

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Rendimiento en tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con  
fertilización orgánica en invernadero.**

**POR:**

**FREDDY GEOVANNY LÓPEZ HERNÁNDEZ.**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**TORREÓN, COAHUILA**

**FEBRERO DE 2018**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Rendimiento en tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con  
fertilización orgánica en invernadero.

POR

FREDDY GEOVANNY LÓPEZ HERNÁNDEZ.

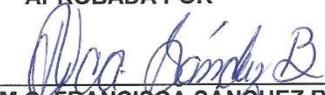
TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO  
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

PRESIDENTE:

  
M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

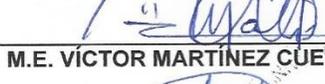
VOCAL:

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:

  
DR. AFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Rendimiento en tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con  
fertilización orgánica en invernadero.

POR

FREDDY GEOVANNY LÓPEZ HERNÁNDEZ.

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA  
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

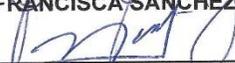
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR

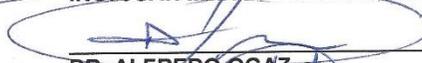
ASESOR PRINCIPAL:

  
M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

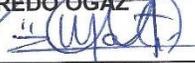
ASESOR:

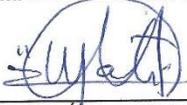
  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:

  
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

FEBRERO DE 2018

## **AGRADECIMIENTO**

**A DIOS Y A LA VIRGEN DE GUADALUPE**, Por darme la oportunidad de estudiar una gran carrera, por siempre guiarme por el buen camino, cuidarme, por la salud, felicidad, amor, y por seguir dándome la oportunidad de aprender nuevas cosas.

A mi Alma Terra Mater por los conocimientos adquiridos, por las felicidades brindadas en la carrera, y a formarme como profesionista.

Al Ing. Juan Manuel Nava Santos por el apoyo brindado y por permitir la realización de experimento, por la amistad y por las enseñanzas brindadas.

A la M.C Francisca Sánchez Bernal, por la paciencia y tiempo que tubo al brindarme en las revisiones, por las enseñanzas brindadas como docente y por su amistad.

Al M.E Víctor Martínez Cueto por ser un gran amigo, profesor, gran persona y por todo el apoyo brindado.

Al Dr. Alfredo Ogaz, por el apoyo en la realización de tesis, por la amistad y los conocimientos que como maestro impartió.

## DEDICATORIAS

**A MIS PADRES**, Edwin Lizardo López Hernández y Maria Guadalupe Hernández Ramirez, porque siempre me han apoyado en los buenos y malos momentos, porque gracias al apoyo, el amor, confianza y fe que me han brindado he logrado uno de mis grandes sueños en la vida. **gracias papa y mama.**

**A MIS HERMANOS**, Vanessa Ivonne López Hernández y Marvin Osmaro Lopez Hernández, porque gracias a ustedes he aprendido a seguir luchando para ayudar a nuestros padres, hacer un buen hijo, hermano mayor y por siempre estar ahí a mi lado.

**A MI ABUELO**, Ruben Hernández Calvo, porque siempre me ha brindado sus consejos que gracias a ellos me han llevado por un buen camino, por el amor, cariño, y fe de lograr uno de mis grandes sueños en la vida.

**A MIS TIOS Y PADRINOS**, A toda mi familia en general que siempre me han apoyado con sus buenos consejos, el amor, y esa gran confianza que me han tenido, a mis queridos primos les doy gracias por siempre ser esa alegría que me ha acompañado en el transcurso de mi carrera, por siempre brindarme su apoyo y nunca abandonarme. gracias por todo, familia Hernández.

**A MI PROMETIDA**, Karla Patricia Zamora López, porque desde que la conocí ha sido unas de las personas más importantes de mi vida que me ha enseñado a salir adelante a nunca dejarme caer, siempre guiándome por el buen camino con sus lindo consejos, el apoyo que siempre me brinda, el amor, cariño, y esa fe que siempre me ha tenido para llegar a lograr mi sueño de un título universitario. gracias amor por todo.

## RESUMEN

Entre los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas es una práctica que se ha extendido a escala mundial. El presente estudio se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL (UAAAN-UL). El objetivo fue evaluar rendimiento y calidad de tomate tipo saladette variedad Rio Grande a diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en condiciones de invernadero. Los tratamientos evaluados fueron, T<sub>1</sub> (100% Steiner), T<sub>2</sub> (60% Lixiviado VC), T<sub>3</sub> (80% Lixiviado VC), y T<sub>4</sub> (100% Lixiviado VC). Se utilizó un diseño completamente al azar. Las variables evaluadas fueron, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, grados Brix y rendimiento. En donde T<sub>2</sub> (60% Lixiviado VC) sobresalió en los análisis estadísticos para las variables: diámetro ecuatorial 4.5 cm, diámetro polar 6.2 cm y grosor de pulpa 0.725 mm, mientras que T<sub>1</sub> (100% Steiner) sobresalió en peso de racimo con 633.4 g y rendimiento con 25.336 t ha<sup>-1</sup>. Para la variable grados brix no se determinó diferencia estadística entre tratamientos.

Palabras claves: Lixiviado, vermicompost, tomate, Agricultura Orgánica, invernadero.

# ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
ÍNDICE.....	iv
INDICE DE FIGURAS Y CUADROS.....	viii
INDICE DE APENDICE.....	ix
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	4
1.2. Hipótesis.....	4
2. REVISION DE LITERATURA.....	5
2.1.1. Generalidades del tomate.....	5
2.1.2. Origen del tomate.....	5
2.1.3. Importancia del tomate.....	7
2.1.4. Importancia en México.....	7
2.1.5. Valor nutricional.....	7
2.2. Taxonomía.....	7
2.2.1. Caracterización botánica de tomate.....	8
2.2.2. Planta.....	8
2.2.3 Indeterminadas.....	9
2.2.4. Determinadas.....	9
2.2.5. Semilla.....	9
2.2.6. Sistema radicular.....	9
2.2.7. Tallo principal.....	10
2.2.8. Hojas.....	10
2.2.9. Flor.....	11
2.3. Fruto.....	11
2.3.1. Polinización.....	11
2.3.2. Requerimientos del cultivo.....	12
2.3.1 Humedad relativa.....	13
2.4. Prácticas culturales.....	13

2.4.1. Trasplante .....	13
2.4.2. Tutorado.....	14
2.4.3. Poda.....	15
2.5. Invernadero .....	15
2.5.1. Generalidades del invernadero .....	16
2.5.2. Producción de tomate en invernadero con fertilización orgánica.....	16
2.5.3 Calidad de la producción .....	17
2.5.4. Ventajas de producción en invernadero.....	17
2.5.5. Desventajas de producción en invernadero.....	18
2.5.6. Exigencia del clima .....	18
2.5.7. Temperatura dentro del invernadero.....	19
2.5.8. Humedad ambiental.....	19
2.6. Plagas.....	20
2.6.1. Minador de la hoja, mosquita minadora o minador serpentina de la hoja ( <i>Liriomyza pusilla Meig.</i> ).....	20
2.6.2. Control.....	21
2.6.3. Gusano del fruto ( <i>Heliothis virescens</i> y <i>Helicoverpa zea</i> ) .....	21
2.6.5. Mosca blanca ( <i>Bemisia Tabaci</i> ).....	22
2.6.6. Control.....	22
2.7. Enfermedades .....	23
2.7.1. Tizón Temprano ( <i>Alternaria solani</i> ).....	23
2.7.2. Marchitez del tomate ( <i>Fusarium oxysporum</i> f.s. <i>lycopersi</i> ) .....	23
2.7.3. Control.....	24
2.7.4. Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> ).....	24
2.7.5. Control.....	25
2.8. Agricultura orgánica. ....	26
2.8.1. Ventajas y desventajas de la Agricultura orgánica .....	26
2.8.2. Sustratos orgánicos.....	27
2.8.4. Sustratos inorgánicos o inertes. ....	27
2.8.5. Propiedades físicas de los sustratos.....	28
2.8.6. Vermicompostaje.....	28
2.8.7. Lixiviados de vermicompost .....	29
2.8.8. Él te de compost.....	30

3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	31
3.1. Localización geográfica de la comarca lagunera .....	31
3.2. Localización del experimento.....	31
3.3. Características del invernadero .....	31
3.4. Material genético .....	31
3.5. Sustrato .....	32
3.6. Diseño de tratamientos .....	33
3.7. Diseño experimental.....	33
3.8. Siembra en charolas .....	34
3.9. Llenado de macetas.....	34
3.10. Trasplante.....	34
3.11. Elaboración de los diferentes porcentajes de lixiviado. ....	34
3.12. Riego .....	35
3.13. Manejo del cultivo.....	35
3.13.1. Tutorado.....	35
3.13.2. Podas de hojas senescentes y brotes axilares.....	35
3.13.3. Polinización.....	36
3.14. Manejo de plagas y enfermedades.....	36
3.14. Variables a evaluar.....	36
3.14.1. Eventos fenológicos.....	36
3.14.2. Inicio de floración y de fructificación .....	36
3.14.3. Inicio de cosecha.....	36
3.14.4. Características Externas del fruto .....	37
3.14.5. Diámetro ecuatorial.....	37
3.14.6. Peso de fruto.....	37
3.14.7. Características Internas del fruto .....	37
3.14.8. Grosor de pulpa .....	37
3.14.9. Grados brix .....	37
3.14.10. Rendimiento.....	38
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1. Diámetro ecuatorial .....	39
4.2. Diámetro polar.....	40
4.3. Grados Brix.....	41

4.4. Grosor de pulpa.....	42
4.5. Peso de racimo .....	43
4.6. Rendimiento .....	44
5. CONCLUSIONES.....	46
6. LITERATURA CITADA.....	47
7. APENDICE.....	54

## INDICE DE FIGURAS Y CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del jitomate .....	8
Cuadro 2. Descripción de porcentajes de lixiviados de vermicompost. ....	33
Figura 4.1. Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre diámetro ecuatorial (cm) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.....	39
Figura 4.2. Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre diámetro polar (cm.) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.....	40
Figura 4.3. Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre Grados Brix de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero. ....	41
Figura 4.4. Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre grosor de pulpa (mm.) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.....	42
Figura 4.5. Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre peso de racimo (g) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.....	43
Figura 4.6. Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre rendimiento (t ha <sup>-1</sup> ) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.....	45

## INDICE DE APENDICE

Cuadro A 1. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en la producción y calidad de tomate saladette ( <i>Solanum lycopersicum</i> L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila. ....	54
Cuadro A 2. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en la producción y calidad de tomate saladette ( <i>Solanum lycopersicum</i> L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila. ....	54
Cuadro A 3. Análisis de varianza para la variable grados Brix en la producción y calidad de tomate saladette ( <i>Solanum lycopersicum</i> L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila. ....	54
Cuadro A 4. Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en la producción y calidad de tomate saladette ( <i>Solanum lycopersicum</i> L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila. ....	55
Cuadro A 5. Análisis de varianza para la variable rendimiento en la producción y calidad de tomate saladette ( <i>Solanum lycopersicum</i> L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila. ....	55
Cuadro A 6. Análisis de varianza para la variable peso de racimo (g) en la producción y calidad de tomate saladette ( <i>Solanum lycopersicum</i> L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila. ....	55

## 1. INTRODUCCIÓN

El jitomate (*Lycopersicum esculentum* L), es un producto agrícola con una importancia económica a nivel mundial y tiene una gran popularidad por ser cultivado en todo el mundo (Medellín y Morales, 2012). En cuanto a producción mundial, FIRA (2016), la superficie cosechada de tomate a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.4 por ciento entre 2003 y 2013, para ubicarse en 4.6 millones de ha<sup>-1</sup>. En tanto, en el mismo periodo de rendimientos promedio crecieron a un ritmo mayor, de 1.8 por ciento anual, al ubicarse en 35.0 t ha<sup>-1</sup>.

Los principales países productores, en el 2012 produjeron 161,793,834 toneladas, donde China el principal productor con 50,000,000 toneladas, seguido por India con 17,500,000 toneladas, Estados Unidos con 13,206,950 toneladas, Turquía con 11,350,000 toneladas y Egipto con 8,625,219 toneladas (Cubillos, 2015). México es de los mayores productores de tomate ubicándose en el décimo lugar y primero en exportación a nivel mundial (Martínez *et al.*, 2012). México tiene una participación estimada en el mercado internacional de 21 por ciento SAGARPA (2016). Además, estadísticas del servicio de información Agroalimentaria y pesquera (SIAP) reflejan que en el país son destinadas a la producción de tomate más de 51 mil hectáreas, con una producción estimada en 2.8 millones de toneladas, en las 5 principales entidades productoras, que son Sinaloa, Michoacán, Zacatecas, San Luis

Potosí, Baja California Sur y Jalisco, la cual tiene un valor de alrededor de 15.7 millones de pesos.

Entre los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas es una práctica que se ha extendido a escala mundial (Rodríguez *et al.*, 2009). La importancia en el uso de sustratos se ven reflejado en la calidad y producción de tomate., Por definición a un sustrato es cualquier medio solido (orgánico, inorgánico o mezcla) que se utilice para cultivar plantas en contenedores, el cual le proporciona a las plantas las condiciones adecuadas para su desarrollo, además permiten el anclaje del sistema radical, que desempeña así un papel de soporte para la planta, pudiendo intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Pineda, 2010).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutricional de los cultivos además de disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes sintéticos es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como extracto líquido de estiércol, lixiviado de compost o vermicompost, te de compost y te de vermicompost (Preciado *et al.*, 2011). Existen evidencias de que la incorporación de composta y vermicomposta a los suelos y sustratos de crecimiento favorecen el desarrollo y la productividad de diversos cultivos hortícolas, tales como el tomate (*Solanum lycopersicum* L.), lechuga (*Lactuca sativa* L.), pimiento (*Capsicum annuum* L.), ajo (*Allium sativum* L.), fresa (*Fragaria vesca* L.) entre otras especies de interés comercial (Quiroz *et al.*, 2014).

Debido a la aceptación de los productos de este tipo, la superficie destinada a la agricultura orgánica se ha registrado tasas de crecimiento mundial superiores a 25% anual; además los productos orgánicos tienen sobrepuestos de 20 a 40% con respecto a los productos tradicionales (Rodríguez et al., 2009).

### **1.1. Objetivo**

Determinar el porcentaje de lixiviado de vermicompost que incrementa el rendimiento y calidad de tomate.

### **1.2. Hipótesis**

Con el mayor porcentaje de lixiviado de vermicompost se obtiene mejor producción y calidad de tomate.

## **2. REVISION DE LITERATURA.**

### **2.1.1. Generalidades del tomate**

DANE (2014), en relación con el tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva anualmente. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta; según el hábito de crecimiento, las variedades se dividen en determinadas e indeterminadas.

El consumo de esta hortaliza es una parte importante de la dieta humana, ya que es un alimento muy versátil, con formas de consumo variadas. Altas ingestas de este producto están estrechamente relacionadas con un impacto benéfico en la salud, ya que es capaz de reducir el riesgo de padecer algunas enfermedades cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer, atribuido principalmente a su alto contenido de antioxidantes (licopeno, ácido ascórbico y compuestos fenólicos), (Medellín y Morales, 2012).

### **2.1.2. Origen del tomate**

Durante muchos siglos, el tomate ha recorrido grandes distancias convirtiéndose en la fruta más popular en todo el continente americano. Es originario de los andes de Perú, donde apareció silvestre con una fruta redonda de color rojo. Gradualmente se esparció a lo largo de Suramérica desde donde continuó su viaje hasta América central. Allí, ya hace miles de años, lo llamaron "Xitomatl" en el lenguaje Náhuatl, que era el idioma hablado en la nación

azteca; fue allí donde fue cosechado, cultivado y mejorado, produciendo una mayor diversidad de frutos (Brouwer, 2006).

### **2.1.3. Importancia del tomate.**

El jitomate (*Lycopersicum esculentum* L), es un producto agrícola con una alta importancia económica a nivel mundial y tiene una gran popularidad por ser cultivado en todo el mundo (Medellín y Morales, 2012). De acuerdo con FIRA (2017), en 2014, la producción mundial de tomate se ubicó en un máximo histórico de 170.8 millones de toneladas. Entre el 2004 y 2014, está creció a una tasa promedio anual de 2.9 por ciento. Lo anterior, impulsado tanto por aumentos en la superficie cosechada, como por incrementos en la productividad promedio. El 62.1 por ciento de la producción se concentró en cinco países: China (30.8 por ciento), India (11.0 por ciento), Estados Unidos (8.5 por ciento), Turquía (6.9 por ciento) y Egipto (4.9 por ciento).

### **2.1.4. Importancia en México**

Por otra parte, la superficie establecida con invernadero en México durante el 2004, incluidas la casa-sombras eran alrededor de 2 800 ha. (Duarte *et al.*, 2009). Por lo tanto, FIRA (2017), nos menciona que en México, la producción de tomate rojo creció a una tasa promedio anual de 4.8 por ciento entre 2006 y 2016, para ubicarse en un máximo histórico de 3.3 millones de toneladas. Durante este periodo la superficie total destinada a este cultivo disminuyo a una tasa promedio anual de 2.5 por ciento. En 2016, el 56.3 por

ciento de la producción nacional de tomate se concentró en cinco entidades: Sinaloa (27.6 por ciento), San Luis Potosí (9.2 por ciento), Michoacán (7.0 por ciento), Baja California (6.7 por ciento) y Zacatecas (5.7 por ciento).

#### **2.1.5. Valor nutricional**

El tomate maduro, además de agua, posee carbohidratos, potasio, fosforo, magnesio, vitaminas B1, B2, B5 y C, también presentan carotenoides como el licopeno, el que junto a la vitamina C son antioxidantes. En tomate el principal carotenoide el licopeno (83%), constituyendo la base molecular para la síntesis de los restantes carotenoides (Palomo *et al.*, 2010).

#### **2.2. Taxonomía**

Botánicamente el tomate fue descrito por primera vez por Linneo en 1753, como *Solanum lycopersicum L.*, pero sería Miller, en 1768, quien le designara la *denominación Lycopersicon esculentum Mill* vigente casi hasta nuestros días. En la actualidad la nomenclatura botánica aceptada es *Solanum lycopersicum L.* (Fernández *et al.*, 2007).

Según Medellín y Morales (2012), muestran la clasificación taxonómica del jitomate.

**Cuadro 1. Clasificación taxonómica del jitomate**

*Reino*            *Plantae*

<i>Subreino</i>	Trachobiota (Plantas vasculares)
<i>Subdivisión</i>	Spermatophyta (plantas con semilla)
<i>División</i>	Magnoliophyta (Plantas con flores)
<i>Clase</i>	Magnoliopsida (Dicotiledoneas)
<i>Subclase</i>	Asteride
<i>Orden</i>	Solanales
<i>Familia</i>	Solanaceas
<i>Genero</i>	<i>Solanum</i>
<i>Especie</i>	<i>lypersicum L.</i>

**2.2.1. Caracterización botánica de tomate.**

En cuanto a las principales características morfológicas de la planta de tomate Chamarro (2001), nos indica:

**2.2.2. Planta**

Nuez (2001) menciona el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanaceas. Además, SAGARPA (2010), nos indica que es de porte erecto o semierecto, arbustivo, cultivo de tipo anual. Existen variedades de crecimiento ilimitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas).

### **2.2.3 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).

### **2.2.4. Determinadas**

La planta detiene su desarrollo después de 2 a 5 inflorescencia, los brotes laterales dejan de desarrollarse después de 1 a 3 inflorescencia (Blancard *et al.*, 2011).

### **2.2.5. Semilla**

La semilla del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximadamente de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es un tejido duro e impermeable (Castellanos, 2010).

### **2.2.6. Sistema radicular**

El sistema radical del tomate consta de una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias. En los primeros 30 cm. de la capa de suelo se concentra el 70% de la biomasa radical. Bajo condiciones de suelo la raíz principal crece unos 2.5 cm diarios hasta llegar a los 60 cm de profundidad. Simultáneamente se producen ramificaciones y raíces. El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de agua y nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo (Castellanos, 2010).

### **2.2.7. Tallo principal**

Los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre en el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios e inflorescencias. En la parte distal se encuentra el meristemo apical, donde se inician los nuevos primordios foliares y florales (Escalona *et, al* 2009).

### **2.2.8. Hojas**

Las hojas compuestas, suaves y carnosas, de tamaño variable según cultivar, la posición y las condiciones ambientales. Las dos primeras son de menor tamaño, con menos foliolos; las siguientes pueden alcanzar unos 50 cm de largo, con un foliolo terminal grande y hasta 8 foliolos laterales también grandes, lo que a su vez pueden formar foliolos. Los foliolos grandes son generalmente peciolados, lobulados irregularmente con bordes dentados; de la

misma manera que en el tallo, presentan tricomas glandulares con sustancias que le dan el olor característico de la planta (Garza y Molina, 2008).

### **2.2.9. Flor**

Las flores aparecen en racimos, siendo sencillas en la parte baja y después más divididos y ramificados, Las flores son pequeñas, pedunculadas, de color amarillo y forman corimbos axilares. El cáliz tiene 5 sépalos, la corola tiene 5 pétalos que conforman un tubo pequeño pues esta soldada inferiormente, los estambres están soldados en estilo único que a veces sobresalen de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 a 6 flores, en tomates de calibre mediano aumenta de 10 a 12 flores por ramillete y en tomate tipo cereza o “cherry” no es extraño que se desarrollen 100 flores por racimo (Castellanos, 2010).

### **2.3. Fruto**

Las partes del fruto son epidermis, pericarpio, tejido placentario y lóculos. La forma deprimida alargada y lobular, piriforme, redondeada, de tamaño variable, la coloración es roja rosada o amarillenta según la manifestación de licopeno y/o caroteno (Garza y Molina 2008).

#### **2.3.1. Polinización**

La polinización es fundamental en los procesos productivos, reproductivos y calidad de los cultivos, este proceso es vital importancia en la agricultura para aumentar la productividad. El servicio prestado por las abejas es una alternativa válida para aumentar los rendimientos, siendo en la actualidad las responsables de polinizar casi el 65 % de los cultivos comestibles. En donde la polinización manual mediante la agitación de las flores y la polinización entomófila producen tomates con mejor calidad y cantidades satisfactorias, en el cultivo de tomate, este requiere de un insecto grande como abejorros, en la actualidad los polinizadores más utilizados dentro de los invernaderos (Manrique y Blanco, 2013).

### **2.3.2. Requerimientos del cultivo**

El tomate es una hortaliza de gran adaptación climática. Es insensible al fotoperiodo, pero muy sensibles a las altas y bajas temperaturas. Los factores climáticos que más afectan a las diferentes fases del cultivo son temperatura, luminosidad, y humedad relativa (Cabrera y Estrada, 2004).

Grupo DISAGRO (2004), nos menciona que los requerimientos edáficos y climáticos del tomate requieren suelos profundos, francos o franco-arcillosos, ricos en materia orgánica y suelos ligeramente ácidos, como pH entre 6 y 7. A pH menor de 5.5 o mayor de 7 se recomienda realizar enmiendas necesarias al suelo, para aprovechar los nutrimentos al máximo. Las variedades en producción en el país se adaptan mejor a altitudes entre 0 y 1500 m sobre el nivel del mar. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo se encuentra

entre 16 y 25 °C, pero temperaturas superiores o inferiores al rango óptimo (20-25°C) retrasa el proceso de germinación y, cuando está cerca de los extremos más bajos (5°C) o más altos (40°C) promueven su inhibición (Cabrera y Estrada, 2004).

Por lo que se refiere a suelos SAGARPA 2010, nos indica que la planta de tomate se puede cultivar en cualquier tipo de suelo, pero se prefiere suelos profundos, margosos y bien drenados. Lo ideal es un suelo ligeramente ácido, con un pH de 6.2 a 6.8.

### **2.3.1 Humedad relativa**

La humedad relativa más favorable es de 50 a 60%, cuando es más alta las anteras se hinchan y el polen no puede liberarse ni caer sobre el estigma y las flores no se polinizan y caen. La humedad relativa del 80% o más favorecen el desarrollo de enfermedades fungosas principalmente tizón tardío (*Phytophthora infestans*), tizón temprano (*Alternaria solani*) y moho gris o botrytis (*Botrytis cinérea*) se presentan agrietados de fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abordando parte de las flores. La humedad relativa del 50%, o menos, dificulta la fijación del polen al estigma de la flor además de que el polen se deshidrata rápidamente y disminuye el amarre de frutos (Méndez, 2012).

## **2.4. Prácticas culturales**

### **2.4.1. Trasplante**

El trasplante definitivo se realiza aproximadamente a las cuatro o cinco semanas después de la siembra. Un trasplante bien hecho es esencial para obtener una buena cosecha en invernadero. En el sitio de trasplante se hace un hueco de aproximadamente 5 cm de profundidad, ligeramente mayor al volumen ocupado por el recipiente que contiene la planta que se va a trasplantar. Las plantas se van colocando con cuidado, tratando de no deshacer el bloque de sustrato en el que están enraizadas. Se recomienda que durante el trasplante una pequeña porción del tallo quede enterrada en el suelo para proporcionar un mejor soporte inicial y permitir a la planta el desarrollo de nuevas raíces, pero teniendo precaución de que las hojas cotiledonales no queden enterradas. Una vez trasplantada es necesario regar las plantas lo antes posible para evitar el marchitamiento. En los primeros días después del trasplante, los riegos deben ser cortos pero frecuentes para mantener húmeda la zona donde está desarrollándose las raíces (Escobar y Lee, 2009).

#### **2.4.2. Tutorado**

El tomate por ser una planta herbácea requiere un sistema de sostén que proteja el follaje y los frutos del deterioro ocasionado por la humedad del suelo y la acción de los microorganismos e insectos plagas. En cultivares industriales determinados de ciclos cortos (menores a 70 días), con crecimiento de follaje y maduración reproductiva uniforme, es posible levantar cultivos con plantas de crecimiento arbustivo o postrado que desarrollan sus ramas y frutos directamente sobre el suelo o en “camas” con residuos orgánicos secos,

previamente localizados, con el fin de proteger los frutos de los excesos de humedad. Las principales alternativas desarrolladas por los agricultores en sistemas de tutorado son las siguientes: Tutorado individual, tutorado individual en espaldera o tijera, encajonado, y colgado (Cabrera y Estrada, 2004).

### **2.4.3. Poda**

La poda es una práctica cultural utilizada para tener plantas equilibradas y vigorosas, y a su vez buscar que los frutos no queden ocultos entre el follaje y mantenerlos aireados y libres de condensaciones. Sin embargo, la poda no debe ser excesiva por que los excesos de radiación solar pueden provocar en el fruto el llamado “golpe de sol”, afectando negativamente a su calidad y, a la eliminación de masa foliar supone una reducción de la cosecha tanto mayor, cuando mayor era el nivel de defoliación. Según las ventajas enunciadas, la poda se presenta como una alternativa para la obtención de frutos de mayor calidad (Salas, 2002).

### **2.5. Invernadero**

Un invernadero es una construcción que permite la delimitación de un comportamiento de un cultivo, en el cual el clima difiere del existente al aire libre, por las modificaciones que provoca el material de cerramiento en los intercambios entre el suelo, el sustrato, y la masa vegetal con el entorno (Castilla, 2005).

### **2.5.1. Generalidades del invernadero**

La eficiencia y la funcionalidad son las dos características principales que deben de tener los invernaderos. Por eficiencia se entiende la idoneidad para condicionar alguno de los principales elementos del clima, no de una manera estática o incontrolable, sino entre límites bien determinados de acuerdo con las exigencias fisiológicas del cultivo. La funcionalidad es el conjunto de requisitos que permite la mejor utilización del invernadero, tanto desde el punto de vista técnico como económico. Estas dos características requeridas a los invernaderos deberán estar convenientemente armonizadas en orden a definir al invernadero como sistema productivo capaz de obtener cosechas fuera de la época normal en la que aparece en el mercado (Mantallana y Montero, 2001).

### **2.5.2. Producción de tomate en invernadero con fertilización orgánica.**

La producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en condiciones protegidas incrementan el rendimiento y la calidad del fruto. La superficie empleada para cultivos en invernadero en México asciende a 4900 ha<sup>-1</sup> presenta una tasa de crecimiento anual de 25%; de esta superficie, 3450 ha<sup>-1</sup> se ha incrementado la producción de tomate (Rodríguez et al., 2008). En cuanto INIFAP (2011), menciona la producción en invernadero representa gran atractivo especialmente para aquellos cultivos destinados preferentemente a los mercados internacionales que exigen calidad y pagan precios más elevados.

Además, la demanda de productos producidos de manera orgánica se ha incrementado, debido a que los abonos orgánicos mejoran las características cualitativas de estos vegetales (Vázquez *et al.*, 2015).

### **2.5.3 Calidad de la producción**

Además del peso fresco de los productos cosechables, la calidad de estos determina el rendimiento de las hortalizas del invernadero. La calidad es una combinación de atributos, propiedades o características que dan a cada producto valor, en función de su uso. Cabe distinguir entre calidad externa, que incluye aquellos atributos visibles (forma, color,) y calidad interna (sabor, vida útil,) que no se pueden evaluar a simple vista (Castilla, 2005).

### **2.5.4. Ventajas de producción en invernadero**

El uso de plástico para la protección de los cultivos proporciona efectos positivos sobre algunos factores del suelo y el ambiente. Esto permite que el desarrollo de las plantas sea mayor y más acelerado que en un suelo descubierto, por lo que al aplicar esta técnica generalmente se obtiene lo siguiente:

- a) Se incrementa los rendimientos
- b) En las regiones en que las condiciones climáticas predominantes fijan los límites de explotación de algunas especies, al utilizar invernaderos y túneles altos para forzar totalmente la producción de los cultivos es posible obtener cosechas fuera de las épocas tradicionales. Lo anterior

reviste gran importancia, ya que se obtiene mayores ganancias en el mercado.

- c) Cuando se utilizan los invernaderos y túneles para proteger por poco tiempo los cultivos (1-2 meses), se obtiene un adelanto al inicio de cosecha respecto al periodo de plantación normal.
- d) Se hace más eficiente el uso de fertilizantes, ya que las plantas protegidas aprovechan en mayor proporción los elementos nutritivos, al tener mejores condiciones de humedad, temperatura, etc.
- e) Se obtiene ahorro de agua, debido que al conservarse húmedo el terreno por más tiempo es posible disminuir la cantidad de riegos, lo que se refleja en un ahorro de la lámina de agua aplicada y consumida al final del ciclo vegetativo (Rodríguez, 1991).

#### **2.5.5. Desventajas de producción en invernadero**

INIFAP (2011), indica las siguientes desventajas:

- a) Alta inversión inicial
- b) Alto costo de operación
- c) Se requiere personal especializado, de experiencia práctica y conocimientos teóricos.

#### **2.5.6. Exigencia del clima**

Dentro del invernadero se maneja un microclima que favorezca el crecimiento de plantas. Una elevada radiación solar y temperatura se traducen

en un alto índice de evapotranspiración del cultivo lo que provoca daños y muerte de las plantas por qué se hace necesario manejar factores de: Temperatura, Humedad relativa, energía solar, viento, volumen de aire (Nuño, 2007).

### **2.5.7. Temperatura dentro del invernadero**

Cada función vital del vegetal necesita unas temperaturas críticas o por encima o por debajo de ellas no se realizan o se ven dificultades. Cada especie vegetal, en cada momento crítico de su ciclo biológico, necesita una temperatura óptima para su desarrollo normal. La temperatura influye en las funciones vitales vegetales siguientes: transpiración, respiración, fotosíntesis, germinación, crecimiento, floración, fructificación. Las temperaturas máximas y mínimas que soporta la mayoría de los vegetales están comprendidas entre 0 y 70°C; fuera de estos límites casi todos los vegetales mueren o quedan en estado de vida latente. Si las temperaturas son inferiores a 4 o 5 °C, se producen hilos dentro de la células y desgarros de las membranas celulares producidas por los cristales y hielo (Serrano, 2002).

### **2.5.8. Humedad ambiental**

La humedad ambiental no interviene directamente en la fotosíntesis. Su papel es indirecto a través de la influencia en la apertura estomática. En condiciones adecuadas de suministro hídrico (riegos no limitantes) y en ausencia de problemas de salinidad, la fotosíntesis no es afectada por una

humedad ambiental baja. Puede ocurrir que, en condiciones de muy alta demanda evaporativa coincidentes con la baja humedad o con dificultades de suministro hídrico desde las raíces, hay limitación de fotosíntesis, pero ello sería debido a un insuficiente suministro hídrico que induciría cierre estomático por el estado hídrico foliar (Castilla, 2005). En relación con la óptima está en el rango de 70-80% lo que permite una adecuada transpiración, cuando se excede estos rangos se crea un ambiente favorable para el desarrollo de patógenos y deficiencia de calcio en frutos y hojas de tomate (Nuño, 2007).

## **2.6. Plagas**

### **2.6.1. Minador de la hoja, mosquita minadora o minador serpentina de la hoja (*Liriomyza pusilla* Meig.)**

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

Bilogía: 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 de larva dura de siete a diez 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 ocho 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).

### **2.6.2. Control**

Las malas hierbas y las plantas adventicias que sirven de hospedadores multiplicadores deben de ser eliminados, siempre que los niveles de parasitismo sean bajos. Para el seguimiento de las evoluciones de las poblaciones se pueden utilizar trampas pegajosas amarillas y azules, aunque también atrapan aun buen número de parasitoides. En determinadas situaciones las trampas cromotrópicas pueden ser utilizadas como medio de control directo. Además de algunos depredadores, como ya mencionados chinches, una importante lista de parasitoides incide en las poblaciones de este minador. De entre los endoparásitos, *Chrysocaris parksi*, es el más frecuente y abundante (Nuez, 2001).

### **2.6.3. Gusano del fruto (*Heliothis virescens* y *Helicoverpa zea*)**

Descripción: En su estado adulto, estos lepidópteros son palomillas nocturnas; las larvas son gusanos de color amarillo verde, rojo, castaño o casi negro con rayas amarillas o rojas longitudinales y puntos negros; miden hasta 3.8 cm. de largo y normalmente se encuentran dentro parcial o totalmente dentro de los frutos atacados. Con relación a daños las larvas causan daño al alimentarse de los frutos en cualquier estado de desarrollo, cuando son frutos pequeños los devoran totalmente y en frutos grandes hacen un orificio de entrada para alimentarse por dentro; también pueden dañar los brotes tiernos y hojas (Hernández et al., 2012).

#### **2.6.4. Control**

Para control biológico se puede aplicar productos a base de bacillus thuringiensis, tales como el Javelin WG (Dosis: 2.0 a 3 g/L; IS: 1 día Toxicidad: LT; ia: B. thuringiensis),

#### **2.6.5. 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 a la planta 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 negrilla sobre la melaza producida en la alimentación; manchan deprecian los frutos y dificultan el normal crecimiento de las plantas (Fuentes et al., 2006).

#### **2.6.6. Control**

Se hace una aplicación preventiva al trasplante con un producto que contenga aceite de soya, así como extracto de ajo o canela productos naturales. El tratamiento se repite cada 21 días (Fuentes et al., 2006).

## **2.7. Enfermedades**

### **2.7.1. Tizón Temprano (*Alternaria solani*)**

En las hojas más viejas aparecen pequeñas lesiones de color oscuro rodeado de un halo amarillo. 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, comienzan en la inserción del cáliz en estado verde o maduro, los frutos se pudren y caen (Obregón, 2014).

Productores de Hortalizas con respecto al manejo nos menciona: Medidas preventivas: inspección del cultivo dos veces por semana; si se utiliza aspersión, se debe de regar temprano para permitir la correcta aireación de las plantas, usar semillas sanas, aumentar la materia orgánica y controlar los nematodos. Medidas curativas: aplicar fungicidas protectores o biológicos (Obregón, 2014).

### **2.7.2. Marchitez del tomate (*Fusarium oxysporum* f.s. *lycopersi*)**

Hojas inferiores se vuelven cloróticas y el follaje se marchita. Los síntomas de amarillamiento y marchitamiento generalmente aparecen de un solo lado de la hoja o rama. El tejido vascular se vuelve verde oscuro, y se hace más notorio en el punto de inserción del peciolo; la medula no manifiesta esta coloración. Muchas veces la parte baja del tallo se ancha y la planta termina marchitándose y luego muere (Obregón, 2014).

### **2.7.3. Control**

Para la prevención se recomienda tratar la semilla con agua caliente 20 minutos a 50 °C, esta medida elimina el patógeno. Fertilizar adecuadamente, dar riegos ligeros y frecuentes para tener una buena humedad en el suelo, sin llegar al exceso, usar semillas sanas y tratadas, rotar los cultivos, esterilizar los suelos y tratar la plántula antes del trasplante con un fungicida sistémico (por inmersión) de la planta. La fertilización sin exceso de nitrógeno y si con más potasio, la aplicación de cal hidratada al suelo, la rotación de cultivos por tres a cuatro años y la eliminación de plantas atacadas proporcionan buenos resultados. El uso de variedades resistentes de tomate es la única medida practica para el control de la enfermedad en el campo; actualmente, de las variedades existentes, la mayoría no son completamente resistentes, pero bajo condiciones subóptimas para su infección producen buenos rendimientos en el campo, aunque los suelos estén infectados (Rosales y Nápoles, 1999).

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

Este hongo es el más importante que ataca a los cultivos de tomate y otras hortalizas. Si no se logra un control aceptable de la enfermedad se puede producir importantes pérdidas en el cultivo. Ataca principalmente en los invernáculos desde mayo en adelante observándose ataques intensos a veces hasta fines de octubre dependiendo de las condiciones climáticas. El moho gris, ataca todas las partes vegetativas de la planta de tomate formando sobre los tejidos atacados en condiciones de alta humedad cantidad de esporas que al

ser agitadas por las prácticas de manejo o viento, produce una dispersión importante de la enfermedad. Generalmente los síntomas se observan al principio en la floración en los pétalos de la flor que se infectan, al caer, contaminan cualquier órgano vegetativo de la planta tanto sea hojas, tallos, o frutos. Cuando ataca los tallos, el síntoma avanza y los destruye matando como consecuencia la planta (Rosales y Nápoles, 1999).

### **2.7.5. Control**

La regulación de la temperatura dentro del invernadero y de la humedad relativa dentro del invernáculo y de la humedad relativa son los factores más importantes para manejar la enfermedad. Estas medidas se pueden llevar a cabo mediante la abertura y cerrado de cortinas, estructuras adecuadas del invernáculo entre lo que es muy importante la altura y la abertura cenital. Además de la distancia de plantación, el manejo de la planta, la fertilización nitrogenada, el riego, y un invernáculo en lo posible sin goteras son factores primordiales que deben ser manejados correctamente para evitar microclimas favorables para el desarrollo de la enfermedad. En cuanto a fungicidas a base de clorotalonil, iprodione, ciprodinil, mas fludioxinil, fenexamid, pyraclostrobin + boscalid están proporcionando un control eficiente de la enfermedad. Es importante que la aplicación de fungicidas sea realizada desde la primera floración y pulverizadora neumática para lograr mayor penetración y cobertura de los productos en las plantas (Bernal, 2010).

## **2.8. Agricultura orgánica.**

En las últimas décadas, el mundo ha observado un rápido desarrollo del segmento de agricultura orgánica. Cada vez más, los consumidores prefieren alimentos libres del uso de agroquímicos, incluidos los fertilizantes inorgánicos. Se ha logrado desarrollar un sector de los consumidores conocidos como “consumidor ecológico”, dispuesto a pagar un precio extra por adquirir alimentos obtenidos bajo un sistema de producción orgánico (Márquez *et al.*, 2013).

Una de las principales corrientes de la agricultura sustentable es la agricultura orgánica, la cual está basada en el uso de productos naturales no contaminantes como la compost, la utilización de productos autorizados para el control de los organismos dañinos y el uso abundante de mano de obra (Fortis *et al.*, 2013)

### **2.8.1. Ventajas y desventajas de la Agricultura orgánica**

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (2003) nos hace referencia a las:

Ventajas

1. La agricultura Orgánica permite hacer uso de algunos conocimientos tradicionales.
2. Cuando este ubicado el mercado posibilita el aumento y la estabilidad de precios.
3. Puede llevar a reducir costos de producción.

4. Conlleva mejoras en la salud ambiental y de las familias productoras.
5. Promueve un uso sostenible del suelo y otros recursos.

#### Desventajas

1. La tecnología para la agricultura orgánica es limitada.
2. La asistencia técnica especializada en Ag. Orgánica es escasa.
3. La certificación es costosa.
4. El mercado requiere un alto grado de organización.

#### **2.8.2. Sustratos orgánicos**

Sobre el término sustrato aplicado a la horticultura existen diversas definiciones. Un sustrato es cualquier medio que se utilice para el cultivo de plantas en contenedores, en donde se entiende por contenedor cualquier recipiente que tenga altura limitada. Al igual es todo material sólido distinto del suelo in situ, natural, sintético o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o mezcla permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal (Cruz-Crespo *et al*, 2012).

#### **2.8.4. Sustratos inorgánicos o inertes.**

Son los materiales no orgánicos sujetos a descomposición biológica. Se presentan a dos tipologías características, los materiales de origen natural en

sentido estricto, y los materiales alterados. Los materiales inorgánicos se obtienen a partir de rocas o minerales distintos orígenes (ígneos, metamórficos o sedimentación) e incluye a los suelos naturales. Estos materiales pueden modificarse ligeramente, sin alterar la estructura interna del material, mediante tamizado o fragmentación o bien pueden transformarse mediante procesos físicos (generalmente térmicos) o químicos que transforman las propiedades intrínsecas del material original. Estos procesos pueden ser resultantes de otras actividades (por ejemplo, residuos de minería) o bien pueden ser realizados *ex profeso* para obtener materiales de características particulares (por ejemplo, perlitas expandidas, vermiculitas exfoliadas, etc.) (Burés, 1997).

#### **2.8.5. Propiedades físicas de los sustratos**

Las propiedades físicas que en mayor medida caracteriza a un buen sustrato, en cuanto a su aptitud para la germinación, el enraizamiento y el desarrollo de la planta, son las siguientes: elevada capacidad de retención de agua fácilmente disponible, suficiente suministro de aire, distribución del tamaño de las partículas adecuadas para mantener las condiciones anteriores, baja densidad aparente, elevada porosidad total y estructura estable que impida la contracción del sustrato. (Torres *et al.*, 2017).

#### **2.8.6. Vermicompostaje**

Es un proceso que consiste en la transformación de la materia orgánica a través de la acción descomponedor de las lombrices. Estas, a través de su tubo

digestivo, convierten los restos en un producto estable, llamado vermicompost, idóneo para el abonado de las plantas del hogar. (Urquiaga y de Santos, 2013).

### **2.8.7. Lixiviados 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. Este material está siendo utilizado para el control de plagas y enfermedades, puesto que tienen una gran abundancia y diversidad de microorganismos benéficos, por lo que no son considerados pesticidas. 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). Además, el lixiviado obtenido de estiércol de ovinos utilizado como alimento para las lombrices ha demostrado ser una excelente fuente de potasio es de 2,4 gramos por litro y de nitrógeno 61 miligramos por litro (61 ppm) conteniendo además hierro, manganeso, cobre y zinc, micro nutriente esenciales (Casco e Iglesia, 2005).

### **2.8.8. Él te 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.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización geográfica de la comarca lagunera**

La comarca lagunera Incluye dos ciudades pertenecientes al estado de Durango (Gómez Palacio y Cd. Lerdo) y una perteneciente al estado de Coahuila (Torreón). Fisiográficamente se localiza en la meseta norte, con relieve planos de lomeríos bajos y sierras de altura regular, las cuales dan lugar a numerosos valles Inter montañosos que por sus características generales favorece las actividades agropecuarias, las cuales se ven limitadas por la falta de agua (Alba *et al.*, 2011).

#### **3.2. Localización del experimento**

El presente estudio se realizó a cabo en el invernadero número 1 del departamento de Horticultura en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL (UAAAN-UL); se encuentra ubicada en el periférico y carretera santa fe Km. 1.5. Torreón Coahuila México.

#### **3.3. Características del invernadero**

El invernadero es semicircular con dimensiones de 10 metros de ancho y 23 de largo, con una cubierta plástica transparente y una maya sombra para disminuir la intensidad lumínica, cuenta con una pared húmeda, dos extractores y con una cubierta de grava.

#### **3.4. Material genético**

Utilizando la variedad Rio Grande tipo Saladette de crecimiento indeterminado de planta vigorosa con frutos extra grandes, de forma oval y maduración uniforme, de paredes gruesas, ideal para cultivos de primavera-verano.

### **3.5. Sustrato**

Se utilizó dos costales de perlita Multiperl Hortícola, junto con arena y Lambert LM-GPS de 25 kg como peat moss.

#### **Steiner**

Para la realización de la solución Steiner al 100% se utilizaron los siguientes compuestos químicos: Nitrato de calcio ( $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ ), Nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), Nitrato de magnesio ( $\text{MgNO}_3$ ) y Sulfato de magnesio  $\text{MgSO}_4$ .

### 3.6 Diseño de tratamientos

**Cuadro 2. Descripción de porcentajes de lixiviados de vermicompost.**

Tratamiento	Descripción
T <sub>1</sub> (Testigo)	100% Steiner, + 90% arena y 10% perlita.
T <sub>2</sub>	60% Lixiviado VC + 90% arena y 10% perlita.
T <sub>3</sub>	80% Lixiviado VC + 90% arena y 10% perlita.
T <sub>4</sub>	100% Lixiviado VC + 90% arena y 10% perlita.

### 3.7. Diseño experimental.

En el estudio se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones cada tratamiento. La unidad experimental lo conformo una maceta, colocando una planta en cada unidad.

Los tratamientos evaluados consistieron en la utilización de porcentajes de lixiviados de vermicompost, en combinación de sustratos perlita y arena, como se describe en el cuadro 2

### **3.8. Siembra en charolas**

Se realizó en charolas de unicel de 200 cavidades con medidas de 66.4 cm de largo x 33.5 cm de ancho x 70 cm de alto, fabricado de poliestireno de alta densidad, con un peso de 330 gramos y colocando una semilla por orificio, utilizando como sustrato peat moss.

### **3.9. Llenado de macetas**

Se llenaron las bolsas negras de polietileno 15 kg con diferentes sustratos, realizando una mezcla de arena y perlita. Posteriormente perforando cada una de las macetas para el drenado del agua de riego.

### **3.10. Trasplante**

Se efectuó cuando la planta alcanzo una altura de 10 a 13 cm, colocando cada planta por maceta en su respectivo tratamiento. Aplicando un riego pesado para la humedecer el sustrato.

### **3.11. Elaboración de los diferentes porcentajes de lixiviado.**

Para la elaboración de cada porcentaje de lixiviado se utilizaron 4 recipientes de 100 litros. Los cuales son 100% Steiner, 60% Lixiviado (9 litros lixiviado + 91 litros de agua), 80% Lixiviado (12 litros lixiviado + 88 litros de agua) y 100% Lixiviado (15 litros lixiviado + 85 litros de agua).

### **3.12. Riego**

El riego se realizó manualmente y aplicando los diferentes porcentajes de lixiviado, cada dos días, por la mañana y tarde aplicando en donde se empezó con un recipiente de 500 ml en los primeros 30 días después del trasplante en su correspondiente repetición. Ya en la etapa de floración se aplicó un 1 L.

### **3.13. Manejo del cultivo**

#### **3.13.1. Tutorado**

Consistió en guiar a la planta verticalmente con rafia, esta se realizó cuando alcanzó una altura adecuada, con el objetivo de mantener la planta erguida ayudando a la planta con mayor incidencia de luz, ventilación y evitando que los frutos hicieran contacto con el suelo para evita su daño. Conforme la planta fue creciendo se fue enredado en la rafia para un buen manejo y crecimiento de esta misma.

#### **3.13.2. Podas de hojas senescentes y brotes axilares.**

El estudio se llevó acabo con plantas de un solo tallo, por lo cual la actividad se realizó manualmente utilizando tijeras desinfectadas, eliminando brotes axilares que se presenten en el desarrollo de la planta. Al igual se eliminaron las hojas senescentes para un mayor desarrollo de la planta, y así evitando que las plantas se vuelvan parasitas. Con esta actividad también se

pretende la mayor entrada de luz y ventilación de la planta, en la cual también se dejará una hoja por racimo para el buen desarrollo del fruto.

### **3.13.3. Polinización**

Se realizó manualmente por la mañana, cuando comienza la etapa de floración. Se hizo movimientos ya sea planta por planta o pegándole al tutorado con algún material haciendo una ligera vibración para una buena polinización.

### **3.14. Manejo de plagas y enfermedades**

Se llevó a cabo un monitoreo semanal para checar la incidencia de algún organismo plaga o patógeno que provoque alguna enfermedad, y así mismo su identificación para un buen control.

### **3.14. Variables a evaluar**

#### **3.14.1. Eventos fenológicos**

#### **3.14.2. Inicio de floración y de fructificación**

Se anotaron las fechas de inicio de cada uno de los tratamientos.

#### **3.14.3 Inicio de cosecha**

Se realizó cuando los frutos presentaron una coloración roja de  $1/3$  y hasta  $2/3$  de coloración.

#### **3.14.4. Características Externas del fruto**

##### **3.14.5 Diámetro ecuatorial**

Se midieron con un vernier lo ancho del fruto para determinar su diámetro en cm.

##### **3.14.6. Peso de fruto**

Se usó una báscula Ultra Ship -75 con capacidad de 34 kg, colocando un fruto de manera individual.

##### **3.14.7. Características Internas del fruto**

##### **3.14.8. Grosor de pulpa**

Se utilizó una regla grabada determinando los mm de la pulpa de cada fruto, cortando de forma transversal por la mitad para posteriormente medir.

##### **3.14.9. Grados brix**

Se utilizó un refractómetro óptico master 0.0-53.0 Brix marca ATAGO modelo 2352 para la lectura de los grados brix el procedimiento consistió en partir los tomates por la mitad para extraer el jugo del fruto, para así colocarlo al refractómetro en donde los grados brix se indican por medio de una escala. Después de cada lectura el refractómetro se lavó con agua destilada, para posteriormente seguir con las lecturas siguientes.

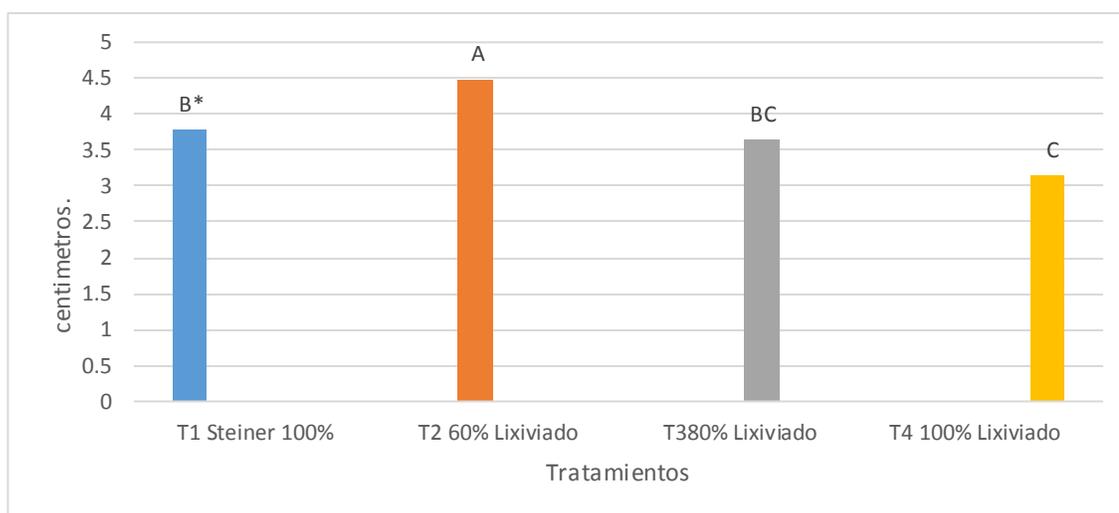
### **3.14.10. Rendimiento**

Para determinar el rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ), se consideró en cuenta el peso total de frutos, la distribución de las macetas, teniendo en  $1m^2$  del invernadero, cuatro macetas (con una planta por maceta).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Diámetro ecuatorial

El análisis estadístico indica diferencia significativa entre tratamientos para la variable diámetro ecuatorial. El tratamiento que sobresalió en diámetro ecuatorial es el T<sub>2</sub> (60 % lixiviado VC) con 4.5 cm, seguido del T<sub>1</sub> (100% Steiner) con 3.7 cm, mientras que el tratamiento T<sub>4</sub> (100% Lixiviado VC) obtuvo el menor diámetro ecuatorial 3.1 cm, además los T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> son estadísticamente iguales.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

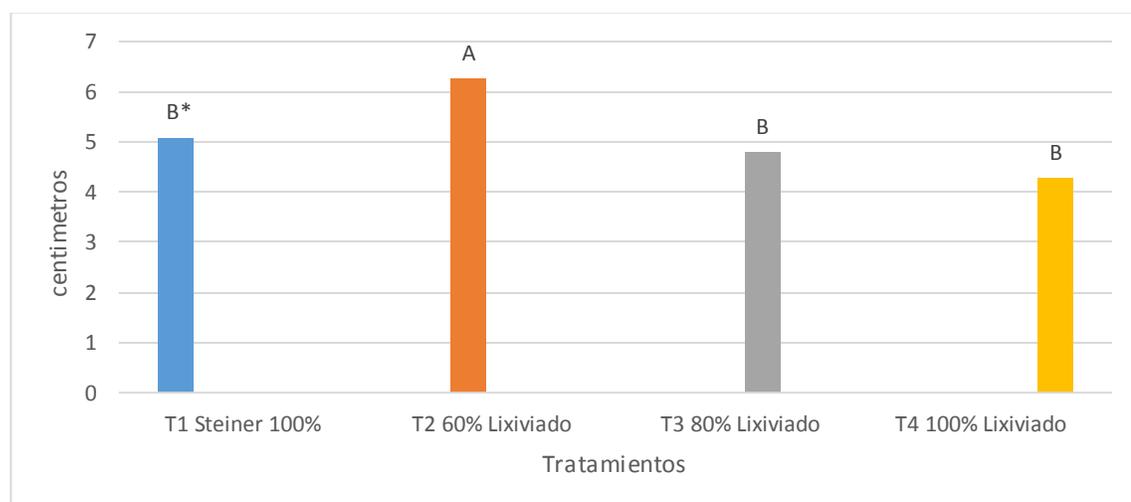
**Figura 4.1.** Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre diámetro ecuatorial (cm) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.

Cano *et al.*, (2004) al evaluar tomate bola (hibrido Adela), con porcentajes de vermicompost (12.5, 25, 37.5 y 50%) más arena y con un testigo en arena con fertirrigación, usando la solución nutritiva propuesta por Zaidan y

Avidan (1997) bajo condiciones de invernadero durante en el periodo, otoño – invierno, reportan que el T<sub>4</sub> (50% vermicompost más 50% de arena), obtuvo mayor diámetro ecuatorial con 7.5 cm. De acuerdo con el análisis realizado, el resultado obtenido en este experimento difiere con Cano et al (2004), ya que T<sub>2</sub> obtuvo un valor máximo de 4.5 cm. Por lo tanto, esta diferencia puede ser debido al material genético evaluado.

#### 4.2. Diámetro polar.

El análisis estadístico indica diferencia significativa para la variable diámetro polar entre tratamientos, destacando el T<sub>2</sub> (60% Lixiviado VC) con un valor de 6.2 cm, mientras que los T<sub>1</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> son estadísticamente iguales entre sí, como puede observarse en la figura 4.2.



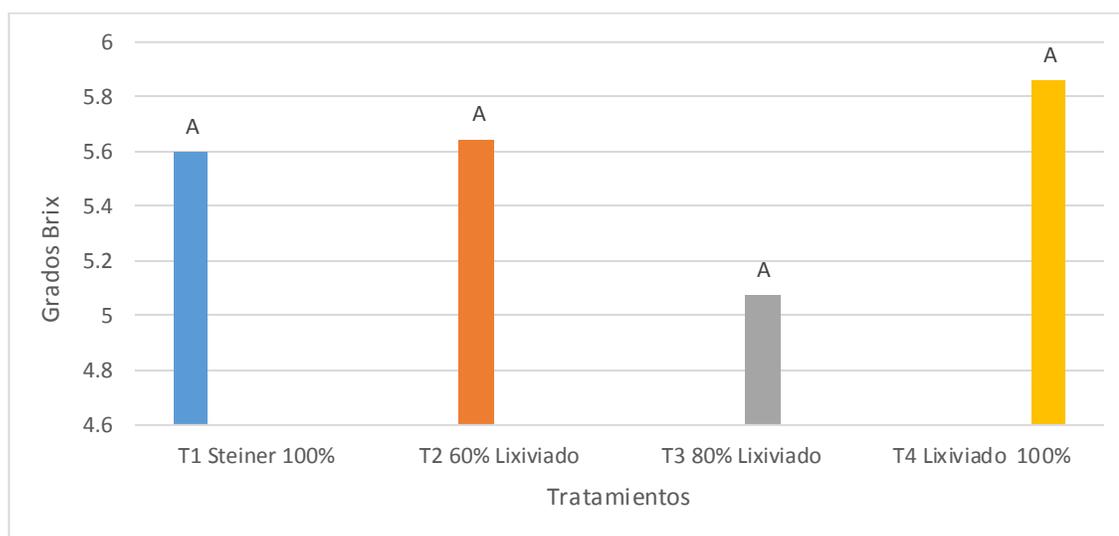
\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

**Figura 4.2.** Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre diámetro polar (cm.) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo son menores a los reportados por Rodríguez *et al.*, (2008) que en combinación del híbrido “Big Beef” con sustratos orgánicos en invernadero obtuvo un diámetro polar (6.3 cm). Esta diferencia pudo deberse al tipo de sustrato utilizado y al tipo de tomate evaluado.

### 4.3. Grados Brix

El análisis estadístico no mostro diferencia significativa entre tratamientos para la variable “Grados Brix”, los valores determinados oscilan entre 5.59, 5.64, 5.07 y 5.85, con un promedio general de 5.53.



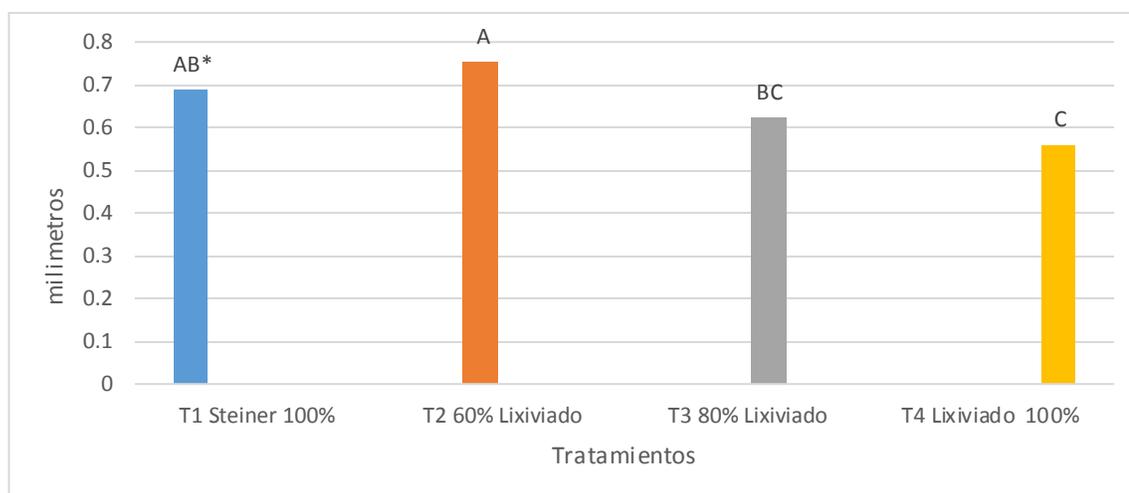
**Figura 4.3.** Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre Grados Brix de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.

Este resultado es similar al reportado por Vázquez *et al.*, (2015) pues encontraron valores medios que oscilan entre 4.21 y 4.51 con el uso de soluciones nutritivas orgánicas. Aunque en este trabajo no se encontró

diferencia significativa para grados Brix, los valores obtenidos cumplen con los requerimientos de sólidos solubles que van de 4.0 a 5.5 °Brix, para ser considerado tomate fresco de buena calidad (Preciado *et al.*, 2011).

#### 4.4. Grosor de pulpa

Para la variable grosor de pulpa (mm) el análisis estadístico muestra diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el T<sub>2</sub> (60% Lixiviado VC), con 0.752 mm, el cual es estadísticamente igual al T<sub>1</sub> y diferente a los T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>.



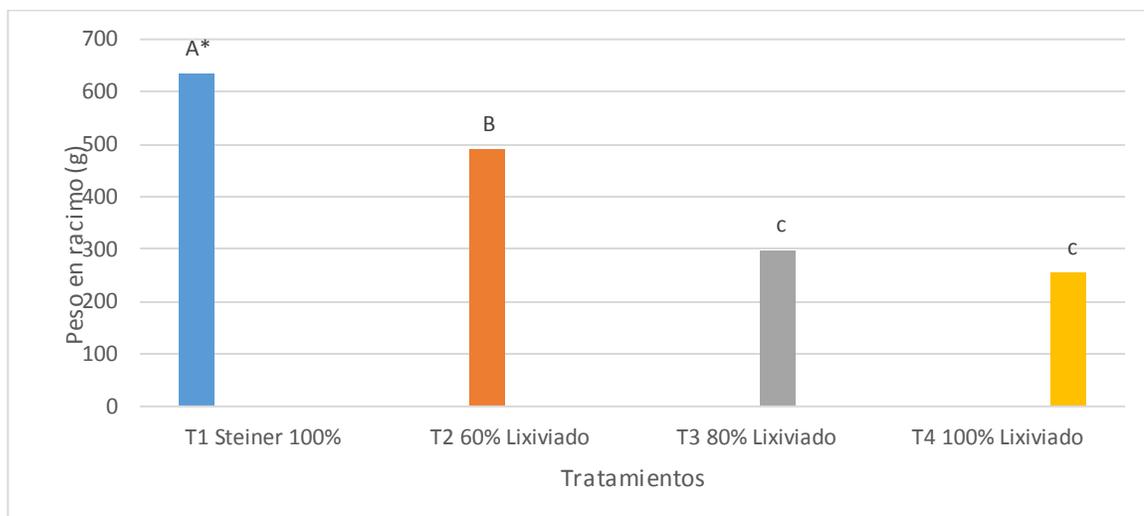
\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

**Figura 4.4.** Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre grosor de pulpa (mm.) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.

Rodríguez *et al.*, (2008), con el genotipo Miramar y Big Beef encontró para esta variable medias de 0.84 mm y 0.70 mm respectivamente. El resultado para big beef es similar al resultado obtenido en este trabajo de 0.655 mm.

#### 4.5. Peso de racimo

Para la variable peso de racimo (g) el análisis estadístico indica diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento T<sub>1</sub> (100% Steiner), con 633.4 g. seguido de T<sub>2</sub> (60% Lixiviado VC), seguido de los tratamientos T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> con valores menores para esta variable.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

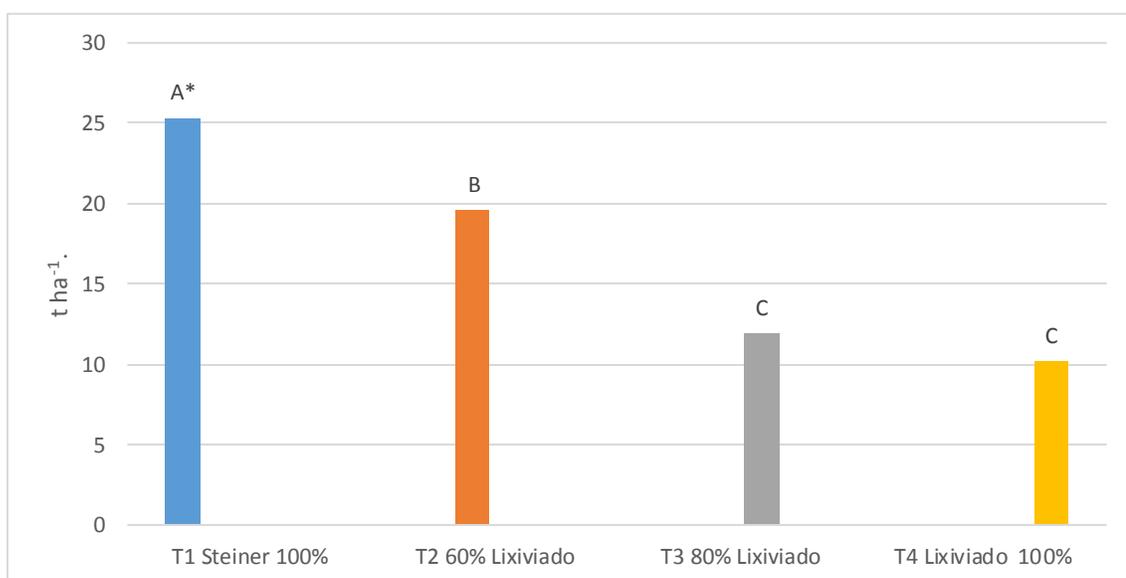
**Figura 4.5.** Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre peso de racimo (g) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.

El peso obtenido en este trabajo reportado por Gonzalez (2015), al evaluar soluciones nutritivas orgánicas en invernadero en la cual el testigo Steiner (T=1) es de 295.50, seguido de lixiviado (T=4) con 277.50, cabe mencionar que los resultados anteriores se deben a que las plantas obtienen los nutrientes más eficientemente cuando se emplea una solución balanceada y

en las formas iónicas que ellas pueden aprovechar (Preciado *et al.*, 2011). Este resultado es igual encontrado al presente trabajo ya que el testigo T<sub>1</sub> (100% Steiner) es mayor que los tratamientos T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub>.

#### 4.6. Rendimiento

El análisis estadístico realizado para la variable rendimiento determino diferencia significativa entre tratamientos. En donde la solución inorgánica del T<sub>1</sub> (100% Steiner) obtuvo el mayor rendimiento con 25.336 t ha<sup>-1</sup>, seguido del T<sub>2</sub> (60% Lixiviado VC) con 19.6, mientras que el T<sub>3</sub> (80% Lixiviado VC) con 11.952 y T<sub>4</sub> (100% Lixiviado VC) con 10.208 obtuvieron los menores rendimientos y son estadísticamente iguales de acuerdo con la figura 4.5



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos

**Figura 4.6.** Efecto de los porcentajes de lixiviado en el sustrato sobre rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de tomate saladette variedad Rio Grande en invernadero.

Preciado *et al.*, (2011) al evaluar soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero encontraron que el mayor rendimiento de fruto se obtuvo al emplear la fertilización con la solución nutritiva inorgánica, seguido por la fertilización con te de vermicompost. Las plantas fertilizadas con lixiviado de vermicompost produjeron la menor cantidad de frutos de todos los tratamientos (42% respecto a la solución nutritiva Steiner). Lo anterior puede ser debido a las concentraciones de los nutrientes en la solución. Castro *et al.*, (2004) comentan que el suministro adecuado de nitrógeno está asociado con niveles adecuados de clorofila, crecimiento vegetativo, alta actividad fotosintética y con la síntesis de carbohidratos, de los cual depende el rendimiento. Este resultado es igual al encontrado en el presente trabajo, ya que el testigo T<sub>1</sub> (100% Steiner) obtuvo el mayor rendimiento.

## 5. CONCLUSIONES

El T<sub>2</sub> (60 %Lixiviado VC) obtuvo los mejores resultados para la variable: Diámetro ecuatorial 4.5 cm, diámetro polar 6.2 cm, y grosor de pulpa 0.752 mm. Respecto a la variable Grados Brix no se encontró diferencia significativa entre tratamientos.

El T<sub>1</sub> (100% Steiner) indica mayor rendimiento y peso de fruto de acuerdo con el análisis estadístico realizado.

## 6. LITERATURA CITADA

Alba-Ávila, J. A., Sánchez-Salas, J., y Muro-Pérez, G. 2011. Desarrollo Agroindustrial: reseña y perspectiva en la Comarca Lagunera, México. Facultad de Ciencias Forestales-UANL. Linares, Nuevo León.

Bernal Roberto. 2010. Enfermedades de tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) en invernadero en las zonas de salto y bella unión. Editado por la unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA. Montevideo, Uruguay. pp 13-15.

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

Brouwer, C. 2006. El tomate, sus datos e historia. Editado y una nueva edición por Extensión Cooperativa de Texas del Condado de Harris.

Cabrera V, A, F., y Salazar E, I, E. 2004 Producción de hortalizas de clima cálido. Impreso en imágenes Gráficas S.A Cali. Colombia. Universidad Nacional de Colombia-Sede Palmira. pp 72,73.

Cabrera, I. R. 1998. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivos para la producción de plantas en macetas. Department of plant science, The State University of New Jersey. USA. pp 6.

Cabrera-Vallejo, F. A.; y E. I. Estrada-Salazar. 2004. Producción de hortalizas de clima cálido. Ed. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. pp 51.

Cano P., A. Moreno., C. Márquez H., N. Rodríguez D. y 2 Victor Martínez C. 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL. Torreón Coahuila mex.

Casco C. A. y Iglesias, Ma. C. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricomposta. Universidad Nacional del Noreste, Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. 026.

Castellanos, J. 2010. Manual de producción de tomate en invernadero. Editado por: intagri. Celaya, Gto., México. pp 46-106.

Castilla-Prados, N. 2005. Invernadero de plásticos, tecnología y manejo. Ed. Mundi-Prensa. Madrid-España. pp 83.

Castro-Brindis, R; A. Galvis-Spínola; P. Sánchez-García; A. Peña-Lomelí; M. Sandoval-Villa; G. Alcantar-González. Demanda de nitrógeno de cascara (Physalis ixocarpa Brot.) Revista Chapingo Serie Horticultura. Vol. 10(2): 147-152.

Cruz-Crespo, E.; Can-Chulim, A.; Sandoval-Villa M.; Bugarin-Montoya R.; Robles-Bermúdez A.; Juárez-Lopez, P. 2012. Sustratos en la horticultura. Unidad Académica de Agricultura. Universidad Autónoma de Nayarit. pp 18. Disponible en: <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-2.pdf> [Citado 05 mayo de 2017].

Cubillos, A. E. P. 2015. Manual tomate. Cámara de comercio de Bogotá. Disponible en: <http://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/14307/Tomate.pdf?sequence=1> [citado 11 de septiembre de 2017].

Duarte, M. R., Contreras, R. F., Contreras, G. R. L. 2009. Híbridos de tomate para la producción en invernaderos en el noroeste de Sonora. Folleto Científico N°1. Centro de investigación regional del noroeste campo experimental costa de Hermosillo.

Escalona C., Alvarado V., Monardes M., Urbina., Martin B., 2009. Manual de cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill.). Facultad de cs. Agronómicas. Universidad de Chile.

Escobar Hugo y Lee Rebecca. 2009. Manual de producción de tomate bajo invernadero. Bogotá, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Disponible en: [http://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field\\_attached\\_file/pdf-manual\\_produccion\\_de\\_tomate\\_-\\_pag.-\\_web-11-15.pdf](http://www.utadeo.edu.co/files/node/publication/field_attached_file/pdf-manual_produccion_de_tomate_-_pag.-_web-11-15.pdf) [Citado 09 de Agosto de 2017].

FAO. 2003. Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Disponible en: <http://www.fao.org/3/at738s.pdf> [ citado: 10 octubre 2017].

Fernández-Ruiz, V.; M. Cámara; J. C. Quintela. Ingredientes bioactivos de tomate: el licopeno. Nutr. Clin. Diet. Hosp. Vol. XXVII/168

FIRA. 2016. Panorama Agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Tomate rojo. Disponible en: [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama\\_Agroalimentario\\_o\\_Tomate\\_Rojo\\_2016.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200635/Panorama_Agroalimentario_o_Tomate_Rojo_2016.pdf) [citado 11 de septiembre de 2017].

FIRA. 2016. Panorama Agroalimentario. Dirección de investigación y evaluación económica y sectorial. Tomate rojo. Disponible en: <https://www.fira.gob.mx/InfEspDtoXML/abrirArchivo.jsp?abreArc=65310> [Citado 11 septiembre de 2017].

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) [Citado: 10 de octubre de 2017].

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

Garza-Arizpe M., M. Molina-Velázquez. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo, en el estado de Nuevo León. SAGARPA.

Grupo DISAGRO. 2004. Plan de manejo para el cultivo del tomate. Disponible en:

<https://www.bolsamza.com.ar/english/mercados/horticola/tomatetriturado/plan.pdf> [citado 04 de mayo 2017].

Hernández, V. E., Ángel R. N., y López N. E. R. 2012. Cultivo de tomate en hidroponía e invernadero. Ed., Mundi-prensa México, Mundi-prensa España, Colegio de posgraduados 1ª. Reimpresión, 2012. pp 72-73.

INIFAP.2011. Guía para cultivar tomate en condiciones hidropónicas de invernadero en San Luis Potosí. Disponible en: <http://www.inifapcirne.gob.mx/Biblioteca/Publicaciones/881.pdf> [citado: 06 octubre de 2017].

Manrique J, A., y Blanco J, L. 2013. Polinización de tomate, calabacín y pepino, con Meliponinos y *Apis mellifera* en invernaderos. *Zootecnia Trop.*,31 (3): 243-253.

Mantallana-Gonzales, A.; y J. I. Montero-Camacho. 2001. Invernaderos: diseño, construcción y climatización.

Márquez-Hernández C.; P. Cano-Ríos; U. Figueroa-Viramontes; J.A Avila-Díaz; N. Rodríguez-Dimas; J.L García-Hernández. 2013. Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. *Revista Internacional de botánica experimental* 82: 55-61.

Márquez-Quiroz, C.; P. Cano-Ríos; A. Moreno-Reséndez; U. Figueroa-Viramontes; E. Sánchez-Chaves; E. De la Cruz-Lázaro; y V. Robledo-Torres. 2014. *ITEA* 110: 3-17.

Martínez-Ruiz, J.; Vicente, A. A Vicente; J. L. Montañez-Saenz; R. Rodríguez-Herrera; y C. N. Aguilar-González. 2012. Un tesoro percedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* 54: 42-48.

Méndez, G. E. 2012. "Producción de jitomate (*Solanum Lycopersicum L.*) Bajo condiciones protegidas e hidroponía en tabasco". Tesis doctoral. Instituto de

enseñanza e investigación en ciencias agrícolas, campus Montecillo, Texcoco, Estado de México.

Nuez Fernando. 2001. El cultivo del tomate. Ed., Mundi-prensa. España. pp 433,434.

Nuño-Moreno, R.; J.F. Ponce-Medina; C. Hernández-Zavala; G. M. Machain-Servin. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. Disponible en: [http://www.academia.edu/9762199/MANUAL\\_DE\\_PRODUCCIÓN\\_DE\\_TOMATE\\_ROJO\\_BAJO\\_CONDICIONES\\_DE\\_INVERNADERO\\_PARA\\_EL\\_VALLE\\_DE\\_MEXICALI\\_BAJA\\_CALIFORNIA](http://www.academia.edu/9762199/MANUAL_DE_PRODUCCIÓN_DE_TOMATE_ROJO_BAJO_CONDICIONES_DE_INVERNADERO_PARA_EL_VALLE_DE_MEXICALI_BAJA_CALIFORNIA) [Citado: 06 octubre de 2017].

Obregón V. 2014. Guía para la identificación de las enfermedades del tomate en invernadero. – 1ª ed. Bellas Vista, Corrientes: Ediciones INTA. pp 26.

Palomo, I.; R. Moore-Carrasco; L. Guzman; G. Carrasco; P. Villalobos. 2010. El consumo de tomates previene el desarrollo de enfermedades cardiovasculares y cáncer: antecedentes epidemiológicos y mecanismos de acción. IDESIA 28: 121-129.

Pineda, P.J. 2010. Sustratos orgánicos: elaboración, manejo y principales usos. Universidad Autónoma de Chapingo. Colegio de posgraduados. Texcoco, Estado de México.

Preciado-Rangel, P.; M. Fortis-Hernández; J. L. García-Hernández; E. O. Rueda-Puente; J.R. Esparza-Rivera; A. Lara-Herrera; M. A. Segura-Castruita; J. A. Orozco-Vidal. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Interciencia 36: 689-693.

Productores de Hortalizas. 2006. Plagas y enfermedades del tomate. Guía de identificación y manejo. pp 20.

Ramos-Castellanos, P. 2003. Residuos: alternativa de gestión. Ed. Universidad de Salamanca. Salamanca-España. pp 122.

Rodríguez-Dimas, N.; P. Cano-Ríos; U. Figueroa-Viramontes; A. Palomo-Gil; E. Favela-Chávez, V. P. Álvarez-Reyna; C. Márquez-Hernández; y A. Moreno-Reséndez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Fitotecnia Mexicana* 31: 265-272.

Rodríguez-Dimas, N.; P. Cano-Ríos; U. Figueroa-Viramontes; E. Favela-Chávez; A. Moreno-Resendez; C. Márquez-Hernández; E. Ochoa-Martínez y P. Preciado-Rangel. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra latinoamericana* 27: 319-327.

Rodríguez-Piña, A. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. Ed. Limusa. Mexico-DF. pp 21,22.

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

Rosales-Gómez, R.; Ma. L. Ángeles; J.J Antonio-Méndez; M.G Castillo-Reséndiz; R. Sánchez-Barragán. 2013. Guía de buenas prácticas de reciclaje de excretas: Uso de lixiviado de humus de lombriz para la producción de forraje verde. Centro nacional de investigación disciplinaria en fisiología y mejoramiento animal. Primera edición.

SAGARPA. 2010. Jitomate. Monografía de cultivos subsecretaria de fomento de agronegocios. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf> [citado 04 mayo 2017].

SAGARPA. 2010. Jitomate. Monografía de cultivos subsecretaria de fomento de agronegocios. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf> [citado 04 mayo 2017].

SAGARPA. 2016. Exportaciones de tomate aumenta 22.7 por ciento en cinco meses. Comunicado de prensa La Paz, Baja California sur. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/bajacaliforniasur/boletines/2016/agosto/Documents/2016BS345.pdf> [citado 02 de mayo 2017].

Salas del Carmen M. 2002. Densidades de plantación, poda y entutorado en cultivo de tomate protegido. Disponible en: [http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/14584/mod\\_resource/content/0/cherry\\_HortInt.pdf](http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/14584/mod_resource/content/0/cherry_HortInt.pdf) [Citado 09 de agosto de 2017].

Serrano-Cermeño, Z. 2002. Construcción de invernaderos. Ed. Mundi-Prensa. Madrid-España. pp 32.

Sosa-Morales, M.E., y Medellín-Notario, C.M. 2012. El jitomate (*Solanum Lycopersicum*): aporte nutrimental, enfermedades postcosecha, y tecnologías para su almacenamiento en fresco. Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Fundación Universidad de las Américas Puebla.

Urquiaga R. y S. de Santos. 2013. Compostaje y vermicompostaje domesticos. Disponible en: [http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga\\_tcm7-269154.pdf](http://www.mapama.gob.es/es/ceneam/articulos-de-opinion/2013-04-santos-urquiaga_tcm7-269154.pdf) [Citado: 10 octubre de 2017].

Vargas-Tapia, P.; J.Z Castellanos-Ramos; P. Sánchez-García; L. Tijerina-Chávez; R. Ma. López-Romero; J. L. Ojo de agua-Arredondo. 2008. Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco. Unidad de horticultura protegida. Campo experimental Bajío. Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícolas y Pecuarias. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 31 (4): 375 – 381

Vázquez-Vázquez, P.; M.Z. García-López; M.C. Navarro-Cortez; D. García-Hernández. 2015. Efecto de la composta y te de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Revista Mexicana de Agronegocios. Vol. XIX, num. 36: 1351-1356.

Villegas-Torres, O.G.; M.L. Dominguez-Patiño; M. Albavera-Perez; M. Andrade-Rodriguez; H. Sotelo-Nava; M.G. Martinez-Rangel; M. Aguilar-Cortes; C. Castillo-Carpintero; M. del C. Magadan-Salazar. 2017. Sustratos como material de última generación. Ed. OmniaScience. pp. 11



**Cuadro A 4.** Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en la producción y calidad de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados de medias</i>	<i>F calculada</i>	<i>Pr&gt;F</i>
<i>Modelo</i>	7	0.146225	0.02088929	5.56	0.0849
<i>Error</i>	12	0.04507	0.00375583		
<i>Total</i>	19	0.0191295			

R<sup>2</sup>=.764395                      C.V=9.349329                      Media=0.655500

**Cuadro A 5.** Análisis de varianza para la variable rendimiento en la producción y calidad de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados de medias</i>	<i>F calculada</i>	<i>Pr&gt;F</i>
<i>Modelo</i>	3	738.2908	246.0969333	45.04	<.0001
<i>Error</i>	16	87.43168	5.46448		
<i>Total</i>	19	825.72248			

R<sup>2</sup>=.894115                      C.V= 13.93599                      Media=16.77400

**Cuadro A 6.** Análisis de varianza para la variable peso de racimo (g) en la producción y calidad de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L) con diferentes porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, UAAAN-UL. 2017; Torreón Coahuila.

<i>Fuentes de variación</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Cuadrados de medias</i>	<i>F calculada</i>	<i>Pr&gt;F</i>
<i>Modelo</i>	7	475051.55	67864.5071	19.85	<.0001
<i>Error</i>	12	41025	3418.75		
<i>Total</i>	19	516076.55			

R<sup>2</sup>=0.920506                      C.V=13.94303                      Media=419.3500

