadas en anillos concéntricos. La infección en el fruto, comienza en la inserción del cáliz en estado verde o maduro, los frutos se pudren y tienden a caerse (Obregón 2014).

### **2.7.5. Moho gris (*Botrytis cinerea*)**

*Botrytis cinerea*, aparece como una mancha marrón claro o amarillenta hacia el final del cáliz y a los pocos días cubre de un moho gris, de apariencia polvorosa, toda la superficie de la fruta. Este patógeno es capaz de afectar el 95% de los frutos después de 48 de cosechados (Chávez y Wang, 2004).

## **2.8. Uso de fertilizantes inorgánicos en cultivos agrícolas**

ANFFE (2015) menciona que los fertilizantes son responsables del 50% de la producción de los cultivos y por tanto de la alimentación de la mitad de la población mundial, permitiendo asegurar la productividad agrícola y su calidad

nutricional, además, la aplicación racional de fertilizantes es fundamental para evitar tener que destinar una gran superficie adicional a la agricultura.

En México, el uso de fertilizantes químicos se inició a principios del siglo pasado y la producción de los mismos en 1915, mencionando que la utilización de fertilizantes sólidos es mayor que el uso de líquidos y gases, estas se utilizan en zonas más tecnificadas, como el Bajío-Guanajuato, valle de Sinaloa y valle del Yaqui-Sonora (Peña *et al.*, 2002).

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos han permitido incrementos en rendimientos y calidad de frutos, al propiciar un ambiente poco restrictivo facilitando el crecimiento y desarrollo de especies hortícolas estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad (Fortis *et al.*, 2011).

### **2.9. Solución nutritiva**

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 micronutriente 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).

Steiner (1961) indica que para preparar una solución nutritiva de cierta composición deseada; este método plantea que la composición química de una

solución nutritiva comprende; 1) las concentraciones de los iones componentes (relación mutua de cationes y relación mutua de aniones), 2) la concentración iónica total (presión osmótica) y el pH.

### **2.9.1. Concentración iónica total**

Es una propiedad fisicoquímica de las soluciones la cual depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos (Segal, 1989).

Steiner, (1966) Menciona que la respuesta de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva del cultivo hidropónico depende de varios factores, el más importante de estos es la concentración total de iones, expresada como presión osmótica de la solución nutritiva.

Un aumento de la presión osmótica debido al incremento en contenido de nutrientes o de otros iones en la solución nutritiva provoca que la planta realice un esfuerzo mayor para absorber agua y algunos nutrientes (Asher y Edwards, 1983, Marschner, 1955) y por consiguiente un desgaste de energía metabólica.

Según Coic,(1993) 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 y del tipo de hidroponía, ya que las características químicas de la solución nutritiva se reflejan en la respuesta de las plantas, Steiner (1966) indica que la presión osmótica es considerada como el factor más importante que influye en el rendimiento de un cultivo bajo un sistema hidropónico, la presión osmótica tiene que ser menor en el verano o en los climas cálidos y mayor en el invierno o en los climas templados.

Lara (1998) en un estudio con jitomate hidropónico aplicó diversas soluciones nutritivas en diferentes etapas, entre ellas en el desarrollo de fruto: uno de los factores incluidos en las soluciones nutritivas fue el potencial osmótico de la solución nutritiva; tomó como referencia la solución nutritiva de Steiner; los niveles de potencial osmótico que consideró fueron (-0.11 y 0.071 MPa). Con la solución nutritiva con menor potencial osmótico (la solución más concentrada) se incrementó la concentración de K en hojas inferiores y superiores, de Mg en la parte superior del tallo y P en los frutos y por el contrario disminuyó la concentración de P en las hojas inferiores y en la parte inferior del tallo.

Preciado *et al.*, (2003) en el cultivo de la plántulas de melón de dos cultivares (Crusier y Gold Eagle) estudiaron el efecto de tres diferentes presiones osmóticas (0.036, 0.073 y 0.109 MPa) y tres porcentajes iniciales de dilución (25-50-100, 35-70-100 y 45-90-100), fueron 10 días de aplicación de cada porcentaje, incrementándose la concentración de la solución nutritiva universal de Steiner modificada. Se evaluó el efecto lineal e interactivo de los factores indicados; encontraron que en el híbrido Crusier, con la mayor presión osmótica se incrementó la concentración de P y de Ca, y en el híbrido Gold Eagle, también con la mayor presión osmótica se incrementaron las concentraciones de P, Ca y Mg.

Por otra parte, Villegas *et al.*, (2005) en un experimento con plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), híbrido Gabriela, en cultivo hidropónico con turba Sogemix, estudiaron tres concentraciones de Ca (30,45 y 60%) con relación al total de cationes y tres potenciales osmóticos (-0.072, -0.092 y 0.112 MPa) de la solución nutritiva. El potencial osmótico de la solución nutritiva tuvo

efectosignificativo en la concentración de nutrimentos en los órganos de la plántula. Con  $-0.112$  Mpa a  $-0.092$  Mpa se incrementó la concentración de N en raíz, tallo; Ca en hojas y Mg en tallo y hoja.

### **2.9.2. Relación mutua entre aniones**

Este concepto que introdujo Steiner en 1961, se basa en la relación mutua que existe entre los aniones  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ , y los cationes  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , con los cuales se regula la SN. Tal relación no sólo consiste en la cantidad absoluta de cada ión presente en la solución, sino en la relación cuantitativa que guardan los iones entre sí, ya que, de existir una relación inadecuada entre ellos, puede disminuir el rendimiento (Steiner, 1968).

La importancia del balance iónico comienza cuando las plantas absorben los nutrimentos de la solución nutritiva diferencialmente (Jones, 1997). La razón de esta variación se debe a las diferentes necesidades de los cultivos (especie y etapa de desarrollo) y la diversidad de condiciones ambientales. La restricción de estos rangos, además de ser de tipo fisiológico, es química, lo cual está determinado principalmente por la solubilidad de los compuestos que se forman entre  $\text{HPO}_4^{2-}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ , y  $\text{SO}_4^{2-}$  y  $\text{Ca}^{2+}$ . El límite de solubilidad del producto de los iones fosfato y calcio es de  $2.2 \text{ mmol L}^{-1}$ , y del producto entre el sulfato y el calcio, de  $60 \text{ mmol L}^{-1}$  (Steiner, 1984).

Las plantas son selectivas al absorber nutrimentos, lo cual significa que, a pesar de que la SN tenga una relación determinada entre aniones y/o cationes, al suministrar una SN de relación arbitraria entre iones, las plantas los tengan que

absorber en esa misma proporción. La relación original entre iones en la SN, en circuitos cerrados, se modifica debido a la absorción de nutrientes por las plantas: generalmente se incrementan los  $\text{SO}_4$  respecto a los  $\text{NO}_3$ , y el Ca respecto al K; sin embargo, la modificación de la SN no es siempre en el mismo sentido, ya que depende también de las condiciones ambientales y de la etapa de desarrollo.

El ambiente influye más en la absorción de  $\text{SO}_4^{2-}$  que en la de  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{NO}_3^-$ ; mientras que la absorción de Ca la afecta en mayor medida que la de K y Mg, lo cual se debe a los mecanismos de absorción de éstos últimos; el  $\text{NO}_3^-$ , el  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , el K, y en menor proporción el Mg, las plantas los absorben en forma activa, lo que significa que invierten energía metabólica para absorberlos, en cambio al Ca y en menor cantidad al  $\text{SO}_4^{2-}$ , los asimilan mediante el flujo transpiratorio.

La planta absorbe mayor cantidad de agua que de nutrientes, lo cual propicia que la SN tienda a aumentar su concentración. Además, los iones disueltos en la SN cambian su relación mutua entre ellos debido a su absorción diferencial (Brun y Chazelle, 1996). En este sentido, el sistema hidropónico influye de manera decisiva en sistemas cerrados, donde la SN se recicla, lo que es fundamental considerar, debido a que se debe ajustar periódicamente la concentración y la relación mutua entre los iones. En sistemas abiertos, debido a que la SN no se recupera, es menos riguroso cuidar este aspecto; sin embargo, debido a la absorción diferencial del agua respecto a la de los iones minerales y entre los diversos iones, en estos sistemas se van acumulando iones en forma diferencial, lo cual puede ocasionar desbalance en la SN. El desbalance entre los iones en la SN puede ocasionar antagonismo y/o precipitación entre algunos de ellos. La

acumulación de  $\text{SO}_4$  favorece la precipitación de Ca. El incremento de la acumulación de Ca provoca la pérdida por precipitación de  $\text{SO}_4$  y  $\text{H}_2\text{PO}_4$ .

La acumulación de Mg,  $\text{NH}_4$  y K en la SN antagoniza con el Ca, es decir, provoca en la planta deficiencia en la absorción. Cualquiera de los factores que ocasionan deficiencia relativa de Ca en la SN favorece la deficiencia de este elemento en la planta, y particularmente la incidencia de la pudrición apical de los frutos (Taylor y Locascio, 2004).

### **2.9.3. Relación mutua entre cationes**

Los cationes en la SN son el K, Ca y Mg una parte de N se puede incluir como  $\text{NH}_4^+$ , pero en concentraciones inferiores al 25% del N aportado. La relación entre los cationes es de gran importancia, ya que de no cuidar aspecto se pueden generar cationes con relativa facilidad deficiencias de N por lo que es importante evitar no romper el balance entre los nutrimentos. La relación mutua entre cationes en las plantas varía en función de la etapa de desarrollo, lo cual implica que las plantas tengan demanda diferencial en relación con los cationes (De Rijck y Schrevens, 1998).

Tomando en cuenta la importancia del K en la etapa de producción de frutos para favorecer la calidad de estos, en los cationes se genera desbalance entre K con Ca y/o Mg, al suministrar en la SN cantidades de K que superan 45% de los cationes, lo que provoca deficiencias de Mg y principalmente de Ca como se muestra en Cuadro 1.

**Cuadro1. Porcentajes mínimos y máximos que pueden presentar los aniones y cationes con respecto al total en las soluciones nutritivas, sin que estén en los límites fisiológicos o de precipitación.**

Rango	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
<b>Mínimo</b>	20	1.25	10	10	22.5	0.5	0
<b>Máximo</b>	80	10	70	65	65.5	40	15

Fuente (De Rijck y Schrevens, 1998)

En general las SN que utilizan para la producción de cultivos consta de seis macronutrientes esenciales y tres cationes (K<sup>+</sup>Ca<sup>2+</sup> y Mg<sup>2+</sup>) y tres aniones (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-2</sup> y SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>), y en algunas soluciones NH<sub>4</sub><sup>+</sup> en pequeñas concentraciones simplificando, la SN en seis macronutrientes sin tomar en cuenta los iones H<sup>+</sup>, OH<sup>-</sup> y las posibles disociaciones de HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, se tiene  $[k^+][Ca^{2+}][NH_4^+]= [NO_3^-][HPO_4^{2-}][SO_4^{2-}] = C$  Donde C es la cantidad total de aniones y cationes expresados en meL<sup>-1</sup> dividiendo la cantidad de me L<sup>-1</sup> de cada ión por la cantidad de total de los me L<sup>-1</sup> (sumatoria de aniones y cationes), resulta la proporción de cada ión presente en la solución. Si se tiene la proporción de dos aniones o dos cationes, se puede determinar la proporción del tercero (De Rijck y Schrevens, 1998).

El N entra en la formación de muchos compuesto elaborados por las plantas. Es parte de la molécula de todas las proteínas y enzimas, de la clorofila a y de la clorofila b, de ciertos ácidos y ciertas hormonas además de algunas sustancias secundarias como alcaloides; por ello, es un elemento esencial. Es absorbido por los vegetales tanto en forma de nitrato (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) como de amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). El amonio es absorbido y utilizado fundamentalmente por plantas jóvenes, mientras que el nitrato

es la principal fuente de N utilizando durante el periodo de crecimiento. Mediante el empleo de inhibidores de su crecimiento (Urrestarazu, 2000).

Por otro lado, el Ca ha demostrado ser un auxiliar en el aumento de la vida postcosecha de productos Horto-frutícolas. Su acción benéfica se ha sugerido entrecruzamiento con las pectinas, mejoramiento con ello, resistencia almacenamiento (Conway *et al.*, 1888).

Menciona Adams *et al.*, (1993) que para elegir la SN apropiada en cada caso, deben tomarse en cuenta las condiciones del ambiente. Debido a la relación existente entre la absorción de  $\text{Ca}^{2+}$  y de agua por parte de la planta, la interacción de los factores ambientales y la relación mutua entre los cationes tienen gran influencia en la nutrición de las plantas.

#### **2.9.4. El pH de la solución nutritiva**

El pH de la SN se determina por la concentración de los ácidos y de las bases. El pH se define una vez que se establece la proporción relativa de los aniones y los cationes, y la concentración total de ellos en me L-1, lo cual significa que el pH es una propiedad inherente de la composición química de la SN y no puede cambiar independientemente (De Rijck y Schrevens, 1998).

Favela *et al.*, (2006) señalan que el pH de la solución nutritiva se encuentra determinado por la concentración de los ácidos y de las bases. En verdadera solución nutritiva se tiene todos los iones en forma libre y activa y que el pH es importante para determinar la disponibilidad de algunos iones (cationes y aniones), el pH se ajusta de acuerdo al tipo que necesita la planta dependiendo del cultivo.

Lara (1999) indica que el pH apropiado para una solución nutritiva y para el desarrollo óptimo de un cultivo de hidroponía varía entre 5.5 y 6.5 Sin embargo, este no es estable, sino que varía en función en la diferencia por la absorción de nutrientes por las plantas y la etapa fenológica.

## **2.10. Fertilizantes orgánicos**

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y medio ambiente. Los abonos de desperdicios orgánicos son una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernaderos y así reducir el uso de fertilizantes sintéticos. Dentro de los abonos orgánicos empleados en diversos sistemas de producción destaca la vermicompost, producida por la ingestión de compuestos orgánicos por lombrices, la vermicompost o humus de lombriz se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y como sustrato no contaminante de igual manera contiene sustancias activas que actúan como reguladoras de crecimiento, posee gran CIC, así como un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Rodríguez *et al.*, 2007).

### **2.10.1. Lixiviado de vermicompost**

Los lixiviados de compost se producen directamente de las pilas, son ricos en elementos nutritivos y contienen microorganismos y se caracterizan por una coloración negruzca. Los lixiviados han sido considerados, tradicionalmente, como

fertilizante líquido. Uno de los extractos de compost más utilizados en la actualidad, es el que se conoce con el nombre de lixiviado de compost, el cual es el producto de la extracción de los compuestos orgánicos e inorgánicos presentes en el material sólido. este producto al ser aplicado a las plantas de manera foliar tiene un efecto más rápido y efectivo que el propio compost (Salazar *et al.*, 2012).

### **2.10.2. Té de compost**

FONAG (2010), señala que es una preparación que convierte el estiércol sólido en un abono líquido. Durante este proceso el estiércol suelta sus nutrientes al agua y así hacen disponibles para las plantas, este abono es rico en potasio, principalmente nutriente que aporta al suelo.

Recientemente, uno de los abonos orgánicos que ha estado siendo fuertemente impulsado es la aplicación del té de compost ya que representa una alternativa en el control de enfermedades de plantas hortícolas a escala comercial (NOSB, 2004). Se ha demostrado que el Té de compost aplicado al follaje ayuda a suprimir cierto tipo de enfermedades.

El té de compost es un extracto líquido del compost que contiene microorganismos benéficos, nutrientes solubles y compuestos favorables para las especies vegetales. El Té de compost posee características especiales como la transferencia de la biomasa microbiana, partículas finas de materia orgánica y compuestos químicos como nutrientes solubles del compost que se pueden aplicar al suelo o como fertilizante foliar, así mismo, el té de compost favorece la presencia de microorganismos benéficos, los cuales a su vez protegen la hoja de

microorganismos patógenos como las cenicillas, royas y bacterias (Rodríguez *et al.*, 2009).

### **2.10.3. Té de vermicompost**

La vermicompost es un tipo de compost en la cual cierto tipo de lombrices de tierra, e.g., *Eiseniafoetida*, *Eiseniaandrei*, *Lumbricusrubellus*, transforman los residuos orgánicos en un subproducto estable denominado “vermicompost” o “wormcasting”. Los residuos de la ganadería son una fuente de alimento, común para las lombrices. La vermicompost o humus de lombriz se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como: fertilizante orgánico, mejorador del suelo y medio de crecimiento para especies vegetales que desarrollan en invernaderos (Reséndez, 2006).

El té de humus o vermicompost es un extracto acuoso de alta calidad biológica que se consigue por una fermentación aeróbica del vermicompost y es producido al mezclar vermicompost con agua. Los nutrientes solubles en el té son absorbidos por la planta y al mismo tiempo favorecen el desarrollo de los microorganismos benéficos que permiten suprimir enfermedades en los cultivos, por lo que las plantas son más sanas y se reduce la aplicación de fertilizantes minerales (González *et al.*, 2013).

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera**

La Comarca Lagunera está ubicada en el centro-norte de México, conformada por los Estados de Coahuila y Durango. Se localiza a 24° 22' de latitud norte y 102° 22' de longitud oeste, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar, geográficamente la región lagunera está formada por una enorme planicie semidesértica de clima caluroso y con un alto grado de aridez.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (U.A.A.A.N – U.L), ubicada en periférico Raúl López Sánchez s/n, col. Valle Verde, Torreón, Coahuila.

El experimento se desarrolló en el invernadero número tres que le pertenece al departamento de horticultura, durante el ciclo primavera-verano entre los meses de Abril-Julio 2019.

#### **3.2. Características del invernadero**

El invernadero donde se realizó el presente trabajo es de paredes rectas y techo de forma de arco, estructura de acero galvanizado cubierto de polietileno transparente y con malla sombra al 50%. El sistema de enfriamiento consta de un par de extractores de aire y una pared húmeda. Tiene un área de 207 m<sup>2</sup> con piso recubierto de grava para evitar posibles encharcamientos.

### **3.3. Diseño experimental**

Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar, cuatro tratamientos y 10 repeticiones de cada uno, resultando un total de 40 unidades experimentales.

Los tratamientos evaluados fueron T<sub>1</sub> (testigo) Solución nutritiva Steiner 100 %, T<sub>2</sub> Solución nutritiva Steiner 60% + Té de vermicompost, T<sub>3</sub> Solución nutritiva Steiner 40% + Té de vermicompost, T<sub>4</sub> Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost.

### **3.4. Material vegetativo**

La variedad de Tomate evaluado en este experimento fue Saladette, la cual es muy precoz con producciones múltiples en todo el ciclo de cultivo. Fruta ovalada con buena firmeza y alta tolerancia a cracking, con tamaños promedio de 120 a 160 gramos.

### **3.5. Siembra en charolas**

El día 02 de Abril del 2019 se llevó a cabo la siembra de las semillas, esto se realizó en charolas germinadoras de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat-moss la cual se humedeció lo suficiente para poder apórtale las condiciones adecuadas a la semilla.

Una vez que se llenaron las charolas con el sustrato, se colocó una semilla por cavidad y después se cubrió con bolsa de plástico color negro para mantener una temperatura favorable para la germinación.

### 3.6. Llenado de macetas

Para este experimento se utilizó bolsa de viveros color negro de 19 Kg las cuales para llenarlas se utilizó una mezcla de arena de rio y perlita con una proporción de 90% y 10% respectivamente.

### 3.7. Trasplante

El trasplante se realizó el 27 de Abril del 2019, a esta fecha habían transcurrido 25 días después de la siembra en charolas y las plantas portaban de dos a tres hojas verdaderas.

Estó se llevó acabo de forma manual, colocando una planta en cada maceta.

### 3.8. Elaboracion de solución nutritiva

Se tomó como base la Solución nutritiva recomendada por Steiner (1984) sobre la cual se realizaron las modificaciones para obtener los tratamientos como se muestra en el cuadro 2.

**Cuadro 2. Fórmula original de Solución nutritiva Steiner.**

<b>NO<sub>3</sub></b>	<b>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub></b>	<b>SO<sub>4</sub><sup>2</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>
<b>12</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>4</b>

En base a la Solución nutritiva de Steiner se prepararon las soluciones para los tratamientos, se utilizaron tambos de 200 litros. En los cuales se agregaron los fertilizantes que a continuación se mencionan, partiendo de los cálculos realizados para aplicarlos en gramos (g) por litro (L), como se muestra en el cuadro 4.

En seguida se agitó constantemente hasta que se equilibrara la C.E (2 a 2.5 dS) y luego se midió el pH logrando tener un rango de 5 a 6.5.

**Cuadro 3. Fertilizantes utilizados para la preparación de Solución nutritiva Steiner en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en invernadero en ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2019.**

Porcentaje de Solución nutritiva Steiner (%)	Cantida de agua litros (L)	Nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (g)	Nitrato de potasio $\text{KNO}_3$ (g)	Nitrato de magnesio $\text{MgNO}_3$ (g)	Sulfato de magnesio $\text{MgSO}_4$ (g)	Acido fosfórico (ml)
100%	200	46.36	144.57	54.49	42.94	13.40
60%	200	27.81	86.74	32.69	25.76	8.04
40%	200	18.54	57.82	21.79	17.17	5.36
20%	200	9.20	28.92	10.89	8.50	2.68

### 3.9. Manejo del cultivo

#### 3.9.1. Tutorado

Fue utilizado para fortalecer su desarrolló se requirió de un soporte mecánico, cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 a 30 cm se procedió a tutorarlas con rafia, la cual se ató entre la parte media de las macetas y los soportes metalicos del invernadero para sostener las plantas, para así tener un mejor desarrollo de éstas.

#### 3.9.2. Poda de hojas senescentes y brotes auxiliares

Se realizó a los 25 días despues del transplante eliminando las primeras tres hojas basales. Esto para que no estuviera en contacto con el sustrato y evitar la presencia de plagas o enfermedades.

El estudio se llevó a cabo con las plantas de un solo tallo, por lo cual la actividad se realizó manualmente utilizando tijeras desinfectadas, eliminando brotes axilares presentes en el desarrollo de la planta. De igual manera se eliminaron las hojas senescentes para un mayor desarrollo de la planta y evitar que se vuelvan parasitas. Con esta actividad también se pretende la mayor entrada de luz y ventilación de la planta, en el cual también se dejará una hoja por racimo para el buen desarrollo del fruto.

### **3.9.3. Polinización**

La polinización se realizó manualmente durante la etapa de floración, realizando una ligera vibración a cada planta o al tutorado y así poder autofecundarse. Esta actividad se llevó a cabo por las mañanas.

### **3.9.4. Control de plagas y enfermedades**

Se realizaron monitoreo de plagas y enfermedades constantemente se, unas de las plagas encontradas durante el desarrollo fue la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y trips (*Frankliniella occidentalis*) a las que se realizaron las siguientes aplicaciones. Cuadro 4.

**Cuadro 4. Productos utilizados para el control de plagas en la evaluación de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2019.**

<b>Plaga</b>	<b>Producto aplicado</b>	<b>Dosis de aplicación</b>
<b>Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)</b>	flonicamid, imidacloprid + betacyflutrin	1/ ha
<b>Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)</b>	Diazinón	1/ ha

### **3.9.5. Riego**

El riego con Solución nutritiva Steiner se realizo de forma manual, aplicando dos litros diarios, uno por la mañana y otro por la tarde como correspondía a cada tratamiento

### **3.9.6. Cosecha**

La primera cosecha se realizo a los 62 días después del trasplante cuando inicio un cambio de color en el fruto de un rosado o rojizo presentando de un 30 % - 60% de su coloración.

### **3.10. Variables evaluadas**

Las variables de respuestas que se evaluaron son las siguientes:

### **3.10.1. Altura de planta.**

Se midió a partir de la superficie del sustrato, hasta del punto de ápice. La medición se realizó utilizando como instrumento una cinta métrica, esta actividad se realizó cada 8 días después del trasplante, los datos se reportaron en centímetros (cm).

### **3.10.2. Peso del fruto**

Los frutos fueron cosechados antes de alcanzar su madurez fisiológica, se evaluó el peso apoyado con una balanza digital de la marca Ohaus CS 5000, los datos se reportaron en g.

### **3.10.3. Diámetro polar**

Se midió de extremo a extremo fruto, con un vernier. Los datos se reportaron en centímetros (cm).

### **3.10.4. Diámetro ecuatorial del fruto**

Para esta variable se midió la parte media del fruto con un vernier, los datos se reportaron en centímetros (cm).

### **3.10.5. Grosor de pulpa**

Se realizó en el fruto un corte por la mitad, midiendo la parte carnosa con una regla, los datos se reportaron en cm.

### **3.10.6. Sólidos solubles totales (° Brix)**

Para esta variable se utilizó un refractómetro, colocando una gota del contenido líquido del fruto en el cristal del instrumento y se procedió la lectura.

### **3.10.7. Peso fresco y Peso seco**

Se realizó muestreo destructivo en plena fructificación, para determinar peso seco de hoja, tallo y raíz, se separaron las hojas, tallo y raíz, y se seleccionaron las plantas evaluadas, enseguida fueron pesados para registrar su peso fresco y posteriormente se esperó a que secan las plantas para registrar su peso seco.

### **3.11. Análisis estadísticos**

Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas y se realizó la comparación de medias utilizando la diferencia mínima significativa (Tukey) al 5%.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura de planta

El análisis estadístico para la variable altura de planta mostro diferencia significativa hasta los 30 días después del trasplante (ddt) entre los tratamientos evaluados, sobresaliendo el T1 (Solución Nutritiva Steiner 100%) con 27.88 y 62.38 cm a los 15 y 30 ddt, respectivamente.

Sin embargo, la altura final, a los 85 ddt, no mostro diferencia significativa entre tratamientos. Cabe señalar que numéricamente el T1 (solución nutritiva Steiner 100%) fue el de mayor altura final con 106 cm, seguido del T3 (Solución nutritiva Steiner 40% + Té de vermicompost) con 99.80 cm y finalmente el menor valor numérico en altura de planta lo presentó el T4 (Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost) con 95.00 cm.

**Cuadro 5. Altura de planta (cm) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Tratamientos	ddt	ddt	ddt	ddt	ddt
	15	30	45	60	85
<b>100 % Solución Steiner</b>	27.88 a*	62.38 a	86.60 a	96.00 a	106.20 a
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	23.12 b	53.04 b	79.60 a	87.00 a	96.20 a
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	23.78 b	54.46 b	81.40 a	91.60 a	99.80 a
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	23.88 b	53.60 b	78.40 a	86.80 a	95.00 a

\* Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey0.05).

Los datos obtenidos son mayores a los reportados por España, (2018) en su trabajo sobre Producción de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* Mill) con fertilización inorgánica en invernadero donde utilizo tratamientos de 100, 80 y 60 % de solución nutritiva Steiner reportando alturas finales de 78.1, 77.7 y 75.9 cm respectivamente.

Las alturas finales del presente trabajo fueron mayores debido a que se fertilizó con porcentajes de solución nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, teniendo así una mejor nutrición y un crecimiento mayor de la planta.

La vermicompost está compuesto por C, O<sub>2</sub>, N, así como macro y micronutrientes en diferentes proporciones, tales como Ca, K, Fe, Mn y Zn entre otros (Gonzales *et al.*, 2013).

#### **4.2. Peso de fruto**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de peso de fruto no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Como se muestra en el Cuadro 6.

Sin embargo, el mayor valor numérico para peso de fruto lo obtuvo el T1 (Solución nutritiva Steiner al 100%) con 72.9 g, seguido el T2 (Solución nutritiva Steiner al 60% + Té de vermicompost) con 70.4 g, T3 (Solución nutritiva Steiner al 40% + Té de vermicompost) con 70.1 g, siendo el T4 (Solución nutritiva Steiner al 20% + Té de vermicompost) el de menor peso de fruto con 69 g.

**Cuadro 6. Peso de fruto (g) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso de fruto (g)</b>
<b>100 % Solución Steiner</b>	72.9 a*
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	70.4 a
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	70.1 a
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	69 a

\*Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

De acuerdo a los resultados reportados por Márquez *et al.*, 2013 al evaluar rendimiento calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernaderos donde se obtuvo valor de 96.1 gramos comparando con el valor obtenido en el presente trabajo es superior ya que en este se obtuvo una media de 70.70 g; esta diferencia puede deberse a la evaluación de diferentes variedades de tomate.

#### **4.3. Diámetro polar**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de diámetro polar de fruto no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Como se muestra en el Cuadro 7.

Sin embargo, numéricamente, el tratamiento que obtuvo mayor diámetro polar de fruto fue el T3 (Solución nutritiva Steiner al 40% + Té de vermicompost) con 5.21 cm, seguido el T2 (Solución nutritiva Steiner al 60% + Té de vermicompost) con 5.09 cm, luego el T1 (Solución nutritiva Steiner al 100%) con 4.99 cm, siendo el de menor diámetro polar el T4 (Solución nutritiva Steiner al 20% + Té de vermicompost) con 4.93 cm.

**Cuadro 7. Diámetro polar (cm) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

Tratamientos	Diámetro polar de fruto (cm)
100 % Solución Steiner	4.99 a
60 % Solución Steiner + Té de vermicompost	5.09 a
40 % Solución Steiner + Té de vermicompost	5.21 a
20 % Solución Steiner + Té de vermicompost	4.93 a

Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Los resultados obtenidos con respecto al diámetro polar son similares a los obtenidos por Urrieta *et al.*, 2012 en su trabajo, Variables de producción y calidad de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* L.) donde las plantas fueron irrigadas con Solución nutritiva de Steiner estos autores obtuvieron valores de 4 a 5.9 cm de diámetro polar y en el presente trabajo se obtuvo un rango

de 4.9 a 5,21 cm.

Los rangos de diámetro obtenidos en este trabajo concuerdan con la norma mexicana para el consumo de tomate en fresco y de calidad donde se encuentra colocado en el tamaño mediano (NMX-FF-031-1997).

#### **4.4. Diámetro ecuatorial**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de diámetro ecuatorial de fruto no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Como se muestra en el Cuadro 8.

Sin embargo, numéricamente, el tratamiento que obtuvo mayor diámetro ecuatorial de fruto fue el T3 (Solución nutritiva Steiner al 40% + Té de vermicompost) con 4.50 cm, seguido el T1 (Solución nutritiva Steiner al 100%) con 4.31 cm, luego el T4 (Solución nutritiva Steiner al 20% + Té de vermicompost) con 4.25 cm, siendo el de menor diámetro ecuatorial el T2 (Solución nutritiva Steiner al 60% + Té de vermicompost) con 4.15 cm.

**Cuadro 8. Diámetro ecuatorial (cm) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

Tratamientos	Diámetro ecuatorial de fruto (cm)
100 % Solución Steiner	4.31 a*
60 % Solución Steiner + Té de vermicompost	4.15 a
40 % Solución Steiner + Té de vermicompost	4.50 a
20 % Solución Steiner + Té de vermicompost	4.25 a

\* Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

De acuerdo a los resultados reportados por Preciado *et. al.*, (2011) que evaluó diferentes porcentajes de soluciones nutritivas en tomate tipo saladette genotipo Cid, indican que obtuvo un diámetro ecuatorial de 5.52 cm, el cual es mayor al diámetro obtenido en el presente trabajo.

#### **4.5. Grosor de pulpa**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de grosor de pulpa de fruto no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Como se muestra en el Cuadro 9.

Sin embargo, numéricamente, el tratamiento que obtuvo mayor grosor de pulpa de fruto fue el T2 (Solución nutritiva Steiner al 60% + Té de vermicompost)

con 0.51 cm, seguido el T3 (Solución nutritiva Steiner al 40%+ Té de vermicompost) con 0.50 cm, siendo los de menor grosor de pulpa el T1 (Solución nutritiva Steiner al 100%) y T4 (Solución nutritiva Steiner al 20% + Té de vermicompost) con 0.47 cm.

**Cuadro 9. Grosor de pulpa (cm) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

<b>Tratamientos</b>	<b>Grosor de pulpa de fruto (cm)</b>
<b>100 % Solución Steiner</b>	0.4 a*
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	0.5 a
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	0.5 a
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	0.4 a

\*Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Los resultados obtenidos son superiores a los reportados por España (2018) en su trabajo Producción de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* Mill) con fertilización inorgánica en invernadero donde obtuvo valores 3.60 a 3.90 mm utilizando Solución nutritiva Steiner a porcentajes de 100, 80 y 60% mientras que en el presente trabajo se reportan valores superiores, esto puede deberse a que la fertilización fue con Solución nutritiva Steiner más Té de vermicompost ya que este

aporta porcentajes de algunos nutrientes lo que incrementa mayor nutrición y a la vez crecimiento del fruto.

La aplicación de vermicompost adicionados al suelo aumenta el rendimiento y la calidad de los frutos (Pant *et al.*, 2009).

#### **4.6. Sólidos solubles totales (Grados Brix)**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de sólidos solubles totales no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Como se observa en el Cuadro 10.

Sin embargo, numéricamente el tratamiento que obtuvo mayor rango de sólidos solubles fue T1 (Solución nutritiva Steiner 100 %) con 6.26 °Brix, en seguida del T3 (Solución nutritiva Steiner 40 % + Té de vermicompost) con 6.16, y finalmente el T2 (Solución nutritiva Steiner 60 % + Té de vermicompost) con 6.00 ° Brix.

**Cuadro 10. Sólidos solubles (Grados Brix) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

<b>Tratamientos</b>	<b>Sólidos solubles totales (Grados Brix)</b>
<b>100 % Solución Steiner</b>	6.26 a*
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	6.00 a
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	6.16 a
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	6.04 a

\*Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Los resultados son similares a los obtenidos por España *et al.*, 2018, en su trabajo Proporción de drenaje de la solución nutritiva en el rendimiento y calidad de tomate en hidroponía con valores de 6 °Brix y mayores a los obtenidos por Vázquez *et al.*, 2015 en su trabajo de efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) En invernadero estos autores reportaron valores de 4 a 4.5 °Brix con Té de vermicomposta.

Los valores obtenidos en el presente trabajo presentaron una media de 6.1, aunque en este trabajo no se encontró diferencia significativa los valores obtenidos cumplen con el requerimiento de sólidos solubles ya que para el consumo en fresco

de un tomate de calidad debe ser mayor a 4 y son considerados como aptos para su consumo en fresco y de calidad (Díaz, 2001).

El uso de Té de vermicompost en las plantas aumenta el contenido de sólidos solubles, y vitamina C, así como el sabor del fruto (Rodríguez *et al.*, 2007).

#### **4.7. Numero de frutos**

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de numero de frutos presentó diferencia altamente significativa. El tratamiento con mayor número de frutos fue el T1 (Solución nutritiva Steiner 100%) con 6.2, seguido por el T2 (Solución nutritiva Steiner al 60% + Té de vermicompost) con 6.0, los cuales son estadísticamente similares. El menor número de frutos lo obtuvieron el T3 (Solución nutritiva Steiner al 40% + Té de vermicompost) con 4.2 y finalmente el T4 (Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost) con 3.8.

**Cuadro 11. Numero de frutos, resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

<b>Tratamientos</b>	<b>Número de fruto</b>
<b>100 % Solución Steiner</b>	6.2 a*
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	6.0 ab
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	4.2 b
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	3.8 b

\*Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Los valores obtenidos son similares a los reportados por Herrera *et al.*, 2015 quienes reportan valores de un rango de 4.6 a 6.6 en su trabajo de tomate bajo condiciones semicontroladas donde evaluó calidad y rendimiento de fruto.

Por otra parte, Chan *et al.*, 2005 señalan que valores de 3 a 6 frutos por racimo y que con menor número de frutos por racimo se obtiene mayor tamaño y rendimiento.

#### 4.8. Peso fresco de hoja, raíz y tallo

**Cuadro 12. Peso fresco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

Tratamientos	Hoja (g)	Raíz (g)	Tallo (g)
<b>100 % Solución Steiner</b>	137.20 a*	40.40 a	83.80 a
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	99.40 a	28.60 a	59.40 b
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	92.00 a	36.20 a	66.80 ab
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	92.80 a	38.40 a	68.20 ab

\*Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey0.05)

##### 4.8.1. Peso fresco de hoja

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso fresco de hoja.

Sin embargo, numéricamente quien obtuvo mayor peso fresco de hoja fue el T1 (solución nutritiva Steiner 100%) con 137.20 g, seguido el T2 (solución nutritiva Steiner 60% + Té de vermicompost) con 99.40 g, y quien obtuvo menor peso fresco de hoja fue el T3 (solución nutritiva Steiner 40% + Té de vermicompost) con 92.00 g.

#### **4.8.2. Peso fresco de raíz**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso fresco de raíz.

Sin embargo, numéricamente el tratamiento que obtuvo mayor peso fresco de raíz fue T1 (Solución nutritiva Steiner 100%) con 40.40 g, en seguida el T4 (Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost) con 38.40 g, y finalmente quien obtuvo menor peso fresco de raíz fue el T2 (Solución nutritiva Steiner 60% + Té de vermicompost) con 28.60 g.

#### **4.8.3. Peso fresco de tallo**

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso fresco de tallo. Como se observa en el Cuadro 12.

El tratamiento que obtuvo mayor valor numérico para peso fresco de tallo fue el T1 (Solución nutritiva Steiner 100%) con 83.80 g, en seguida T4 (Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost) con 68.20 g y finalmente siendo el de menor valor numérico para peso fresco de tallo el T2 (Solución nutritiva Steiner al 60%) con 59.40 g.

Según Preciado *et al.*, (2002) mencionan que la dosis alta de N induce a un mayor desarrollo del vástago, pero disminuyen el crecimiento y peso de la raíz.

#### 4.9. Peso seco de hoja, raíz y tallo

**Cuadro 13. Peso seco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

Tratamientos	Hoja (g)	Raíz (g)	Tallo (g)
<b>100 % Solución Steiner</b>	19.80 a*	4.40 a	12.60 a
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	15.60 a	3.60 a	9.80 a
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	14.40 a	4.20 a	10.80 a
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	14.00 a	4.40 a	10.00 a

\*Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

##### 4.9.1. Peso seco de hoja

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso fresco de hoja.

Sin embargo, numéricamente quien obtuvo mayor peso seco de hoja fue el T1 (solución nutritiva Steiner 100%) con 19.80 g, seguido el T2 (solución nutritiva Steiner 60% + Té de vermicompost) con 15.60 g, y quien obtuvo menor peso fue el T4 (solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost) con 14.00 g respectivamente.

García y López (2002), dicen que las plantas están expuestas a las variaciones térmicas del medio físico y éstas tienen gran influencia en los diferentes procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos conducentes a su crecimiento y desarrollo; dichas variaciones determinan el área foliar y la acumulación de materia seca durante el ciclo biológico de la planta.

#### **4.9.2. Peso seco de raíz**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso fresco de raíz.

Sin embargo, numéricamente los tratamientos que obtuvieron mayor peso seco de raíz fueron T1 (Solución nutritiva Steiner 100%), T4 (Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost) con 4.40 g, en seguida el T3 (Solución nutritiva Steiner 40% + Té de vermicompost) con 4.20 g, y finalmente quien obtuvo menor peso seco de raíz fue el T2 (Solución nutritiva Steiner 60% + Té de vermicompost) con 3.60 g.

Los datos obtenidos son similares a los de España (2018), quien reporta valores de un rango de 3.7 a 4.2 g de peso seco de raíz.

#### **4.9.3. Peso seco de tallo**

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso seco de tallo. Como se observa en el Cuadro13.

El tratamiento que obtuvo mayor valor numérico para peso seco de tallo fue el T1 (Solución nutritiva Steiner 100%) con 12.60 g, en seguida T3 (Solución nutritiva

Steiner 40% + Té de vermicompost) con 10.80 g y finalmente sienta el de menor peso seco de tallo el T2 (Solución nutritiva Steiner al 60%) con 9.8 g.

Los valores en el presente trabajo son diferentes a los de Godoy (2007) que reporta valores para plantas de tomate injertadas de 446 g m<sup>2</sup> y sin injertar de 403 g m<sup>2</sup>. El mismo autor reporta que el efecto de tres niveles de suministro nutrimental (33, 66 y 100% de Solución nutritiva) se presentaron diferencias estadísticas significativas en relación al peso de materia seca del tallo con 400, 419 y 453 g m<sup>2</sup> respectivamente.

#### **4.10. Rendimiento**

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa entre los tratamientos. Como se observa en el Cuadro 14.

El tratamiento que presentó mayor rendimiento fue el testigo T1 (Solución nutritiva Steiner 100%) con 6.7 kg/m<sup>2</sup>, seguido de T2 (Solución nutritiva Steiner 60% + Té de vermicompost) con 6.3 kg/m<sup>2</sup> y por último T4 (Solución nutritiva Steiner 20% + Té de vermicompost) con 3.9 kg/m<sup>2</sup>. Obteniendo un promedio general de 5.3 kg/m<sup>2</sup>.

**Cuadro 14. Rendimiento ( $\text{kg/m}^2$ ), ( $\text{ton ha}^{-1}$ ) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner complementada con Té de vermicompost, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019**

<b>Tratamientos</b>	<b>Peso <math>\text{kg/m}^2</math></b>	<b>Peso <math>\text{Ton ha}^{-1}</math></b>
<b>100 % Solución Steiner</b>	6.7 a*	67.79 a
<b>60 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	6.3 ab	63.36 ab
<b>40 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	4.4 b	44.16 b
<b>20 % Solución Steiner + Té de vermicompost</b>	3.9 b	39.33 b

\*Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey0.05)

Pérez *et al.*, 2017 reporta un rendimiento de  $71 \text{ ton ha}^{-1}$  en su trabajo de Fertilización foliar en el rendimiento y calidad de tomate en hidroponía bajo invernadero teniendo como tratamiento soluciones nutritivas Steiner. Este rendimiento es diferente al obtenido en este trabajo, ya que el mayor rendimiento obtenido con el T1 (Solución nutritiva Steiner 100%) fue de  $67.79 \text{ ton ha}^{-1}$ .

Mientras que el rendimiento obtenido por el T1 (Solución nutritiva Steiner 100%) con  $67.79 \text{ ton ha}^{-1}$ , del presente trabajo, es mayor al reportado por De la cruz *et al.*, (2009) en su trabajo producción de tomate híbrido SUN-7705 en invernadero con Té de composta y vermicompost como sustrato, reporta  $51.48 \text{ ton ha}^{-1}$ .

Cabe mencionar que, durante el ciclo de cultivo, se tuvo presencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) (1-2 mosquita/hoja) lo cual pudo repercutir el rendimiento por planta.

El umbral económico de esta plaga es de 2.4 adultos por hoja. Por lo tanto, se debe estar pendiente en la presencia de este insecto ya que transmite más de 30 agentes causales de enfermedades virales y al incrementar la población afecta y se observa una reducción en el rendimiento (Nava y Cano 2000).

De igual manera en el desarrollo del cultivo se presentaron temperaturas altas, a pesar que se cuenta con el control de clima dentro del invernadero esto pudo repercutir en la polinización y como consecuencia en el amarre de fruto y rendimiento.

Cuando las temperaturas son mayores de 35°C la fecundación no se da o es muy baja, ya que se disminuye la calidad y cantidad del polen produciendo caída de flores y deformación de frutos (Jaramillo *et al.*, 2016).

## V. CONCLUSIONES

El análisis de varianza mostró diferencia significativa entre tratamientos para las variables altura de planta, número de fruto, rendimiento y peso fresco de tallo sobresaliendo el Testigo (100% de Solución Nutritiva Steiner) y T2 (60% de la Solución Nutritiva Steiner + Té de vermicompost).

En referencia a las variables Sólidos solubles totales, grosor de pulpa, diámetro ecuatorial y polar, peso fresco (raíz, hoja) y peso seco (raíz, tallo y hoja) no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo, numéricamente sobresalen nuevamente los tratamientos. 100% de Solución Nutritiva Steiner y 60% de la Solución Nutritiva Steiner + Té de vermicompost.

Por lo anterior se puede concluir que la Solución nutritiva Steiner al 60%+ Té de vermicompost es una opción viable para la producción de tomate en invernadero, disminuyendo costo de producción y conservando la calidad y rendimiento del cultivo igual que la solución nutritiva Steiner al 100%.

## VI. LITERATURA CITADA

ANFFE) Asociación Española de Fabricantes de Fertilizantes. 2015. Buena evolución del mercado de fertilizantes en España. Disponible desde: <http://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/144944-Buena-evolucion-del-mercado-de-fertilizantes-en-Espana.html> [Consulta: 27 de septiembre 2019].

Aróstegui, D. U. (2005). "El Tomate (Manual para su cultivo en agricultura ecológica." Ekonekazaritza.

Ascencio, Á. A., López, B. A., Borrego, E. F., Rodríguez H., S. A., Flores, O. A., Jiménez, D.F., y Gámez V., A. J. 2008. Marchitez vascular del tomate: I. Presencia de razas de *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici* (Sacc.) Snyder y Hansen en Culiacán, Sinaloa, México, Sociedad Mexicana de Fitopatología. A.C. Texcoco, México, vol. 26, num. 2, pp.114-120.

Asher, C. J., and D.G. Edwards. 1983. Modern solution culture techniques. PP 94-109. IN: A. Pirson and M.H Zimmermann (ed). Enciclopedia of Plants Physiology. Vol.15-A

Blancard, D., H. Laterrot; G. Marchoux; T. Candresse. 2011. Enfermedades del tomate, identificar, conocer, controlar. Ed. Mundi-Prensa. Madrid-España. PP. 24.

Campaña A. C 2008 Situación actual y perspectivas de la industria de los invernaderos en México pp 8- 11.

Carrillo, M., R. Hernández, et al. (2007). "Agro cadena de Tomate".

Cásseres E. (1984). Producción de hortaliza. Tercera edición. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, costa rica. Pag: 71-105.

Chan, U. I., Sánchez, C, F., Contreras, M. E., Corona, S. T. 2005. Efecto de la densidad de población y raleo de frutos sobre el rendimiento y tamaño del fruto en tomate. Revista Fitotecnia Mexicana, vol. 28. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A.C. Chapingo, México.

Chávez Néstor y Wang Amy. 2004. Combate del moho gris (*Botrytis cinérea*) de la fresa mediante *Gliocladiumroseum*. Agronomía costarricense 28(2): pag.73-85.

Coic Y. 1993. Les problems and composition et and concentration of solutions nutritive in culture sans sol. En proc.3er Int. Cong. Soilless Cult. Sassari, Italy P. 158-164.

Conway, W. S., K. C. Grosor, C. D. Boyer. 1888. Inhibition of penicillium espansumpoly galacturonase activity by increased appieceoo wall calcium. Phytopathology, 78:1052-1055.

Corpeño, B. (2004). "Manual Del Cultivo De Tomate". IDEA.

Cruz, R., W. Ibáñez, M., A. Berdeja, A., R. Moreno, V., D. Hernández, H., B. N y Barrios, D, J., M. (2015). Calidad poscosecha de frutos de pepino cultivados con diferente solución nutritiva. Revista Mexicana de Ciencias

Agrícolas. Vol 6. num. (3) 637-643. [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2019]  
Disponibile <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263138088016>.

De de la Cruz, L., M.E. Robledo, T., V. Osori, O., R. Márquez, H., M. Sánchez, H., R. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y Vermicomposta como sustrato. División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

España, L., R., de la Rosa, R., A., Lara, H., L.E. Padilla, B., J. Avela, M., M. P. 2018. Proporción de drenaje de la solución nutritiva en el rendimiento y calidad de tomate en hidroponía.» Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas vol;20 Pp 11.

España, P., R. (2018) en su trabajo de: Producción de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* Mill) con fertilización inorgánica en invernadero, Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, México.

Estela, Z. B. d. A., G. G. Ana, et al. (2009). "tomate destinado a industria." Ciencia y Tecnología.

FAO. 2016. LOS FERTILIZANTES Y SU USO. Disponible desde: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf> [Consulta 04 de mayo de 2019].

Favela, C. E., Preciado, R. P y Benavides, M. A. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. 145 pág.

FIRA. (2017). Panorama agroalimentario, tomate rojo. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.

Fondo para la protección del agua (FONAG). 2010. Manual técnico: abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan alimentación sana. Disponible en: [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf) [ Fecha de consulta. 05/10/2019].

Fortis, H., M. Preciado, R., P. García, H., J.L. Rueda, P., E.O. Segura C., M.Á. Esparza, R., J. R. Orozco, V., J.A., y Lara, H., A. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Terra latinoamericana. Vol. 36. Núm. (9).

Fuentes, R. H., López, M. S., y García, A. E. 2006. El tomate rojo: sistema hidropónico. Ed., Trillas. México. Pag. 66.

Garza, A, M., y M. Molina – Velázquez. (2008). Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. México. 183p.

González Solano, Karla Daniela, Rodríguez Mendoza, Ma. De Las Nieves, Trejo Téllez, Libia Iris, Sánchez Escudero, Julio, & García Cué, José Luis. (2013). Propiedades químicas de téis de vermicompost. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 4(spe5), 901-911. Recuperado en 21 de noviembre de 2019, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S20070934201300090004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S20070934201300090004&lng=es&tlng=es).

González, S., K, D. Rodríguez, M., Ma. De Las N. Trejo, T., L, I. Sánchez, E., J. & García, C., J, L. (2013). Propiedades químicas de téis de vermicompost.

Revista mexicana de ciencias agrícolas, 4(spe5), 901-911. [Recuperado el 08 de octubre de 2019], de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342013000900004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342013000900004&lng=es&tlng=es).

Grajales, P., M. y Sánchez, M., F. (1997). Mejoramiento genético de hortalizas. 2da Edición. Universidad autónoma de Chapingo. México. Pp. 1152.

Herrera, H. J., Salazar, H. A., Aguirre, C. N. 2015. Estudio técnico y económico del tomate tipo cereza élite (*Solanum lycopersicum* L. var. cerasiforme) bajo condiciones semicontroladas. REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS - Vol. 9

Inca (2006). "Guía Práctica de Exportación del tomate a los Estados Unidos." Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.

Jaime Green M, Lucero Flores J.M, Sánchez Verdugo C. 2012. Inteligencia de mercado de pepino. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. Pp.85.

Jaramillo J. Rodríguez V.P., Guzmán M., Zapata M., Rengifo T. 2007. Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas –Bpa En la producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Recuperado de:[https://www.academia.edu/18520976/BUENAS\\_PRACTICAS\\_AGRICOLAS\\_EN\\_LA\\_PRODUCCION\\_DE\\_TOMATE\\_BAJO\\_CONDICIONES\\_PROTEGIDAS](https://www.academia.edu/18520976/BUENAS_PRACTICAS_AGRICOLAS_EN_LA_PRODUCCION_DE_TOMATE_BAJO_CONDICIONES_PROTEGIDAS) S. Fecha: 08/06/2019.

Jaramillo, N., J. E. Rodríguez, V. P. Aguilar, A., P. A. 2016. Factores climáticos y su influencia en la producción de tomate.

Jaramillo. J., Rodríguez, V., P., Guzmán M., A., Zapata M., A. 2006. El cultivo de tomate Bajo Invernadero (*Lycopersicum Esculentum* Mill) Boletín Técnico 21 (CORPOICA) Centro De Investigación La Selva Rionegro, Paginas 48, Antioquia, Colombia. Pag. 27-30.

Jarecki MK, Voroney RP (2005) Evaluation of compost leach-ates For plant growth on hydroponic culture. J.Plant Nutr. 28: 651-667.

Jorge León. (1968). fundamentos botánicos de los cultivos tropicales. Lima, Perú: IICA. Recuperado de: [https://books.google.com.mx/books?id=gJiVVBkVWMC&dq=morfologia+de+la+planta+de+tomate&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.mx/books?id=gJiVVBkVWMC&dq=morfologia+de+la+planta+de+tomate&hl=es&source=gbs_navlinks_s) Fecha: 30 de mayo del 2019.

Juárez-Maldonado, Antonio, de Alba Romenus, Karim, Zermeño González, Alejandro, Ramírez, Homero, & Benavides Mendoza, Adalberto. (2015). Análisis de crecimiento del cultivo de tomate en invernadero. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(5), 943-954.

Lara, H. A. 1998. soluciones nutritivas para cuatro etapas fenológicas del jitomate. Tesis de Doctor en ciencias. Colegio de posgraduado. Montecillo, México.

Márquez, H., C. Cano, R., P Viramonte, U. 2013 Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. Revista Internacional de botánica experimental. 52-61.

Molina, N.; Verón, R.; Altamirano, J. 2010. Producción Hortícola Correntina Análisis técnico y económico del tomate en la campaña 2010. Publicación Técnica N° 40. INTA - ESTACIÓN EXPERIMENTAL AGROPECUARIA BELLA VISTA. CENTRO REGIONAL CORRIENTES. ISSN 1515-9299.

Muñoz - Ramos, J., (2009). Manejo del cultivo de tomate en invernadero, In: J.Z. Castellanos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. INTAGRI. México. Pp. 45 – 91.

Muñoz RJ (2004) formulación de la solución nutritiva. En Cas-tellanos JZ (Ed.) Manual de Producción Hortícola en In-vernadero. 2daed. Intagri. Ce-laya, México. PP.: 151-180.

Nava, C., U. Cano, r., P. 2000. Umbral económico para la mosquita blanca de la hoja plateada en melón en la comarca lagunera, México. Revista agrociencia. Vol.34. Núm.2. ISSN 1405-3195.

NMX-FF-031-1997. PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO INDUSTRIALIZADOS PARA CONSUMO HUMANO. HORTALIZAS FRESCAS. TOMATE - (*Lycopersicon esculentum* Mill.). ESPECIFICACIONES. NON INDUSTRIALIZED FOOD PRODUCTS FOR HUMAN CONSUMPTION. FRESH VEGETABLE. TOMATO.*Lycopersicon esculentum* Mill.). SPECIFICATIONS. NORMAS MEXICANAS. DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

Nuez F. (2001). El cultivo del tomate. Primera edición. reimp. Madrid, Mundi-Prensa. Pag:793.

Nuez Fernando. (1995). El cultivo del tomate. 1er edición. España.pp.47,49.

Obregón V. 2014. Guía para la identificación de las enfermedades del tomate en invernadero. 1-a ed. Bellas Vista, Corrientes: Ediciones INTA. Pag.16.

Pant, A. P.; Radovich, K. T. J.; Hue, V. N.; Talcott, T. S. and Krenek, A. K. 2009. Effects of vermicompost tea (Aqueous extract) on pak choi yield, quality, and on soil biological properties. *Compost Sci. Utilization* 19(4):279-292.

Peña C, J, J. Grageda C, O, A. Vera N, J. A., 2002. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas ( $^{15}\text{N}$ ) *Terra Latinoamericana*. VOL.(20) NUM(1) (enero-marzo) : [Fecha de consulta: 04 de mayo de 2019] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57320109>>  
ISSN

Preciado R., P., G. A. Baca C., J. L. Tirado T., J. Kohashi-Shibata, L. Tijerina C. y A. Martínez G. 2003. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. *Terra* 20: 267-276.

Preciado, R. P., 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.

Reséndez, M. A. (2006) origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales.

Departamento de suelos. Universidad autónoma agraria antonio narro – unidad laguna. Coahuila de zaragoza. Pag. 6-7.

Rodríguez, D, N., Cano, R., P. Figueroa, V., U. Favela, C., E. Moreno, R, A. Márquez, H., C. Ochoa, M., E. y Preciado, R., P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Terra Latinoamericana, 27(4), 319-327. [fecha de consulta:08 de octubre de 2019] de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0187-57792009000400006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57792009000400006&lng=es&tlng=es).

Rodríguez, D., N. Cano, R., P. Favela, C., E. Figueroa, V., U. Paul, Á., V. Palomo, Gil. A., Márquez, H., C. Moreno, R., A. (2007). Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo serie Horticultura, 13(2). [fecha de Consulta 8 de Octubre de 2019]. ISSN:1027-152X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=609/60913280011>

Rodríguez, J., T. Rodríguez, y J. Medina, (1997). Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición, In: Aedos (Ed.). Grupo Mundi-Prensa Barcelona, España. pp 13 – 55.

Rosales, A. S., y Nápoles, J. R. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades. Ed., Trillas. México. Pg. 33,34,128.

Sandoval V M, G Alcántar G, J L Tirado (1993) Momento oportuno de la aplicación de amonio y nitrato para incrementar la producción de grano de trigo. Terra 11:61-66.

Sañudo T., R.R. (2013). El cultivo del tomate (*lycopersicum esculentum* Mill.) y el potencial endofítico de diferentes aislados de *beauveria bassiana*. Tesis, Maestría. Universidad autónoma indígena de México. Los Mochis Sinaloa.Pp.23,30. <http://uaim.mx/cgip/PDF/TesisRosarioRaudelSanudo.pdf>.

Segal, B.G. 1989. Chemistry experiment and theory.Wilet-inter science publication.U.S.A. 2008. P.

SIAP. 2017. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México, D.F.

Sosa-Morales, M.E., y Medellín-Notario, C.M. 2012. El jitomate (*Solanum Lycopersicum*): aporte nutrimental, enfermedades poscosecha, y tecnologías para su almacenamiento en fresco. Departamento de ingeniería química, alimentos y ambiental. Fundación Universidad de las Américas Puebla.

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 International Potash Institute. Pp.: 324-341.

Steiner, A.A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp. 43-53. In: Proceedings 3rd International Congress on Soilless Culture. Wageningen, the Netherlands.

Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. In: Proceedings 6th International Congress on Soilless Culture. Wageningen. The Netherlands.

Steiner,A.A. 1966. The influence of the chemical composition of a nutrient solution on the production of tomatoes plants. Plant soll. 24.434-466.

Urrestarazu, G.M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Ediciones mandí prensa.Almería España.

URRIETA-VELAZQUEZ, José Alberto. 2012. Variables de producción y calidad de tres selecciones de jitomate de costilla (*Solanum lycopersicum* L.).

Vázquez V., P. Martina Z., García, L., M. Navarro C, G. «EFECTODE LA COMPOSTA Y TÉ DE COMPOSTA EN EL CRECIMIENTO Y.» Revista Mexicana de Agronegocios, vol. 36, 2015: 1351-1356.

Villegas, T.O.G., Sánchez, G.P., Baca. CG.A., Rodríguez M.M.M Trejo, A. C., Sandoval, V.M Y Cárdena, S.E.2005. Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferentes porcentajes concentración de calcio y potencial osmótico. Terra latinoamericano.23:1:49-56.

Zarate, B., H. N. (2017) en su trabajo de “PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) HIDROPÓNICO CON SUSTRATOS, BAJO INVERNADERO”. Tesis maestría. Instituto politécnico nacional. Oaxaca, México.

## VII. APENDICE

**Cuadro A 1. Cuadrados medios de significancia solidos solubles (Grados Brix) del fruto de tomate resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	0.21082000	0.07027333	2.37	0.1088
Error	16	0.47416000	0.02963500		
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>0.68498000</b>			
R <sup>2</sup> 0.30	Coef. Var. (%)	2.81		Media 6.11	

**Cuadro A 2. Cuadrados medios de significancia de diámetro polar de fruto resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	0.22678000	0.07559333	0.88	0.4738
Error	16	1.37960000	0.08622500		
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>1.60638000</b>			
R <sup>2</sup> 0.14	Coef. Var. (%)	5.80		Media 5.05	

**Cuadro A 3. Cuadrados medios de significancia de diámetro ecuatorial de fruto (cm) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	0.32328000	0.10776000	1.38	0.2849
Error	16	1.24960000	0.07810000		
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>1.57288000</b>			
R <sup>2</sup> 0.20		Coef. Var. (%) 6.49		Media 4.30	

**Cuadro A 4. Medios de significancia de grosor de pulpa de fruto (cm) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	0.00569500	0.00189833	2.08	0.1432
Error	16	0.01460000	0.00091250		
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>0.02029500</b>			
R <sup>2</sup> 0.28		Coef. Var. (%) 6.15		Media 0.49	

**Cuadro A 5. Medios de significancia de peso de fruto (gr) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	3182.00000	1060.66667	0.87	0.4761
Error	16	19465.20000	1216.57500		
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>22647.20000</b>			
R <sup>2</sup> 0.14		Coef. Var. (%) 19.03			Media 183.200

**Cuadro A 6. Medios de significancia de número de fruto resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	22.55000000	7.51666667	4.23	0.0221
Error	16	28.40000000	1.77500000		
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>50.95000000</b>			
R <sup>2</sup> 0.442591		Coef. Var. (%) 26.38201			Media 5.050000

**Cuadro A 7. Medios de significancia de peso fresco de hoja (g) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	6927.75000	2309.25000	3.53	0.0391
Error	16	10474.80000	654.67500		
Total	19	17402.55000			
R <sup>2</sup>	0.398088	Coef. Var. (%)	24.28725	Media	105.3500

**Cuadro A 8. Medios de significancia de peso fresco de raíz (g) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	399.400000	133.133333	2.15	0.1339
Error	16	990.400000	61.900000		
Total	19	1389.800000			
R <sup>2</sup>	0.287379	Coef. Var. (%)	21.91547	Media	35.90000

**Cuadro A 9. Medios de significancia de peso fresco de tallo (g) resultado de la producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) tipo saladette variedad Estrella con porcentajes de Solución nutritiva Steiner + Té de vermicompost en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2019.**

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Tratamientos	3	1577.350000	525.783333	5.34	0.0097
Error	16	1575.600000	98.475000		
Total	19	3152.950000			
R <sup>2</sup>	0.500278	Coef. Var. (%)	14.26809	Media	69.55000