

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner.**

**POR**

**JESÚS PÉREZ NUÑEZ**

**TESIS**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**MAYO DE 2017**

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

**Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner.**

**POR  
JESÚS PÉREZ NUÑEZ**

**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**

**PRESIDENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS**

**VOCAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. ALFREDO OGAZ**

**VOCAL SUPLENTE:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO**

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



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

**Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner.**

**POR  
JESÚS PÉREZ NUÑEZ**

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

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR**

**ASESOR PRINCIPAL:**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ 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**



## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios** por mostrarme en cada momento y en cada paso, por dejarme vivir con justo para buscar la plenitud, por las sorpresas que mi vida a experimentado, por las batallas pasajeras, pero sobre todo, por la esperanza al método científico.

**A mis padres**, Juan Pérez Gómez y Andrea Nuñez Gómez por haberme dado la vida y apoyarme incondicionalmente para obtener un logro tan grande como es el convertirme en un profesionalista.

**Y a mis hermanos** Manuel, Faustino, Eliseo, Ana María y Apolinar Pérez Nuñez, por ser parte de mi familia y darme su ayuda incondicional.

**A mis asesores** Ing. Juan Manuel Nava Santos, Ing. Francisca Sánchez Bernal, Dr. Alfredo Ogaz y Ing. Víctor Martínez Cueto, quienes colaboraron en el experimento realizado, por sus conocimientos y sus experiencias, pero sobre todo sus amistades.

## DEDICATORIAS

**A mis padres**, por la vida que me dieron, por darme lo que me han dado desde que nací, por darme la necesidad de formarme sueños para vivir feliz, la educación que he recibido, no tendré con que pagarles nunca; los quiero mucho.

**A mi abuelita** Juana que puso la entrada de éste camino por la vida para darme el amor de madre que nunca me ha fallado y a la que le debo la vocación y el amor por el campo.

**A mi abuelita** Manuela que puso la entrada de éste camino por la vida para darme el amor de madre que nunca me ha fallado y a la que le debo la vocación y el amor por el campo.

**A mis hermanos**, por sus consejos y palabras de aliento en tiempos difíciles a pesar de la distancia, por el cariño, y siempre hacerme sentir muy importante.

**A mis tíos**, por el amor y el apoyo que me han brindado a cada paso que doy y por no permitir que me sienta solo nunca.

## RESUMEN

El tomate es la hortaliza número uno en el mundo, producida en su mayoría bajo condiciones protegidas con el uso de soluciones nutritivas, buscando siempre mejora en la calidad y altos rendimientos. Durante el ciclo primavera-verano se realizó el presente experimento en el área de invernaderos de la UAAAN – UL, con el objetivo determinar que concentración de solución nutritiva Steiner mejora la calidad y rendimiento en tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) de la variedad Rio grande. Se evaluaron cuatro tratamientos con diferentes porcentajes de concentración de solución nutritiva, 100%, 60%, 30% y testigo, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 10 repeticiones utilizando cuatro racimos por planta para la evaluación de las variables : diámetro polar, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, grosor de tallo, altura de la planta, peso total de racimo, rendimiento t ha<sup>-1</sup> y sólidos solubles (Grados Brix). Las variables que presentaron diferencia estadística significativa entre tratamientos fueron diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles, grosor de tallo y altura de la planta. En diámetro polar sobresale el T<sub>3</sub> 30% de SNS con una media de 5.35 cm, diámetro ecuatorial sobresale el T<sub>2</sub> de 60% SNS con una media de 4.54 cm, sólido soluble sobresale el T<sub>2</sub> 60% de SNS con una media de 4.14 °Brix, grosor de tallo sobresalen los T<sub>1,2,3</sub> de 100%, 60%, 30% de SNS con una media de 1.1 cm y para altura de planta sobresale el T<sub>3</sub> 30% de SNS.

Para el resto de las variables grosor de pulpa, peso total de racimo y rendimiento no se determinó diferencia significativa entre tratamientos.

**Palabras claves:** Tomate, solución nutritiva Steiner, invernadero, calidad, rendimiento.

## ÍNDICE

	Pág.
<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS .....</b>	<b>II</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>III</b>
<b>ÍNDICE.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS .....</b>	<b>VIII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.. .....</b>	<b>IX</b>
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
OBJETIVO.....	2
HIPÓTESIS.....	2
<b>2. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1. Generalidades del tomate.....	3
2.2. Origen .....	4
2.1. Producción mundial del jitomate.....	5
2.2. Producción nacional de jitomate.....	6
2.3. Producción por Estado .....	7
2.4. Clasificación Taxonómica .....	7
2.5. Descripción botánica del tomate.....	8
2.5.1 La planta.....	8
2.5.2 Hábitos de crecimiento .....	8
2.5.3 La semilla .....	9
2.5.4 La raíz .....	9
2.5.5 Tallo .....	9
2.5.6 Hojas .....	10
2.5.7 Flor .....	10
2.5.8 Fruto.....	11

2.1.	Requerimientos ambientales.....	11
2.1.1	Temperatura.....	11
2.1.2	Humedad relativa.....	12
2.1.3	Valor nutricional y medicinal .....	12
2.2.	Generalidades de invernadero.....	13
2.2.1	Consideraciones generales para el cultivo de tomate bajo invernadero.....	14
2.2.2	Producción bajo condiciones invernadero.....	14
2.2.3	Requerimientos nutricionales.....	15
2.2.4	Nutrientes .....	15
2.1.	La solución nutritiva .....	18
2.1.1	pH de la solución nutritiva.....	19
2.1.	Conductividad eléctrica de la solución nutritiva.....	19
2.1.1	Presión osmótica de la solución nutritiva .....	20
2.1.2	Relación entre aniones y relación de cationes .....	20
2.2.	Solución Nutritiva Universal.....	21
2.2.1	Fuentes de nutrientes .....	23
2.2.1	Control de las soluciones nutritivas.....	25
2.2.2	Fertirriego para el cultivo de tomate.....	26
2.2.3	Calidad de agua para la solución nutritiva .....	27
2.2.4	Necesidades hídricas .....	27
2.3.	Labores culturales.....	28
2.3.1	Producción de plántula .....	28
2.3.2	Trasplante .....	29
2.3.3	Tutorado .....	29
2.3.4	Poda.....	30
2.3.5	Polinización .....	31
2.3.6	Arreglo topológico.....	32
2.4.	Cosecha.....	32
2.4.1	Punto de cosecha .....	33
2.4.1	Maduración.....	34
2.4.1	Madurez fisiológica .....	35
2.4.1	Madurez comercial .....	35
2.1.	Generalidades de los sustratos .....	36



2.1.1	Definición de los sustratos .....	36
2.2.	Sustratos inorgánicos .....	37
2.2.1	Arena .....	37
2.1.	Plagas y enfermedades.....	38
2.1.1	Plagas .....	38
2.1.2	Enfermedades .....	42
<b>3.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>47</b>
3.1.1	Ubicación geográfica de la comarca lagunera .....	47
3.1.2	Carateristicas del clima.....	47
3.1.3	Características del invernadero .....	48
3.1.4	Acondicionamiento del invernadero .....	48
3.1.5	Diseño experimental .....	49
3.1.6	Análisis de agua .....	51
3.1.7	Siembra en charolas.....	51
3.1.8	Llenado de macetas .....	52
3.1.9	Trasplante .....	52
3.1.10	Riego con solución nutritiva .....	52
3.1.11	Fertilizante foliar .....	53
3.2.	Manejo del cultivo .....	53
3.2.1	Tutorado .....	53
3.2.2	Poda de hojas y brotes axilares .....	53
3.2.3	Polinización .....	54
3.2.4	Control de plagas y enfermedades .....	54
3.2.5	Cosecha .....	54
3.2.6	Variables evaluados .....	55
3.2.7	Altura de la planta.....	55
3.2.8	Grosor de tallo .....	55
3.2.9	Peso de fruto .....	55
3.2.10	Peso de racimo.....	55
3.2.11	Diámetro polar .....	55
3.2.12	Diámetro ecuatorial.....	56
3.2.13	Espesor de pulpa.....	56
3.2.14	Sólidos solubles o °Brix.....	56
3.2.15	Analisis estadístico .....	56

<b>4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	56
4.1.1    Diámetro polar.....	56
4.1.2    Diámetro ecuatorial.....	58
4.1.3    Grosor de pulpa.....	59
4.1.4    Sólidos solubles (°Brix).....	61
4.2.    Variables de crecimiento.....	63
4.2.1    Altura de la planta.....	63
4.2.1    Grosor de tallo.....	65
4.2.2    Peso total de racimo.....	66
4.2.3    Rendimiento.....	68
<b>5. CONCLUSIÓN</b> .....	70
<b>6. LITERATURA CITADA</b> .....	71
<b>7. APÉNDICE</b> .....	86

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Principales países productores de jitomate en el 2010.....	06
<b>Cuadro 2.</b> Clasificación taxonómica del jitomate ( <i>Solanum Lycopersicum</i> L.) genético.....	07
<b>Cuadro 3.</b> Composición nutricional del tomate por 100 gramos de tomate fresco.....	13
<b>Cuadro 4.</b> Relaciones de concentraciones (Meq L <sup>-1</sup> ) para aniones y cationes.....	23
<b>Cuadro 5.</b> Cantidad de iones y cationes en la solución nutritiva requerida en la planta de tomate.....	23
<b>Cuadro 6.</b> Características de índice de madurez comercial.....	36
<b>Cuadro 7.</b> Descripción de los tratamientos evaluados a base de porcentajes de solución nutritiva Steiner en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL .....	50
<b>Cuadro 8.</b> Solución Nutritiva Universal utilizada como base para la evaluación de diferentes porcentajes en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL .....	51
<b>Cuadro 9.</b> Cantidad de fertilizantes utilizados en la elaboración de los tratamientos con porcentajes de Solución Nutritiva Steiner evaluados en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL .....	51
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de agua utilizada en la elaboración de los porcentajes de Solución Nutritiva Steiner en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL .....	52
<b>Cuadro 11.</b> Productos químicos aplicados en la presencia de plagas (mosquita blanca ( <i>Bemisia</i> spp) y pulgones ( <i>Myzus persicae</i> ), en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL.....	55

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.** Diámetro polar (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de porcentajes de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....58
- Figura 2.** Diámetro ecuatorial (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de porcentajes Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....60
- Figura 3.** Grosor de pulpa (mm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de porcentajes de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....61
- Figura 4.** Sólidos solubles (<sup>o</sup>Brix) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de porcentajes de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....63
- Figura 5.** Altura de la planta (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad “Rio grande” resultado de la evaluación de porcentajes de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....64
- Figura 6.** La ecuación de regresión para la altura de la planta de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de porcentajes de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....65
- Figura 7.** Grosor de tallo (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....67
- Figura 8.** El peso total de racimo (g) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL..... 68
- Figura 9.** El rendimiento (t ha<sup>-1</sup>) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), resultado de la evaluación de Solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.....69

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los factores mas importantes para tener altos rendimientos de tomate en invernadero es la nutrición de la planta (Olivares, 2008). Se debe tener en cuenta que el tomate es una planta exigente en nutrientes; requiere de una alta disponibilidad de N, P, K, Ca, Mg, Cu, B, Zn. (Jaramillo, 2006).

Numerosas soluciones nutritivas han sido formuladas para hacer crecer plantas en cultivo sin suelo, y su composición química varía ampliamente, (Smith *et al.*, 1983).

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

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

El tomate se cultiva en más de cien países, tanto para consumo en fresco como para su industrialización; los diez principales productores concentran más del 80% del total mundial los cuales son: China, Estados Unidos, India, Egipto, Turquía, Italia, Irán, España, Brasil, y México, siendo los tres primeros los que marcan las tendencias de precios y consumo mundiales (FAO, 2012).

**OBJETIVO**

Determinar la concentración de solución nutritiva Steiner que mantiene la calidad y rendimiento en tomate variedad Rio grande.

**HIPÓTESIS**

El porcentaje medio (60%) de solución nutritiva universal iguala en rendimiento y calidad al 100% de concentración.

## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Generalidades del tomate

El tomate (*Solanum lycopersicum L*) es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento, y en menor proporción al aumento de la superficie (Nuez, 2001).

A nivel nacional e internacional, el tomate es la hortaliza más cultivada y consumida. En el año 2008, se cultivaron en el mundo 5 227 883 ha, que produjeron 129 649 883 Mg de tomate (FAO, 2010).

En México ocupa el primer lugar en producción; es el producto hortícola de exportación por excelencia y el sostén principal de la estructura productiva, siendo Sinaloa el principal productor (SAGARPA, 2010).

Es cultivado en muchas zonas, con amplia variabilidad de condiciones de clima y suelo, aunque se cultiva principalmente en climas secos, tanto para producción en estado fresco como para uso agroindustrial, en la producción de tomates para consumo en fresco y proceso se estimaba en 108 millones de toneladas métricas, con un rendimiento promedio de 36 ton / ha. Asia produce más de la mitad del tomate que se produce en el mundo (Nuez, 2001).

## 2.2. Origen

El origen del género *Lycopersicum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile. Probablemente desde allí fue llevado a Centroamérica y México donde se domesticó y ha sido por siglos parte básica de la dieta. Luego, fue llevado por los conquistadores a Europa. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos y para entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Nuez, 2001).

El jitomate o tomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más popular y aceptada en la cultura gastronómica de la mayoría de los países. A nivel mundial, rebasan los 3 millones de hectáreas cosechadas de jitomate anualmente, con una producción promedio que fluctúa alrededor de los 86 millones de toneladas por año (Cofupro, 2003). En México, los productos derivados del jitomate son: pasta de jitomate, jitomate en conserva, jugo de jitomate, salsa de jitomate (catsup) y diversas salsas picantes, entre otros productos. En México, como en casi todos los países consumidores, la calidad del jitomate (sabor, color, tamaño, etc.) se sobrepone al precio y valor nutritivo al momento de la elección de compra por parte del consumidor final (Cofupro, 2003).

En México, el jitomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas. En condiciones de campo abierto se cultivan alrededor de 70,000 ha. Los principales



estados productores son: Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán. Así mismo, es una de las principales hortalizas de exportación y generadora de divisas y empleo (Pérez *et al.*, 1997).

Dentro de las numerosas variedades de jitomate, existen de tipo determinado e indeterminado, además de variedades de comportamiento intermedio. Esta característica está regulada genéticamente, pero varía de acuerdo con su adaptación a los diferentes climas y condiciones del suelo. De acuerdo con el destino de la cosecha, se pueden agrupar las variedades en 3 categorías: para consumo en fresco, para uso industrial y variedades de doble propósito (Von Haeff, 1983).

En México se cultivan una gran variedad de jitomates, los cuales para fines prácticos pueden ser clasificados, según la SAGARPA, como: cherry (cereza), pera, saladette (Roma) y bola (SAGARPA, 2010).

## **2.1. Producción mundial del jitomate**

Durante el periodo del 2010, países como India, Italia, Irán, Turquía, Egipto, España y Brasil, mostraron variación en su producción, mientras que México se mantuvo constante en el décimo lugar dentro de los 10 principales productores de jitomate (SAGARPA, 2010).

Cuadro 1. Principales países productores de jitomate en el 2010.

<b>País</b>	<b>Producción de jitomate consumo fresco (ton)</b>	<b>Superficie cosechada (Ha)</b>	<b>Rendimiento (Kg/Ha)</b>
<b>China</b>	41879684	924735	50950.9
<b>Estados Unidos</b>	12902000	158590	81081.4
<b>India</b>	11979700	634400	1959.8
<b>Egipto</b>	8544990	216385	39489.8
<b>Turquía</b>	10052000	304000	33065.8
<b>Italia</b>	6024800	118822	50704.4
<b>Irán</b>	5256110	146985	35759.5
<b>España</b>	4312700	58300	73974.3
<b>Brasil</b>	3691320	67992	60511.7
<b>México</b>	2997640	98189	30529.3
<b>Uzbekistán</b>	2347000	63900	36729.3

## 2.2. Producción nacional de jitomate

En México, el cultivo de jitomate es uno de los más importantes en cuanto a generación de empleo, y su demanda aumenta continuamente, y con ella su cultivo, producción y comercio (SECOFI, 1993).

La producción de jitomate durante el periodo del 2007-2010 fue de 2.25 millones de toneladas anuales, con un valor de la producción en 2010 de 14, 887 millones de pesos; la superficie sembrada promedio fue de 60 mil hectáreas, que representan 10.6% del total de la superficie nacional de hortalizas (SAGARPA, 2009).

FAO (2012) publica que para el año 2010 la producción global de jitomate en México fue de 2 997 640 toneladas.

### 2.3. Producción por Estado

La producción promedio obtenida de jitomate en los principales estados productores durante el periodo 1997/2001 fue de 806,307 toneladas para Sinaloa; de 366,772 toneladas para Baja California; de 195,845 toneladas para Michoacán; de 144,068 toneladas para San Luis Potosí; de 96,803 toneladas para Jalisco; de 66,553 toneladas para Sonora; de 58,818 toneladas para Nayarit; de 54,508 toneladas para Morelos; de 51,453 toneladas para Baja California Sur; y de 37,931 toneladas para el Estado de México (INEGI, 2002).

### 2.4. Clasificación Taxonómica

Según el Sistema Integrado de Información Taxonómica (ITIS), la CONABIO et al., (2007), la clasificación taxonómica aceptada para el jitomate (*Solanum Lycopersicum* L.)

Cuadro 2. Clasificación taxonómica del jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) genético.

<b>Reino</b>	<b>Plantae</b>
Subreino	<i>Traqueobionta</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	<i>Asteridae</i>
Orden	<i>Solanales</i>
Familia	<i>Solanaceae</i>
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>Solanum lycopersicum</i> L.
Variedad	<i>Solanum lycopersicum</i> L.

Fuente: La CONABIO et al., (2007).

## **2.5. Descripción botánica del tomate**

### **2.5.1 La planta**

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

### **2.5.2 Hábitos de crecimiento**

Por su hábito de crecimiento, las variedades de tomate pueden ser de:

#### **2.5.2.1. Crecimiento indeterminado**

El tallo producido a partir de la penúltima yema empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernadero (SAGARPA, 2010).

#### **2.5.2.2. Crecimiento determinado**

Las variedades de crecimiento determinado tienen forma de arbusto; las ramas laterales son de crecimiento limitado y la producción se obtiene en un periodo relativamente corto. Esta característica es muy importante porque permite concentrar la cosecha en un periodo determinado según sea la necesidad del mercado. Las variedades de tomate en crecimiento determinado inician su floración entre los 55 a 60 días después de sembrados (SAGARPA, 2010).

### **2.5.3 La semilla**

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta, está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotíleo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo (Chamarro, 2001).

### **2.5.4 La raíz**

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

Típica o columna, presenta ramificaciones secundarias profundas que pueden alcanzar hasta 60 cm o más (Saray, 1977).

### **2.5.5 Tallo**

Los tallos y ramas son de consistencia herbácea, por lo cual la planta no se sostiene por sí sola, teniendo que emplearse tutores para su cultivo. El tallo principal

presenta protuberancias en la zona proximal al cuello de la raíz, que pueden originar raíces adventicias cuando se rodea de suelo hasta la primera hoja (Jaramillo, 1997).

### **2.5.6 Hojas**

Las hojas son compuestas, imparipinadas y están recubiertas de una fina vellosidad, los bordes de las hojas son lobulados (Jaramillo, 1997).

Las hojas son alternas e imparipinnadas, conteniendo de 7 a 9 folios, e igualmente están cubiertas con pelos glandulares (Infoagro, 2010).

### **2.5.7 Flor**

La floración es en forma de racimos simples o ramificados, conteniendo en la mayoría de cultivares entre 3 y 10 flores (Infoagro, 2010).

Las flores son pentámeras o hexámeras, los estambres se encuentran soldadas entre sí, formando un cono estaminal alrededor del pistilo, cuyo estigma se encuentra por debajo de la superficie del cono estaminal, con lo cual se asegura la autopolinización. Las flores se encuentran agrupadas en inflorescencias o tipo de racimo; en la planta el cuajamiento de los frutos ocurre de abajo hacia arriba, esto quiere decir, de las inflorescencias inferiores a las superiores (Jaramillo, 1997).

### **2.5.8 Fruto**

El fruto es una baya de forma y tamaño variable, está dividido en cinco partes, pared externa e interna, tejido locular, pulpa gelatinosa, piel y semillas. El color del fruto depende de la presencia de pigmentos carotenoides y es un aspecto fundamental de la calidad (Jaramillo, 1997).

El fruto es una baya globosa o periforme, liso o acostillado, rojo en la mayoría de cultivares en madurez. El diámetro de los frutos oscila entre 2 y 16 cm. En el interior de los mismos se encuentran las semillas que son grises, en forma de disco y con vellosidades (Infoagro, 2010).

## **2.1. Requerimientos ambientales**

### **2.1.1 Temperatura**

En cuanto a los requerimientos de temperatura, se tiene que entre los 20 y 30°C, la cutícula se ablanda y el agua es más fluida, aumentando entonces la absorción de la solución nutritiva aplicada. El tomate es considerado como una planta de clima cálido, que tiene gran sensibilidad a las heladas, y a las temperaturas altas principalmente nocturnas, por lo que se recomienda, para el establecimiento de este cultivo, un clima templado, con noches frescas y humedad relativa alta. La temperatura y la luz, son los factores del medio ambiente más importante, que afectan el tamaño de la inflorescencia, se ha visto que temperaturas de 14°C durante el periodo de crecimiento causan un incremento en la producción de flor, comparado con las plantas que se

desarrollan a temperaturas de 25 a 30°C (Corpoica, 2006).

### **2.1.2 Humedad relativa**

La mas adecuada está en el rango de 50 a 65 %. Humedades muy altas favorecen el desarrollo y la proliferación de enfermedades principalmente ocasionadas por hongos; de igual forma, ocasionan la caída de flores y daños a los frutos, como manchado, agrietamiento de la piel, cara de gato y frutos huecos, debido a que el polen se compacta dificultando la polinización. Cuando la humedad relativa es baja el polen se seca, reduciendo la polinización y la fecundación de las flores. El tomate demanda de ocho a dieciséis horas diarias de luz solar, para lograr un buen desarrollo de la planta y una coloración uniforme de los frutos. El tomate se adapta a una gran variedad de suelos, presentando un mejor comportamiento en suelos sueltos, aireados, bien drenados y con buena capacidad de retención de humedad, texturas medias, francas a franca arcillosa, ricos en materia orgánica y de buena fertilidad. El pH del suelo debe oscilar entre 5,8 moderadamente ácido y 6,8 neutro (Corpoica, 2006).

### **2.1.3 Valor nutricional y medicinal**

El tomate es una rca fuente de vitaminas A, B1, B2, B6, C y E, y de minerales como fósforo, potasio, magnesio, zinc, sodio, hierro y calcio. El tomate es rico en licopeno, que es el más potente de los antioxidantes, que puede prevenir y combatir el cáncer porque protege las células de los efectos de oxidación. Su consumo estimula el sistema inmune,



disminuye el riesgo de desarrollar cáncer, es remineralizante y desintoxicante, (Jaramillo *et al*, 2007).

Cuadro 3. Composición nutricional del tomate por 100 gramos de tomate fresco.

Elemento	Cantidad
Agua	93.50%
Proteína	0.9 g
Grasa	0.1 g
Calorías	23
Carbohidratos	3.3 g
Fibra	0.8 g
Fosforo	19 mg
Calcio	7 mg
Hierro	0.7 mg
Vitamina A	1.100 ul
Vitamina B1	0.05 mg
Vitamina B2	0.02 mg
Vitamina C	20 mg
Niacina	0.6 mg

Fuente: Jaramillo *et al*, 2007.

## 2.2. Generalidades de invernadero

Un invernadero es aquella estructura que, además de proteger al cultivo de la lluvia y el viento, permite el paso de la radiación solar dificultando la pérdida de calor, en particular la del componente del infrarrojo técnico. El grado de modificación climática va a depender del nivel tecnológico de los materiales empleados en su construcción y de los equipos complementarios de climatización, calefacción, humidificación, ventilación, abonado carbónico, iluminación artificial, etc. Esta modificación climática permite

avanzar cosechas, aumentar rendimientos o cultivar fuera de época. En los últimos años se ha producido una expansión de la superficie protegida, acolchados, túneles, invernaderos, a causa de la demanda por parte del consumidor de los países desarrollados de productos frescos y económicos a lo largo de todo el año (Antón, 2004).

### **2.2.1 Consideraciones generales para el cultivo de tomate bajo invernadero.**

Las consideraciones generales que se deben de tomar en cuenta antes de establecer un cultivo de jitomate en invernadero, las condiciones ambientales optimas en las que se desarrolla el cultivo, las herramientas básicas que se utilizan en el proceso de producción, los materiales más comunes de sujeción que se utilizan para tutoreo de las plantas. Además menciona las características clave para definir el tipo de contenedor a usar en un sistema de producción, la importancia del sustrato y plásticos que se utilizan en los invernaderos, (Sánchez *et al*, 2000).

### **2.2.2 Producción bajo condiciones invernadero**

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible unas condiciones artificiales de microclima y, con ello, cultivar plantas en condiciones óptimas (Jaramillo *et al.*, 2007).

El invernadero como una estructura en que las partes correspondientes a las paredes y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener

construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo, o sofisticadas, con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto como tomate, pepino, melón, flores y otros, (Jaramillo *et al.*, 2007).

### **2.2.3 Requerimientos nutricionales**

Uno de los factores más importantes para tener altos rendimientos de tomate en invernadero es la nutrición de la planta (Olivares, 2008). Se debe tener en cuenta que el tomate es una planta exigente en nutrientes; requiere de una alta disponibilidad de N, P, K, Ca, Mg, Cu, B, Zn. (Jaramillo, 2006).

### **2.2.4 Nutrientes**

#### **Potasio**

El rol del potasio en tomate se relaciona directamente con la calidad y producción (Tjalling, 2006). La principal función del potasio se asocia con las relaciones hídricas y absorción por la planta. Mantiene el potencial osmótico de las células. Participa como activador de innumerables enzimas y juega un papel importante en casi todos los procesos metabólicos de la planta (Castellanos y Ojodeagua, 2009).

El K juega un papel importante en la cantidad de azúcares que acumula el fruto; al igual que el fósforo, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitamina C

Pérez *et al.*, (2002). De acuerdo a Favela *et al.*, (2006), la planta absorbe el potasio como  $K^+$ .

### **Nitrógeno**

Moreno (2007), señala que el nitrógeno es utilizado por las plantas, para sintetizar aminoácidos formación de clorofila, proteínas, desarrolla follaje y tallos.

Su deficiencia da menor altura de planta por entrenudos cortos, hojas cloróticas, tallos y ramas quebradizos. El exceso provoca plantas muy frondosas con grandes hojas de color verde oscuro, elongación de tallo, disminución de floración y poca resistencia a heladas. Las plantas pueden absorber este nutrimento en forma de ion  $NO_3^-$  o  $NH_4^+$ , el  $N_2$  atmosférico; también lo aprovechan mediante reducción microbiana (Favela, *et al.*, 2006).

### **Calcio**

Este elemento estimula la formación de raíces y hojas. Es esencial para las paredes celulares, provee energía a las células y regula el flujo de nutrientes hacia ellas (Pérez *et al.*, 2002). Por ser un elemento poco móvil, su traslocación es lenta y su deficiencia se aprecia rápidamente en las zonas meristemáticas (Jaramillo *et al.*, 2007).

El síntoma principal de una deficiencia severa de este elemento es la pudrición apical (Pérez, *et al.*; 2002; Favela, *et al.*, 2006).

### **Azufre**

Según Moreno (2007), las plantas demandan bastante azufre, predominando en las hojas. Funciona como material formador de varias proteínas, favorece el crecimiento

radical y mejora el suministro de clorofila.

## **Magnesio**

Moreno (2007), menciona que el azufre es un elemento demasiado móvil, constituyente esencial de la molécula de clorofila, actúa como transportador del fósforo dentro de la planta; el Mg abunda en hojas y semillas.

Menciona Favela, *et al.*, (2006), Al igual que el Ca, el Mg puede encontrarse en las plantas como elemento estructural (forma parte de la molécula de clorofila) o como cofactor enzimático que actúa sobre sustratos fosforilados, por lo que tiene gran importancia en el metabolismo energético. Y menciona también que el magnesio se absorbe activamente en forma de  $Mg^{++}$ .

## **Fósforo**

Castellanos y Ojodeagua (2009), señala que el fósforo es un constituyente de enzimas y proteínas y un componente esencial de los ácidos nucleicos. Juega un papel fundamental en las funciones reproductivas, tales como la floración, la precocidad a la madurez y la calidad de fruto. En las etapas tempranas de la planta está implicado en el crecimiento de la raíz. Participa prácticamente en todos los procesos metabólicos de la planta y juega un papel regulatorio en la formación y traslocación de azúcares y almidones.

Lo contienen las semillas, frutos y tejido meristemático, es soluble y relativamente móvil (Moreno, 2007).

## 2.1. La solución nutritiva

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

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

Chillona, (1996), menciona que Steiner (1980), permite comprobar si los aniones y cationes aportados cumplen con las reacciones empíricas consideradas adecuadas para su correcta absorción por los vegetales, sin que haya problemas de interacciones negativas entre ellos. Considera que las plantas están facultadas para absorber en forma selectiva los aniones ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ ) y los cationes ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ ) en determinados intervalos de relaciones mutuas delimitados en el interior de un diagrama ternario denominado "Triángulo de Steiner". Para asegurar los mejores resultados, es necesario controlar ciertos factores técnicos relacionados con las soluciones nutritivas, entre ellos se menciona la calidad del agua, pH de la solución, control del volumen de la solución y balance de los elementos nutritivos, (Sánchez, 1988).

### **2.1.1 pH de la solución nutritiva**

El pH de la solución nutritiva que rodea a las raíces es de extrema importancia para un adecuado desarrollo de las plantas, pero es a menudo manejado inadecuadamente en hidroponía, situación que induce un debilitamiento general de las plantas y baja producción. Para medir el pH del agua o de la solución nutritiva, uno de los métodos más sencillos y eficientes es el uso del papel indicador; para lo cual se coloca la cinta de éste dentro de una muestra de agua o solución nutritiva por dos minutos y después se compara la escala de colores de la caja con los colores de la cinta reactiva utilizada para conocer el valor pH de la muestra de agua o solución nutritiva (Hernandez, *et al.*, 2011).

El pH apropiado de la SN para el desarrollo de los cultivos se encuentra entre los valores 5.5 y 6.5; sin embargo, el pH de la SN no es estático, ya que depende del CO<sub>2</sub> en el ambiente, de que la SN se encuentre en un contenedor cubierto o descubierto, del ritmo de absorción nutrimental, de la fuente nitrogenada utilizada, etc (Favela *et al.*, 2006).

### **2.1. Conductividad eléctrica de la solución nutritiva**

La conductividad eléctrica (CE) de la solución nutritiva mide la concentración de sales disueltas en el agua y el valor se expresa en mS/cm, este valor multiplicado por un factor de corrección 0,7 o 0,9 en función de la calidad del agua, nos permite conocer de forma aproximada la cantidad de sales disueltas en g/l. La CE expresa

la capacidad para conducir la corriente eléctrica (Baixauli y Aguilar, 2002).

En general, podemos decir que un agua es de buena calidad cuando su valor de CE es inferior a 0,75 mS/cm, permisible con valores de 0,75 a 2 mS/cm, dudosa con valores entre 2 y 3 mS/cm, e inadecuada cuando la CE es superior a 3 mS/cm. Por otra parte, los cultivos hortícolas son más o menos resistentes a la salinidad y así tenemos que: el tomate, el melón, la sandía, la berenjena son cultivos medianamente tolerantes a la salinidad; el fresón y la judía son sensibles (Baixauli y Aguilar, 2002).

### **2.1.1 Presión osmótica de la solución nutritiva**

Un aumento de la presión osmótica debido al incremento en el 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, 1995) y por consiguiente un desgaste de energía metabólica. Las características químicas de la solución nutritiva se reflejan en la respuesta de las plantas, siendo la presión osmótica la más importante de estas características.

Según Steiner (1961, 1966, 1968, 1969, 1984), diferencias de presión osmótica de la solución nutritiva en el orden de 0,2 atm, provocan discrepancias considerables en el rendimiento de los cultivos.

### **2.1.2 Relación entre aniones y relación de cationes**



Steiner (1961) estableció el concepto de relación mutua entre los aniones  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  y  $\text{SO}_4^{2-}$ , y entre los cationes  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$ . Se basó en que una solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes contenidos en los iones mencionados (N, P, K, Ca, etc.). La regulación nutritiva consiste no solo en la cantidad absoluta de cada elemento aportado sino, además, en la relación cuantitativa que se establece entre los aniones por una parte y los cationes por la otra. Steiner (1961), indicó que cuando se aplica la solución nutritiva en forma continua, las plantas pueden absorber iones a muy bajas concentraciones. Sin embargo, es probable que a una concentración demasiado baja, la demanda mínima de determinados nutrientes no sea cubierta.

Steiner (1968) señaló, en relación a la concentración de cualquier ión, que el problema más importante es la relación que se establece con respecto a los demás iones de su misma carga eléctrica, lo que se denomina relación mutua aniónica, si se trata de aniones y relación mutua catiónica, al referirse a los cationes.

## **2.2. Solución Nutritiva Universal**

En hidroponía y en producción en sustratos, la nutrición de los cultivos se realiza a través de una solución nutritiva, debido a que los sustratos son químicamente inertes, no deben suministrar ningún nutrimento a las plantas, (Hernández, 2014).

La solución nutritiva es la disolución en agua de los nutrientes necesarios para la alimentación de la planta, que deben estar en forma asimilable, en concentración y en

proporción adecuada. La proporción o equilibrio adecuado en la solución del suelo influye en el crecimiento o desarrollo de los cultivos, (Hernández, Tesis. 2014).

El concepto de solución nutritiva ha sido originalmente propuesto para sistemas hidropónicos o de cultivos sin suelo, pero también aplica para cultivos en suelo, (Castellanos y Ojodeagua ,2009).

Castellanos y Ojodeagua (2009), mencionan que las soluciones nutritivas nacieron en 1860 y continúan desarrollándose hasta mediados del siglo XX, también menciona las soluciones nutritivas clásicas entre las que figuran Knop 1860, Crone 1900, Arnon 1902 y Hougland 1950. Hace referencia a Steiner quien en 1961, propone el concepto de solución nutritiva universal, indicando que las plantas podían crecer bien , siguiendo los porcentajes equivalentes de aniones y cationes.

La concentración a la que se encuentran los distintos iones se puede expresar de distintas formas, siendo en los sistemas de cultivo sin suelo la de mmol/l, o meq/l, la más común para el caso de los macroelementos y la de ppm., para la de los microelementos, Citado por (Hernández, 2014).

Cuadro 4. Relaciones de concentraciones (Meq L<sup>-1</sup>) para aniones y cationes.

Aniones	% (Meq L <sup>-1</sup> )	Cationes	% (Meq L <sup>-1</sup> )
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	60	Ca <sup>++</sup>	45
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	5	K <sup>+</sup>	35



Es totalmente soluble su grado de solubilidad es de 316 g/l a 20 °C; (Domínguez 1996; Urrestarazu, 2000).

Nitrato de magnesio ( $Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ ): se utiliza básicamente para aportar magnesio para prevenir o corregir la deficiencia de este elemento (Resh 1997; Domínguez 1996).

Sulfato de magnesio ( $MgSO_4$ ): por su contenido en sulfato puede presentar problemas cuando se utiliza con aguas con alto contenido de sulfatos. Corrige la clorosis, aumenta el grado brix. Eleva la clorofila intensificando el proceso de fotosíntesis. Interviene en el metabolismo del fósforo y el potasio. Activa el movimiento de elementos menores disponibles en el suelo. Solubilidad : 740 g/l a 20 < °C. (Domínguez, 1996; (Urrestarazu, 2000).

El ácido fosfórico se combina temporalmente a un grupo carbonilo, enólico o nítrico para formar un compuesto rico en energía: adenosina trifosfato (ATP) que, descomponiéndose en ADP, libera esta energía utilizada en los procesos metabólicos. La luz y el  $CO_2$  son indispensables para la organización del P. Este mecanismo es cierto para el metabolismo de los hidratos de carbono y probablemente lo es también para el de los lípidos y proteínas; por ejemplo: glucosa+ATP-glucosa-6-fosfato+ADP (Urrestarazu, 2000).

El Ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) es un material intermedio utilizado cada vez más la aportación del fósforo necesario. Se utiliza con relativa frecuencia, en forma de solución débil, añadiendo a su vez una pequeña cantidad de hidróxido de sodio para corregir la

excesiva acidez. Normalmente es una fuente suplementaria de fósforo, utilizada para regular el pH, en vez del ácido sulfúrico; (Sánchez, 1988).

El ácido fosfórico clarificado es poco corrosivo, está libre de impurezas, tiene color verde o blanco transparente, siendo un líquido de gran densidad; (Domínguez 1996).

## **2.2.1 Control de las soluciones nutritivas**

### **2.2.1.1. Control de agua**

La frecuente presencia de elementos tóxicos para las plantas como sodio, cloruros, boro, bicarbonatos en cantidades demasiado altas permiten decidir el tipo de cultivo y el manejo adecuado en cuanto a nutrición, riego y volumen de drenaje. Cada cultivo tiene una tolerancia específica a los elementos tóxicos y a la cantidad total de sales (cuantificada por la medida de la conductividad eléctrica), que puede mantener en su entorno radicular sin disminución importante de rendimiento; Sánchez, (1988).

Agua de calidad para el cultivo hidropónico puede obtenerse de varias fuentes, como lluvia, ríos, corrientes subterráneas, lagos, pozos, agua de mar destilada etc. Todas las fuentes de agua contienen cantidades variables de sales disueltas, por lo que deben de ser sometidas a un análisis químico con el propósito de evitar posibles problemas nutricionales, (Sánchez, 1988; Avidán, 2004).

### **2.2.1.2. Control de volumen de la solución nutritiva**

La demanda climática transpiratoria viene determinada por la radiación solar. Esta demanda, junto con el estado de desarrollo de la planta y su capacidad de respuesta a las condiciones ambientales, en términos de resistencia estomática, son los parámetros que determinan la respuesta transpiratoria del cultivo. El sustrato interviene a través de su capacidad de retención de agua arámetros, la dosis de agua a aportar se calcula como el producto del agua disponible en el sustrato por el volumen del contenedor (Caballero, 1996; Urrestarazu, 2000).

La evapotranspiración ocasiona que las plantas tomen mucho más agua que elementos nutritivos (>90%), de tal manera que, cuando se recircula la solución nutritiva después de cada irrigación al ir descendiendo el volumen de la solución, esta se va haciendo cada vez más concentrada. De esta situación resulta un incremento progresivo en la presión osmótica de la solución y también del pH (Beringer, 1985; Sánchez, 1988).

En general las soluciones nutritivas se elaboran con un rango de 0.5 a 2 atmósferas. Para mantener la presión osmótica adecuada y los niveles correctos de nutrimentos en la solución, basta agregarle agua periódicamente (Sánchez, 1988).

## **2.2.2 Fertirriego para el cultivo de tomate**

Las plántulas de tomate deberán regarse en charola dos horas antes para que al momento de la extracción no sean dañadas las raíces al momento del trasplante el sustrato deberá tener la humedad necesaria para que la planta no se deshidrate y pueda

recuperarse más fácilmente por lo cual es necesario aplicar un riego un día antes del trasplante a capacidad de campo, es decir, hasta que este húmedo sin drenar. Es recomendable la aplicación de algún enraizante (proroot), para favorecer la recuperación y brotación de nuevas raíces, (Castellanos y Muñoz, 2004).

El manejo del riego, y su monitoreo, constituye una de las técnicas más efectivas para obtener rendimientos óptimos, en cuanto a la cantidad y calidad de producto requeridas por el mercado, (Van Leeuwen *et al.*, 2003).

### **2.2.3 Calidad de agua para la solución nutritiva**

El agua para la solución nutritiva puede obtenerse de varias fuentes: lluvia, ríos, corrientes subterráneas, lagos, pozos, etc. a excepción del agua de lluvia, todas las fuentes naturales contienen cantidades variables de sales en solución (Hernandez *et al.* 2011).

Por lo que es recomendable someterlas a análisis químico para evaluar la cantidad de estas sales, el pH y para el uso de aguas residuales, evaluar cantidades de metales pesados y con esto evitar posibles problemas nutricionales o desórdenes fisiológicos. (Hernandez *et al.*, 2011).

### **2.2.4 Necesidades hídricas**

En virtud de que la mayor parte de los estudios de estimación de requerimientos hídricos del tomate se ha realizado para baja densidad de plantación con ciclos largos de

producción, existe la necesidad de conocer las demandas hídricas para las condiciones de manejo, ambiente y alta densidad de tomate en invernadero del centro de México, que presenta ciclos cortos, por la necesidad del mercado para concentrar la producción en periodos de demanda localizada. Finalmente, el conocimiento de las demandas hídricas del tomate permitirá aplicar una programación científica del riego con un consiguiente ahorro en agua y fertilizantes, (Nukaya *et al.*, 1991).

## **2.3. Labores culturales**

### **2.3.1 Producción de plántula**

Uno de los pasos más importantes en el proceso de producción del tomate, tanto a campo como en invernadero, es la obtención de plántulas sanas y vigorosas que garanticen un trasplante óptimo y una producción significativa, a tal grado que se ha convertido en una labor altamente calificada y especializada, con un crecimiento económico importante; la razón se basa en la búsqueda de ahorros de tiempo y espacio (Guzmán, 2003).

La calidad de una plántula, así como la capacidad de competencia, se ve favorecida por el crecimiento radicular, la absorción de nutrientes y los procesos de fotosíntesis; siendo la suma de estos eventos lo que permite disminuir el tiempo en la etapa de almácigo y adaptarse a las condiciones adversas del trasplante y postrasplante, de manera que, situaciones de estrés que las plántulas sufran durante las etapas iniciales de su desarrollo, se verán reflejadas en su comportamiento subsecuente, como atrasos en su crecimiento y desarrollo (Peterson *et al.*, 2010).



### **2.3.2 Trasplante**

El establecimiento del cultivo por medio de trasplante consiste en hacer germinar la semilla en pequeñas áreas conocidas como semilleros o almácigos, de donde serán las plántulas extraídas para ser llevadas al lugar de establecimiento definitivo, donde habrán de crecer las plantas hasta la cosecha. Aunque inicialmente las plántulas muestran cierto marchitamiento y retraso en el crecimiento, estos síntomas son rápidamente superados, mostrando el cultivo un desarrollo normal (Nuez *et al.*, 1995).

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

### **2.3.3 Tutorado**

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y los frutos toquen el suelo mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores. Todo ello

repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Pérez *et al.*, 2001).

Esta técnica permite la conducción de la planta en vertical o ramificada de tal forma que la planta dispongan de suficiente luz, ventilación y espacio, para el normal y sano desarrollo, tanto de los órganos aéreos como de los frutos (López, 1996).

#### **2.3.4 Poda**

La importancia de la poda radica en que en ocasiones un crecimiento rápido de algún órgano puede competir con las hojas por nutrimentos que fácilmente se pueden translocar, lo que provoca senescencia foliar y reducción en su capacidad fotosintética. Asimismo, existe competencia entre los órganos cuyo crecimiento y desarrollo son simultáneos; tal es el caso del crecimiento del ápice con la diferenciación floral, proceso que ocurre a muy temprana edad en muchas plantas. El crecimiento resultante de una poda es bastante rápido porque se altera, temporalmente, la relación raíz/parte aérea. Además, la remoción de follaje y ramas reduce la cantidad de carbohidratos almacenados y, lo que es aún más importante, reduce el área foliar disponible para su producción (Salisbury *et al.*, 1994).

La poda consiste principalmente en eliminar los brotes laterales con el fin de conservar el tallo principal. Una planta de tomate del tipo indeterminado, dejada crecer libremente, se desarrolla en forma inadecuada. Sin poda, la planta se desarrolla como un arbusto con muchos tallos laterales y terciarios, que se forman a partir de las yemas axilares de las hojas. El tomate sin podar produce muchos frutos pero de poco valor

comercial. El tomate de tipo determinado no requiere poda porque es de floración apical. Por ello, se controla a sí misma. De acuerdo con el sistema de cultivo, el tamaño de la variedad y la densidad de plantas, existen algunas variantes de la poda. Estas consisten en dejar crecer, además del tallo principal, 1, 2 o 3 tallos secundarios más. Esto puede proporcionar aún mayores rendimientos (Salisbury *et al.*, 1994).

Con el exclusivo fin de anticipar la maduración y aumentar el tamaño del fruto, se lleva ocasionalmente la práctica de la decapitación. Esta consiste en decapitar la planta sobre la segunda hoja después de la cuarta o quinta inflorescencia. Relacionado con las prácticas de poda está el sistema del tutoraje y sus variantes. Junto con la poda se guía la planta hacia arriba y se hacen los amarres necesarios. El amarre debe asegurar la posición de la planta y conservar una buena distribución del follaje. El primer amarre se efectúa al momento de colocar los tutores. Debe cuidarse de no estrangular la planta. Por esto, el amarre debe ser algo flojo. De acuerdo con la combinación de distancias, tipo de tutoraje y poda se hace de 2-10 amarres por planta. Se utilizan diferentes materiales, como el ixtle delgado y el hilo de algodón grueso (Nuez *et al.*, 1995).

### **2.3.5 Polinización**

La polinización es la transferencia de polen (célula masculina) desde los estambres (parte masculina de la flor) hasta el estigma (parte femenina de la flor) y hace posible la fecundación, y por lo tanto la producción de frutos y semillas. Aunque la polinización puede ser llevada a cabo tanto por vectores bióticos (animales) como abióticos (agua o

viento), la gran mayoría de plantas con flores (angiospermas) dependen de los primeros, principalmente de aquella mediada por insectos. Las abejas, son los insectos que por excelencia participan en esta labor, por lo que poseen una gran importancia económica y ecológica en los agroecosistemas; de hecho, una gran parte de los alimentos que hoy en día se consumen y comercializan masivamente, dependen directa o indirectamente de la polinización realizada por abejas; así por ejemplo, se estima que en los Estados Unidos las abejas son responsables de casi 3 billones de dólares en frutas y vegetales producidas cada año,(Peña 2003).

### **2.3.6 Arreglo topologico**

El arreglo topológico utilizado consistió de dos hileras de plantas, con una separación entre hileras de 1.60 m y una distancia entre plantas de 30 cm, con una densidad de población de 4.1 plantas m<sup>-2</sup> , colocándose una planta por bolsa de plástico negro con capacidad de 18 L. La arena utilizada en los sustratos fue previamente desinfectada con una solución de agua y cloro al 5%, (Moreno, 2009).

## **2.4. Cosecha**

La cosecha del tomate se debe realizar en el momento más adecuado, según el cultivar, la cercanía o no a mercados comercializadores y/o consumidores. Como norma general, se puede considerar que las hortalizas de fruto como el tomate deben

cosecharse en estado verde maduro o pintón para los mercados más lejanos, y en estado de color maduro para los más cercanos a los centros de producción (Jaramillo *et al.*, 2007).

La recolección de los frutos es manual. Tal actividad se hace con mucho cuidado girándolo suavemente para desprender únicamente los frutos que ya alcanzaron la madurez deseada dejando el pedúnculo en el racimo, es decir, desprendiendo solo el fruto, (Sánchez *et al.* , 2000).

Es necesario contar con equipo como guantes, tijeras, escaleras (en caso de plantas elevadas), cubetas o recipientes rígidos y cajas para depositar el fruto que se va cortando. Se debe tener extremo cuidado de no presionar en demasía los frutos ni dejarlos caer de alturas considerables ya que causan magulladuras que provocan maduración irregular. Otro aspecto a considerar es que al colocarlos en cajas para transportarlos al empaque se debe tener sumo cuidado de que los pedúnculos no dañen a los frutos cuando son cosechados con este detalle, para ello se llegan a colocar en el interior de la caja, capas de hule espuma en cada tendido de fruto. El transporte hasta el empaque es otro punto delicado, deben evitarse movimientos bruscos que friccionen o presionen el producto en el traslado, (Sánchez *et al.*, 2000).

## **2.4.1 Punto de cosecha**

### **2.4.1.1. Sistema de cosecha**

Los sistemas de cosecha del tomate pueden ser manuales o mecanizados. En

general los frutos destinados a la industria se cosechan mecánicamente y los de consumo fresco preferentemente a mano, lo que implica mayor cantidad de mano de obra con mayores costos (Jaramillo *et al*, 2007).

Para realizar la cosecha mecánica se requiere de cultivares adaptados para ella y que presenten uniformidad en la producción y maduración (Casanova *et al.*, 2007).

La cosecha del tomate manual es generalmente escalonada en la planta y se realiza en varias etapas, según el período de producción de las plantas. Al cosechar se debe considerar el estado de madurez y el destino que se le dará al producto; y en otros casos se determina por el tamaño y la coloración del fruto (Taiwo *et al.*, 2005).

#### **2.4.1 Maduración**

Identificar los diferentes estados o índices de madurez del fruto es la clave para cosechar un fruto con características deseables para el mercado en este capítulo se da a conocer los dos índices de madurez y los criterios para identificar cada uno de estos, se describe aspectos relacionados con la cosecha como frecuencia de cortes, la hora indicada de cortes, tipo de corte, equipos, herramientas y cuidados para ejecutar esta actividad, como parte final la selección y empaque, (Valadez, 1994).

Al momento de la cosecha se debe considerar el grado o índice de madurez. Se distinguen dos tipos:

### 2.4.1 Madurez fisiológica

Se refiere cuando el fruto alcanza el máximo crecimiento e inicio de maduración es caracterizado por una estrella blanca alrededor de la cicatriz en la extremidad floral forma una figura parecida a una estrella blanca. El fruto puede ser cosechado, por ser un fruto climatérico, llega posteriormente a su madurez comercial en almacén (Valadez, 1994).

### 2.4.1 Madurez comercial

Cuadro 6. Características de índice de madurez comercial.

<b>Rayado</b>	Es el fruto que inicia su maduración y se aprecia más verde que rojo
<b>Tres cuartos</b>	Usualmente es el parámetro que más se maneja. Su color se aprecia en tono naranja o rojo claro.
<b>Maduro</b>	Este parámetro es cuando el fruto presenta madurez del 100% (fruto rojo).

Valadez, A. L, ( 1994).

## 2.1. Generalidades de los sustratos

### 2.1.1 Definición de los sustratos

La calidad de los sustratos es importante para la producción de plántula en términos de sus características físico-químicas (porosidad, densidad aparente y real, retención de agua, pH y materia orgánica) incide de manera significativa en el crecimiento y desarrollo de la plántula, por tanto, el sustrato debe poseer buenas propiedades, que posibiliten su uso, siendo necesario que estos sean evaluados y así identificar aquéllos que presenten características aceptables para su utilización como sustratos en la producción de cultivos, (Baltazar *et al.*, 2013).

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

Uno de los sustratos más utilizados para la producción de plántulas en el ámbito mundial es la turba de musgo; sus características físicas, químicas y biológicas permiten una excelente germinación y crecimiento de las plántulas, pero su costo elevado y explotación no sostenible han comenzado a restringir su uso (Fernández *et al.*, 2006).



## 2.2. Sustratos inorgánicos

### 2.2.1 Arena

Son un material de naturaleza silíceo y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original. Las arenas pueden proceder de canteras (granito, gneis, basalto, etc.) o de ríos y ramblas (depósitos de formación aluvial, más o menos recientes). Las primeras son más homogéneas y suelen estar constituidas por partículas angulosas, con aristas vivas. Las segundas son más heterogéneas, ya que resultan de la mezcla de distintos materiales erosionados y transportados por las aguas, y sus partículas suelen ser redondeadas, (Moinereau *et al.*, 1987).

Las arenas incluyen típicamente las fracciones granulométricas comprendidas entre 0.02 y 2 mm. Desde el punto de vista hortícola, se prefieren aquellas con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6 -2.0 mm), (FAO, 1990).

Además es un sustrato prácticamente permanente, debido a su extraordinaria resistencia mecánica y es fácil de desinfectar. Las arenas presentan una baja capacidad tampón para el agua, exigiendo un control riguroso del riego, (Moinereau *et al.*, 1987).

Las arenas que proporcionan los mejores resultados son las arenas de río. Se recomienda un diámetro de 0,5 y 2 mm. Su densidad aparente es similar a la grava. Su capacidad de retención del agua es media (20 % del peso y más del 35 % del volumen); la aireación disminuye con el tiempo a causa de la compactación; su

capacidad de intercambio catiónico es nula. Su contenido de caliza alcanza el 8-10 %. Algunos tipos de arena deben lavarse previamente. Su pH varía entre 4 y 8. Es frecuente su mezcla con turba, como sustrato de enraizamiento y de cultivo en contenedores, (Moinereau *et al.*, 1987; Bunt, 1988).

## **2.1. Plagas y enfermedades**

### **2.1.1 Plagas**

Uno de los problemas que más afecta la producción de tomate en México es el control de plagas y enfermedades. No solo por aumentar los costos del cultivo sino que también ocurre cierta resistencia a los productos químicos por parte de las plagas cuando estas eran controladas aceptablemente con los mismos productos años atrás (Alarcón y Bolkan, 1994).

A esto se debe agregar el mal manejo de agroquímicos y fertilizantes que han provocado un eco toxicidad general del medio ambiente (Alarcón y Bolkan, 1994).

Así como es de extenso el número de hectáreas de tomate que se cultivan, lo es también el número de insectos plaga que atacan severamente a este cultivo (Alarcón y Bolkan, 1994).

#### **Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*)**

La mosca blanca es originaria del sur de Asia, algunos autores consideran que del medio oriente, específicamente de India y Pakistán, encontrándose distribuida

actualmente en todas las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Su hábitat se extiende alrededor del planeta, entre 30 Latitud. Norte y los 30 Longitud Sur (Kranz *et al.*, 1982).

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

En 1964 apareció en Honduras y en 1965 en Guatemala y Nicaragua. (CATIE, 1990; Asiático, 1991; Mendoza, 2002). La mosca blanca se caracteriza por tener una metamorfosis incompleta, pasando por tres etapas: Huevo, cuatro instares ninfáles y adulto. Huevo: Los huevos son de textura lisa y de forma elíptica, con la parte superior terminada en punta y la parte inferior redondeada, estos son depositados o adheridos en forma individual, en semi-círculos o en pequeños grupos en el envés de la hoja a través de un pedicelo insertado en la epidermis. Miden en promedio 0.19 mm de longitud por 0.1mm de ancho; inicialmente son blancos y se tornan anaranjado claro a medida que maduran y cuando está próximo a la eclosión su color naranja se opaca. En este estado dura aproximadamente 5 días. (CATIE, 1998; Jarquin 2004; Morales *et al.*, 2006).

### **Minador de la hoja (*Liriomyza sativae* spp)**

El adulto de *Liriomyza sativae* es una mosca negra lustrosa con marcas amarillas variables de 1 a 1.8 mm de largo. El *Liriomyza trifolii* difiere en que tiene el tórax cubierto de pelos traslapados que le proporcionan un color gris plateado. La porción de la cabeza detrás de los ojos es predominantemente amarilla. Ambas especies tienen una actividad similar: insertan los huevos en las hojas y las larvas se alimentan entre haz y envés, lo que crea una mina u horadación sinuosa. Los huevecillos, de unos 0.2 mm de largo, son en ocasiones visibles a través de la epidermis superior de la hoja. Las larvas amarillentas y las pupas café, semejantes a semillas de estas especies, son muy similares y difíciles de distinguir en el campo (Babbit, 2006).

**Síntomas y daño al cultivo:** El minador de la hoja efectúa en las hojas horadaciones de ondulaciones irregulares. Las galerías tienen generalmente la forma de una “S” y pueden estar agrandadas en el extremo. En las hojas más dañadas, se reduce grandemente la eficacia fotosintética y las plantas pueden perder la mayor parte de sus hojas. Si esto sucede al comienzo del periodo de fructificación, la defoliación podrá reducir el rendimiento y el tamaño del fruto y exponer éste a la quemadura del sol. Además, las hojas infestadas constituyen un hábitat propicio para las bacterias y los patógenos fúngicos de las plantas (Babbit, 2006).

### **Gusano del fruto (*Helicoverpa zea*)**

Las larvas de estas dos especies son plagas de importancia del jitomate, ya que dañan a los frutos desde la formación hasta la maduración; una vez afectados se

pudren a consecuencia de la penetración de hongos, bacterias e insectos quedando inutilizados para el mercado, (INIFAP, 1985).

La hembra deposita los huevecillos en forma individual en las hojas ubicadas cerca de la inflorescencia. Cuando hay frutos en la planta la larva al emerger inmediatamente penetra el fruto, son de hábitos canibalísticos, por lo que solo se encuentra una larva por fruto. Estas pasan por seis instares larvarios alcanzando un tamaño de 4 cm, generalmente el estado larvario lo completan en un solo fruto, a menos que sea muy pequeño, entonces puede dañar varios frutos; después se dirigen al suelo y se transforman en pupa, (INIFAP, 1988).

### **Trips (*Frankliniella occidentalis*)**

Los trips son insectos raspador-chupador que vive en colonias principalmente en colonias y las flores. Los adultos son alargados (1-2 mm) con cuatro alas delgadísimas y cerdas largas para sostenerse en el vuelo. Ninfas amarillentas, parecidas a los adultos pero sin alas (Bayer de México, 2012).

Biología: La hembra inserta sus huevecillos en tejidos tiernos. Las ninfas pasan por 3 estadios ninfales; en el último, la ninfa permanece inactiva (pseudopupa). La duración de su ciclo biológico es de 10-21 días con varias generaciones anuales, (Bayer de México, 2012).

Daños: Deforma y deshidrata las hojas ocasionando el detenimiento de las plantas jóvenes. Afecta también la calidad de los frutos. Transmite el virus de la marchitez manchada del tomate, enfermedad muy grave (Bayer de México, 2012).

### **Araña roja** (*Tetranychus urticae* spp)

El adulto posee ocho patas y es casi microscópico (0.3 a 0.5 mm de largo). La hembra, de forma oval, tiene un color que va de amarillento a verde, con dos o cuatro manchas dorsales oscuras. El macho, que es más activo, tiene cuerpo más angosto y abdomen más apuntado. Los huevecillos son esféricos, diminutos y transparentes a la ovipostura. Luego adoptan un color amarillo-verdoso. La larva es transparente, con ojos carmín, seis patas y no es mucho mayor que el huevecillo. Durante las dos etapas de ninfa es gris pálido, de forma oval y ocho patas. Las manchas oscuras ya son visibles en esta etapa (Babbit, 2006).

**Síntomas y daño al cultivo:** Los ácaros penetran la epidermis y extraen la savia del envés de las hojas. El follaje infestado adopta un aspecto blancuzco o bronceado. Las hojas ligeramente infestadas muestran manchas o erupciones pálidas que permiten ver al través; cuando son gravemente infestadas se tornan pálidas y se secan. El envés puede verse recubierto de tejido sedoso o telarañas por encima del cual se arrastran los ácaros (Babbit, 2006).

## **2.1.2 Enfermedades**

### **Cenicilla del tomate** (*Mildiu pulverulento*)

Enfermedad causada por varios agentes entre los que destacan *Leveillula taurica*, *Erysiphe orontii* y *Oidium lycopersicum* L. Taurica es un parásito de desarrollo seminterno cuyos conidióforos salen al exterior a través de los estomas; se manifiesta en climas cálidos y semiáridos, y posee un amplio rango de hospederas. E. orontii se

manifiesta en regiones templadas y tropicales. *O. lycopersicum* es un hongo de forma apresoria, con morfología de conidia y conidióforos, que afecta a cultivos de campo abierto e invernadero. Posee un amplio rango de hospederas, entre los que se encuentran solanáceas y cucurbitáceas (Babbit, 2006).

**Síntomas y daño al cultivo:** Los síntomas de cenicilla por *L. taurina* son manchas amarillas en el haz que se vuelven necróticas en el centro, observándose un fieltro blanquecino en el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a 10-35 °C con un óptimo de 26 °C y humedad relativa del 70%. En el caso de *O. lycopersicum* se muestra micelio superficial de color blanco con ocasionales bordes amarillos en las hojas y tallos, amarillamiento, desecación, necrosis y defoliación (Babbit, 2006).

#### **Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)**

Causado por *Phytophthora infestans*. Las esporas se transportan a largas distancias por viento y lluvia. Las condiciones de humedad y frío favorecen su desarrollo, el cual puede incrementarse al utilizar riego por aspersión (Bayer de México, 2012).

**Síntomas y daño al cultivo:** Puede afectar y destruir hojas, ramas y frutos. Usualmente el primer síntoma es el doblamiento hacia abajo del pecíolo de las hojas infectadas. Aparecen manchas irregulares verdosas y acuosas en hojas, pecíolos y tallos, las cuales se agrandan para formar lesiones rojizo-oscuras que pueden rodear los tallos y matar el follaje en el extremo de las ramas. Los síntomas aparecen en los

frutos al caer las esporas del hongo en los hombros del mismo. Las lesiones en el fruto tienen un aspecto grasoso (Bayer de México, 2012).

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

Aparece en el follaje más viejo, formando áreas necróticas irregulares. En las hojas, se desarrollan manchas circulares a ovaladas café oscuro. En muchos casos poseen una aureola amarilla. El hongo es más activo a temperaturas suaves o templadas y tiempo lluvioso. Es más severo en plantas afectadas por nemátodos o deficiencia de nitrógeno (Bayer de México, 2012).

**Síntomas y daño al cultivo:** Las manchas se agrandan y destruyen las hojas, exponiendo el fruto al sol. El fruto infectado tiene consistencia de cuero y se cubre de esporas negras. El hongo puede sobrevivir en suelo y residuos de cosecha infestada o malezas. Puede provenir de semilla contaminada y ser transportado por viento, agua, insectos, trabajadores y equipo de campo. Las esporas que se depositan en las plantas de tomate germinan e infectan a las hojas cuando están mojadas (Bayer de México, 2012).

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

El moho gris es causado por el hongo (*Botrytis cinerea*). La enfermedad se presenta cuando las condiciones humedad son altas (mayores a 90%) durante las etapas de desarrollo avanzadas del cultivo, atacando a grupos de plantas



principalmente donde hay poca aireación y penetración de la luz (Productores de hortalizas, 2006).

**Síntomas y daño:** principalmente el hogo ataca a las flores, provocando reducción en el rendimiento de cultivo. Los síntomas inician en las flores provocando una marchitez, para luego dar lugar a una cubierta aterciopelada de esporas. Una vez que la infección avanza, pasa a dañar a los frutos provocando manchas circulares en frutos verdes y posteriormente, la enfermedad se extiende hacia el tallo, donde aparecen manchas alargadas de color gris. Además, los frutos verdes pueden infectarse directamente a través de esporas transportadas por el aire, en este caso aparecen manchas blancas (circulares) sobre la piel del fruto (Productores de hortalizas, 2006).

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

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

suelo, estructura del invernadero y equipos, y por periodos más largos en residuos vegetales (Babbit, 2006).

**Síntomas y daño al cultivo:** Las plantas son vulnerables en cualquier etapa de desarrollo. Las plántulas infectadas se mueren rápidamente o producen plantas débiles. Si las condiciones para el desarrollo de la enfermedad no son favorables las plántulas pueden generar plantas aparentemente sanas hasta que se plantan en campo. Los primeros síntomas de la enfermedad son marchitez, rizado y bronceado de las hojas, a menudo en un solo lado de la planta. Si se practica un corte en el tallo puede observarse decoloración café en el elemento vascular. Los síntomas se dividen en: superficiales (por colonización bacteriana de tejidos superficiales, y sistémicos (por invasión bacteriana del tejido vascular). Aparecen lesiones necróticas de hasta 6 mm de diámetro en la superficie de las hojas viejas superiores, o puntos circulares ligeramente protuberantes de 3 mm de diámetro. Pueden observarse manchas similares en tallos y pecíolos (Babbit, 2006).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1.1 Ubicación geográfica de la comarca lagunera**

La comarca lagunera se localiza entre los paralelos (25° 05' y 26° 54' N) y los meridianos (101° 40' y 104° 45' O) teniendo una altura de 1,139 metros sobre el nivel del mar, en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango, al norte con el estado de chihuahua y al sur con el estado de zacatecas.

#### **3.1.2 Características del clima**

En el estado de Coahuila, la mitad de su territorio (49%) presenta clima seco y semiseco, el 46% tiene clima muy seco y el 5% restante registra clima templado subhúmedo, localizado en las partes altas de las sierras del sur: San Antonio y Tampiquillo.

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

La temperatura más alta, mayor de 30°C, se presenta en los meses de mayo a agosto y la más baja en enero, que es alrededor de 4°C.

Las lluvias son muy escasas, se presentan durante el verano; la precipitación total anual es alrededor de 400 mm.

En la región Bolsón de Mapimí se localizan grandes áreas dedicadas a la agricultura de riego, de hecho, la Comarca Lagunera es la zona agrícola más importante de la entidad, (<http://www.inegi.org.mx>. En el Sitio INEGI, 2012).

### **1.1.1 Ubicación del experimento**

El experimento se llevó a cabo en el ciclo Primavera-Verano del 2015 en el Invernadero número 3, ubicado en el Departamento de Horticultura, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna, ubicada en Periférico y carretera a Santa Fe, en Torreón, Coahuila, México.

### **3.1.3 Características del invernadero**

El invernadero consta con las siguientes dimensiones de 9 metros de ancho y 23 metros de largo, con una superficie de 207 m<sup>2</sup>, con la estructura metálica con una cubierta de polietileno de calibre 600 transparente y con malla sombra del 50% utilizada en las estacionales de mayor radiación solar y en altas temperaturas, cuenta con una pared húmeda para el control climático y dos extractores, con el piso de gravillas.

### **3.1.4 Acondicionamiento del invernadero**

Antes de establecer el trabajo de investigación se realizaron actividades con el propósito de mantener en condiciones óptimas para el cultivo y para evitar posibles hospederos de roedores o plagas del resto de los cultivos establecidos anteriormente. Y al igual manera se limpió la pared húmeda y tanto los extractores para estar en sus condiciones en función al momento requerido. Y al final de las actividades correspondientes se fumigó con el objetivo de desinfectar todo dentro y fuera del invernadero.

### 3.1.5 Diseño experimental

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

Como sustrato se realizó una mezcla de 90% de arena y 10% de perlita para evitar la compactación y como mayor retención de humedad colocando una planta por maceta.

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos evaluados a base de porcentajes de solución nutritiva Steiner en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL 2015.

<b>Trat</b>	<b>Sustratos</b>	<b>Porcentaje de solución nutritiva universal de Steiner</b>
T1	90% arena 10% perlitas	100% de la solución Steiner
T2	90% arena 10% perlitas	60% de la solución Steiner
T3	90% arena 10% perlitas	30% de la solución Steiner
T4	90% arena 10% perlitas	Testigo sin solución Steiner (con agua )

Cuadro 8. Solución nutritiva universal utilizada como base para la evaluación de diferentes porcentajes en la producción de tomate saladette en invernadero, , ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL 2015.

Unidad	Elementos cationes				Elementos aniones			
	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	K <sup>+</sup>	Σ	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	Σ
Ion								
Meq L <sup>-1</sup>	9	4	7	20	12	1	7	20
Σ de Cationes - Σ de Aniones= 0								

Cuadro 9. Cantidad de fertilizantes utilizados en la elaboración de los tratamientos con porcentajes de Solucion Nutritiva Steiuner evaluados en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL 2015.

Solución nutritiva universal Steiner		100%	60%	30%
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Nitrato de calcio	46.36g	27.816g	13.908g
K NO <sub>3</sub>	Nitrato de potasio	144.57g	86.742g	43.371g
Mg NO <sub>3</sub>	Nitrato de magnesio	54.49g	32.694g	16.347g
Mg SO <sub>4</sub>	Sulfato de magnesio	42.944g	25.766g	12.883g
H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	Ácido fosfórico	13.4ml	08.04ml	4.02ml

### 3.1.6 Análisis de agua

Para la elaboración de las soluciones nutritivas es necesario conocer, las cantidades de nutrimentos que el agua de riego aporta, para ello se realizó un análisis de agua con que se cubrió la demanda hídrica del cultivo.

Cuadro 10. Análisis de agua utilizada en la elaboración de los porcentajes de solución nutritiva Steiner en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL.

Contenido del Agua	Concentraciones
Nitratos ( $\text{NO}_3^-$ )	0
Fosfatos ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ )	0
Sulfatos ( $\text{SO}_4^{2-}$ )	4
Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3^-$ )	1
Cloruros ( $\text{Cl}^-$ )	3
Potasio ( $\text{K}^+$ )	0
Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ )	6
Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ )	0
Amonio ( $\text{NH}_4^+$ )	0
Sodio ( $\text{Na}^+$ )	2.2

### 3.1.7 Siembra en charolas

La siembra se realizó en charolas germinadoras de unicel de 200 cavidades, utilizando como sustrato de germinación peat – moss, se llenaron uniformemente las cavidades de la charola, se sembró la semilla y germinó a los 10 días. Y después se

prosiguió la realización del riego ligero frecuentemente para mantener la humedad hasta realizar el trasplante.

### **3.1.8 Llenado de macetas**

El llenado de las bolsas de plástico fue de color negro con la capacidad de 10 kg y debidamente perforadas en la base para el drenaje de agua en exceso. Se realizó el llenado con los sustratos haciendo una mezcla de arena y perlitas para uso como sustrato inerte.

### **3.1.9 Trasplante**

Se realizó el trasplante cuando la planta alcanzó una altura de 12 a 15 cm de altura o de 35 a 40 días después de la germinación; posteriormente se colocó una planta por maceta en su respectivo tratamiento. Se realizaron orificios en las macetas, y aplicando después del llenado un riego para humedecer el sustrato y continuando con el trasplante definitivo a su establecimiento.

### **3.1.10 Riego con solución nutritiva**

El modo de aplicación fue manualmente, para ello se utilizó un recipiente de plástico de un litro, el riego se realizó de acuerdo a las condiciones climáticas que se presentaron dentro del invernadero, y así como teniendo en cuenta el estado fenológico de la planta. Durante los primeros 8 días se aplicaron 500 ml por planta y posteriormente subió a un litro de agua por planta.



### **3.1.11 Fertilizante foliar**

Para la fertilización de micronutrientes se utilizó una mochila aspersora para uso exclusivo, la cual se agregaron los micronutrientes y se asperjó uniformemente sobre todas las plantas.

Y se utilizó el siguiente producto:

POLIQUEL® MULTI Dosis: 0.5 ml/l.

## **3.2. Manejo del cultivo**

### **3.2.1 Tutorado**

Las plantas fueron guiadas en un solo tallo sosteniendo con el uso de la rafia, el tutorado se realizó cuando la planta alcanzó una altura entre 20 a 35 cm, ésta actividad se ha llevado a cabo con la finalidad de obtener la planta con buena ventilación y evitar que las hojas y frutos queden en contacto al suelo y/o sustrato, favoreciendo una mejor entrada de luz y ventilación.

Esta labor se ha llevado a cabo con el propósito de alcanzar la uniformidad de la planta en su desarrollo tanto en la producción.

### **3.2.2 Poda de hojas y brotes axilares**

Las plantas se condujeron a un solo tallo, la eliminación de los brotes axilares se realizó conforme a la observación de las plantas. El desoje consistió en la eliminación

de hojas senescentes en la parte inferior de la planta, evitando la presencia de parásitos que puedan causar un efecto de plagas y enfermedades a la planta.

Las hojas se eliminaron hasta donde se encontraba el primer racimo y luego se dejó una hoja antes del racimo para uniformizar la madurez de los frutos y así en todo el ciclo del cultivo.

### 3.2.3 Polinización

Esta actividad se ha realizado en modo manual cuando empezó la etapa de la floración, agitando las rafias en cada planta en modo que el polen se dispersan y se haga a polinización adecuada y así se realizó todos los días en horas por la mañana.

### 3.2.4 Control de plagas y enfermedades

En todo el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos para detectar la presencia de plagas y enfermedades.

Se presentó la mosquita blanca (*Bemisia tabaci* spp).

Cuadro 11. Productos químicos aplicados en la presencia de plagas (mosquita blanca (*Bemisia tabaci*spp), en la producción de tomate saladette en invernadero, ciclo primavera – verano 2015, UAAAN – UL 2015.

HORTA 25	Dosis 1ml/l.
DANAPYR 40 CE	Dosis 1ml/l.
PREVICUR	Dosis 1ml/l.

### 3.2.1 Cosecha

La cosecha se realizó a partir a los 80 días después del trasplante, realizando hasta el cuarto racimo manualmente, cuando los frutos presentaban un aspecto que ha llegado a su madurez. Los frutos fueron evaluados al momento de ser cosechados.

### **3.2.2 Variables evaluados**

#### **3.2.3 Altura de la planta**

La altura de la planta se realizó con una cinta métrica de la base de la planta hasta el brote apical.

#### **3.2.4 Grosor de tallo**

El grosor de tallo se realizó con la utilización de un vernier o pie de rey, en el mismo parte, cada semana para observar el crecimiento en el engrosamiento del tallo.

#### **3.2.5 Peso de fruto**

En la obtención de variables del fruto se utilizó una báscula digital, la cual expresó el peso de cada fruto en gramos.

#### **3.2.6 Peso de racimo**

Para obtener esta variable se utilizó una pesa digital, en la cual se expresó en gramos de cada racimo.

#### **3.2.7 Diámetro polar**

Para esta variable se colocó el fruto de manera vertical colocándolo en el vernier, y midiendo la distancia entre el pedúnculo y la cicatriz floral.

### **3.2.8 Diámetro ecuatorial**

En la evaluación de esta variable se colocó el fruto de forma transversal en la parte mas ancha sobre el vernier, los datos obtenidos se registraron en centímetros.

### **3.2.9 Espesor de pulpa**

Se realizó un corte a la mitad del fruto y en la parte mas ancha, midiendo la parte carnosa con una regla milimétrica, registrando los datos en milímetros.

### **3.2.10 Sólidos solubles o °Brix**

La determinación de esta variable fue con el uso de un refractómetro colocando en la base una gota del jugo del tomate y tomando la lectura en grados Brix.

### **3.2.11 Analisis estadístico**

Se realizó el analisis de varianza para determinar la diferencia estadística entre tratamientos y cuando hubo diferencia se realizó la comparación de medias de tratamientos por el método de Tukey al  $p=0.05$ .

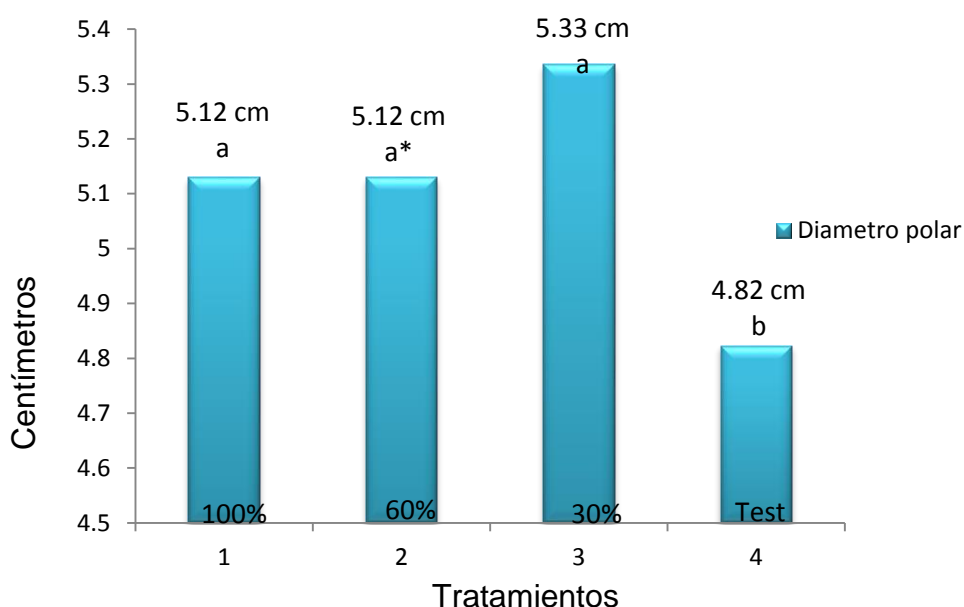
## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1 Calidad de fruto**

#### **4.1.1 Diámetro polar**

Para la variable diámetro polar (cm) el análisis estadístico encontró diferencia significativa entre tratamientos. El tratamiento que presentó el mayor diámetro polar

fue el T<sub>3</sub> (30%) solución nutritiva Steiner (SNS) con 5.33 cm, seguido del T<sub>1</sub> (100%) y T<sub>2</sub> (60%) con 5.12 cm, estos tratamientos son estadísticamente iguales entre sí y diferentes al T<sub>4</sub> que obtuvo el menor diámetro con 4.82 cm, como puede apreciarse en la Figura 1.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

Figura 1. Diámetro polar (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad “Rio grande” resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

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

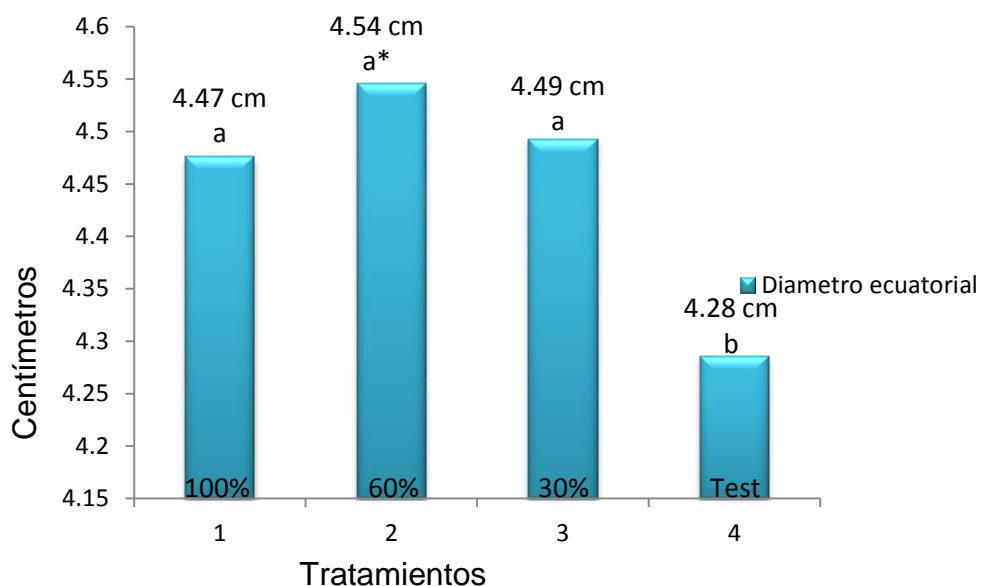
Hernández., (2016), al evaluar diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato y utilizando como testigo solución nutritiva Steiner en tomate tipo saladette,

obtuvo un diámetro polar de 4.82 cm con la SNS, resultado similar al obtenido en el presente trabajo.

Por otra parte Aguilar, (2017), evaluó diferentes porcentajes de compost en el sustrato y utilizando como testigo (SNS), en tomate tipo saladette donde obtuvo un diámetro polar de 5.2 cm en la SNS, este resultado es similar al obtenido en el presente trabajo.

#### **4.1.2 Diámetro ecuatorial**

Para la variable diámetro ecuatorial (cm) el análisis estadístico encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. El tratamiento que presentó el mayor diámetro ecuatorial fue el T<sub>2</sub> de 60% solución nutritiva Steiner (SNS) con 4.54 cm, seguido del T<sub>3</sub> (30% SNS) con 4.49 cm y el T<sub>1</sub> (100% SNS) con 4.47 cm, siendo estadísticamente iguales entre si y diferentes al T<sub>4</sub> que obtuvo el menor diámetro ecuatorial con 4.28 cm, como puede apreciarse en la Figura 2.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

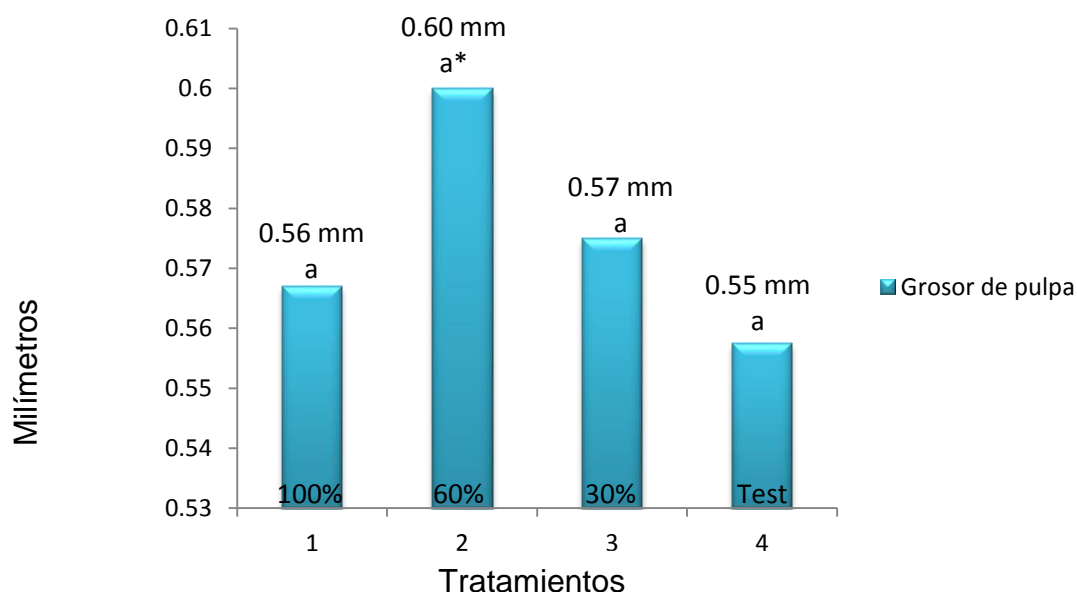
Figura 2. Diámetro ecuatorial (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad "Rio grande" resultado de la evaluación de porcentajes solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

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

Resultados reportados por Hernández, (2016) al evaluar diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato y utilizando como testigo SNS, en tomate tipo saladette el cual obtuvo un diámetro ecuatorial de 4.09 cm en la SNS, este resultado es menor al diámetro ecuatorial obtenido en el presente trabajo.

#### 4.1.3 Grosor de pulpa

Para la variable grosor de pulpa (mm) el análisis de varianza no presenta diferencia estadística significativa entre los tratamientos, sobresaliendo con mayor valor numérico el T<sub>2</sub> de 60% solución nutritiva steiner (SNS) con 0.60 mm, seguido el T<sub>3</sub> (30% SNS) con 0.57 mm, y el T<sub>1</sub> (100% SNS) con 0.56 mm y finalmente el T<sub>4</sub> con 0.55 mm, como puede apreciarse en la Figura 3.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

Figura 3. Grosor de pulpa (mm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad "Rio grande" resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

Los resultados obtenidos por Aquino (2014), al evaluar diferentes porcentajes de solución nutritiva universal Steiner en su experimento de tomate tipo bola donde reporta una media de 1.27 mm, mientras que en el presente trabajo la media fue de 0.57 mm; cabe destacar que el tomate bola por genética, es de mayor tamaño que el

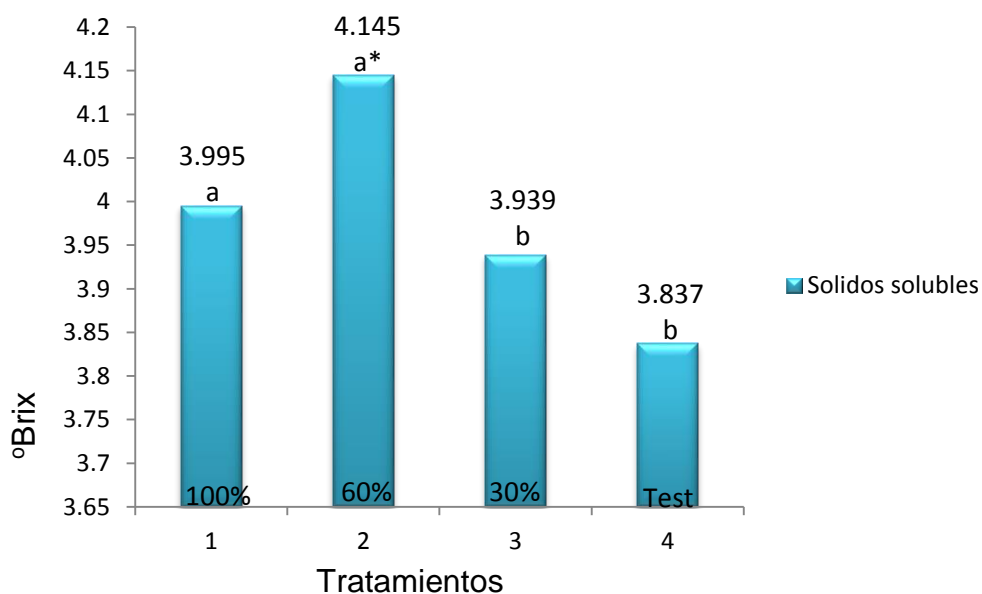


tomate tipo saladette, este factor influye en la diferencia de resultados presentados por ambos trabajos.

Resultados reportados por Hernández., (2016), al evaluar diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato, utilizando como testigo SNS, en tomate tipo saladette donde obtuvo grosor de pulpa de .56 mm, en la SNS, este resultado es similar al obtenido en el presente trabajo.

#### 4.1.4 Sólidos solubles (°Brix)

El análisis de varianza para la variable sólidos solubles encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos; el T<sub>2</sub> de 60% solución nutritiva Steiner (SNS) obtuvo una media de 4.14 °Brix, el T<sub>1</sub> (100% SNS) obtuvo 3.99 °Brix, estos tratamientos son estadísticamente iguales entre sí y diferentes al T<sub>3</sub> que obtuvo 3.93 °Brix y al T<sub>4</sub> con 3.83 °Brix, como puede apreciarse en la Figura 4.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

Figura 4. Sólidos solubles (°Brix) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad “Rio grande” resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

La mayor acumulación de sólidos solubles en el fruto pudiera deberse por una parte, a una menor absorción y acumulación de agua por los frutos, de acuerdo a Preciado *et al.*, (2011).

Santiago *et al.*, (1998) señalan que el tomate para consumo fresco debe de contener un mínimo de 4.0 °Brix, valor que alcanzó el tratamientos 2, de 60% de SNS y el resto de los tratamientos casi lo alcanzaron.

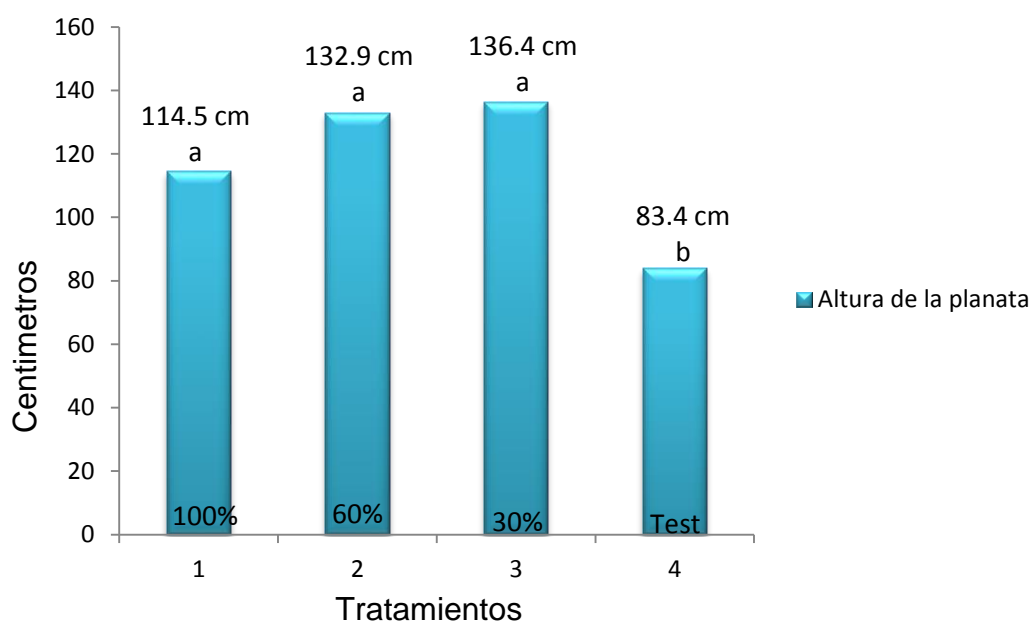
Tjalling (2006), señala que una relación mayor de K/Ca en la solución nutritiva produce más °Brix, y un aumento de vida en postcosecha, menciona también que independiente de una relación K/Ca, a mayor nivel de Mg, se tiene mayores °Brix y mayor vida de postcosecha.

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

## 4.2. Variables de crecimiento

### 4.2.1 Altura de la planta

El análisis de varianza para la variable altura de la planta (cm) encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos; el T<sub>3</sub> de 30% solución nutritiva Steiner (SNS) obtuvo una media de 136.4 cm, mientras el T<sub>2</sub> (60% SNS) obtuvo 132.9 cm y el T<sub>1</sub> (100% SNS) obtuvo 114.5 cm, estos tratamientos son estadísticamente iguales entre sí y diferentes al T<sub>4</sub> (Testigo) que obtuvo la menor altura de planta con 83.4 cm, como puede apreciarse en la Figura 5.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

Figura 5. Altura de la planta (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad "Rio grande" resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

En la ecuación de regresión de la variable altura de planta se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el T<sub>3</sub> (30% SNS) que alcanzó la mejor altura con 136.4 cm en la última fecha de evaluación, a los 91 DDT, después le sigue el T<sub>2</sub> (60% SNS) con 132.9 cm, seguido el T<sub>1</sub> (100% de solución Steiner universal) con 114.5 cm, y por último el T<sub>4</sub> (testigo) que presentó el menor altura de planta con 83.8 cm, como puede apreciarse en la Figura 6.

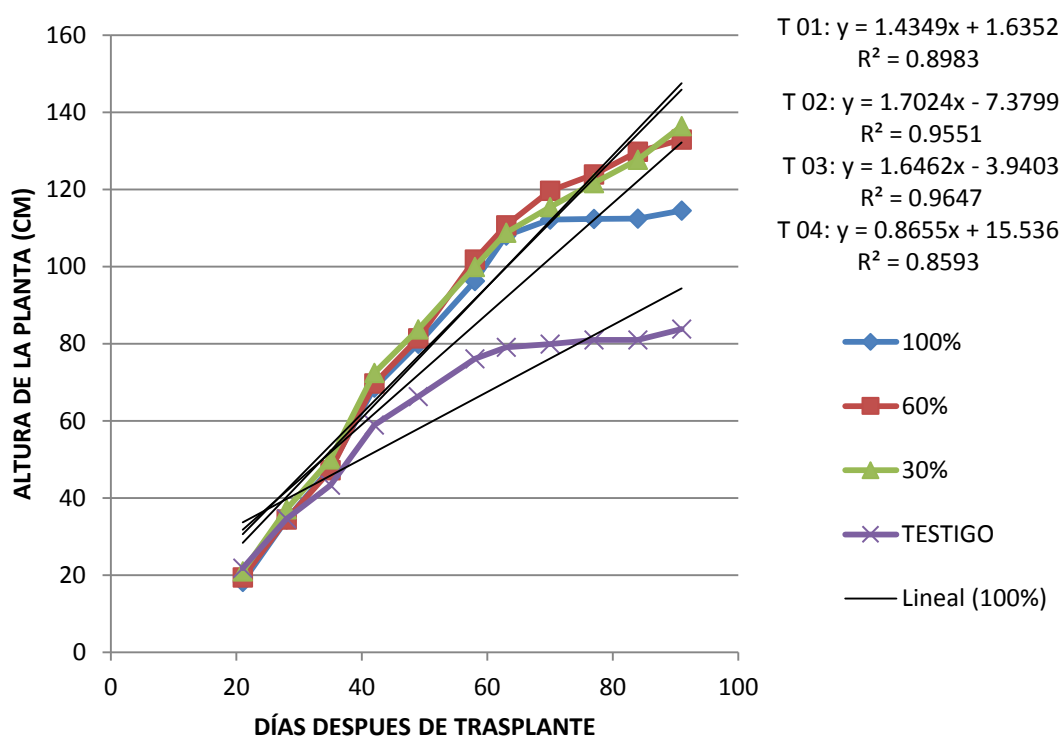


Figura 6. Ecuación de regresión para la variable altura de planta de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad "Rio grande" resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

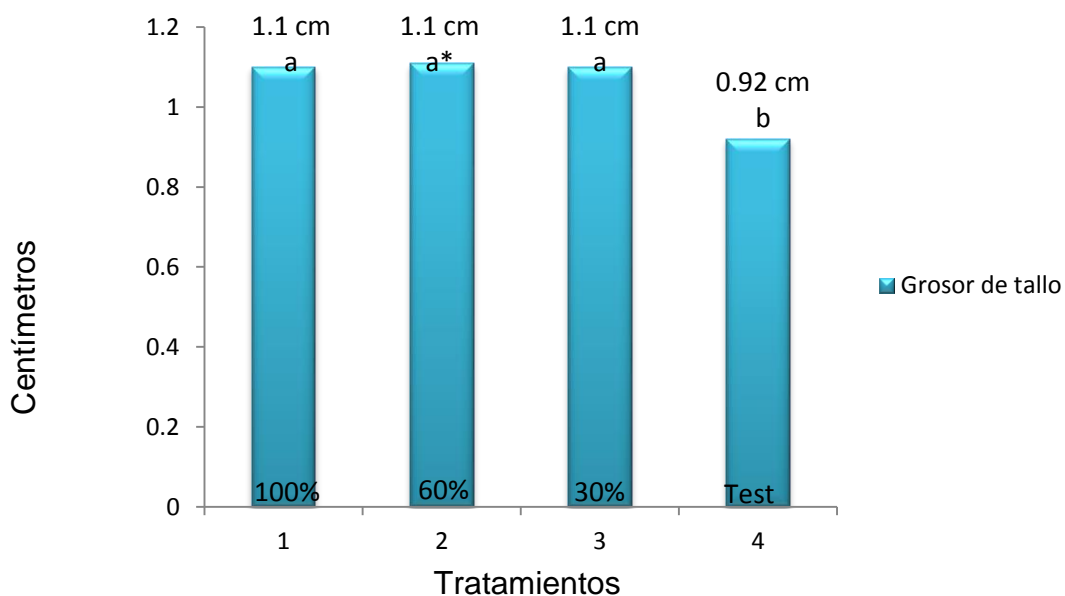
Los resultados obtenidos por Aguilar (2017) al evaluar diferentes porcentajes de compost en el sustrato y utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette

obtuvo una altura de planta 180.8 cm, en la SNS, este resultado es mayor al obtenido en el presente trabajo.

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

#### 4.2.1 Grosor de tallo

Para la variable grosor de tallo (cm) se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, siendo estadísticamente iguales los tratamientos 1 de 100% (SNS), 2 de 60% y 3 de 30% que presentaron el mayor diámetro de tallo con 1.1 cm, y diferentes al T<sub>4</sub> (testigo) que presentó el menor grosor de tallo con 0.92 cm, como puede apreciarse en la Figura 7.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

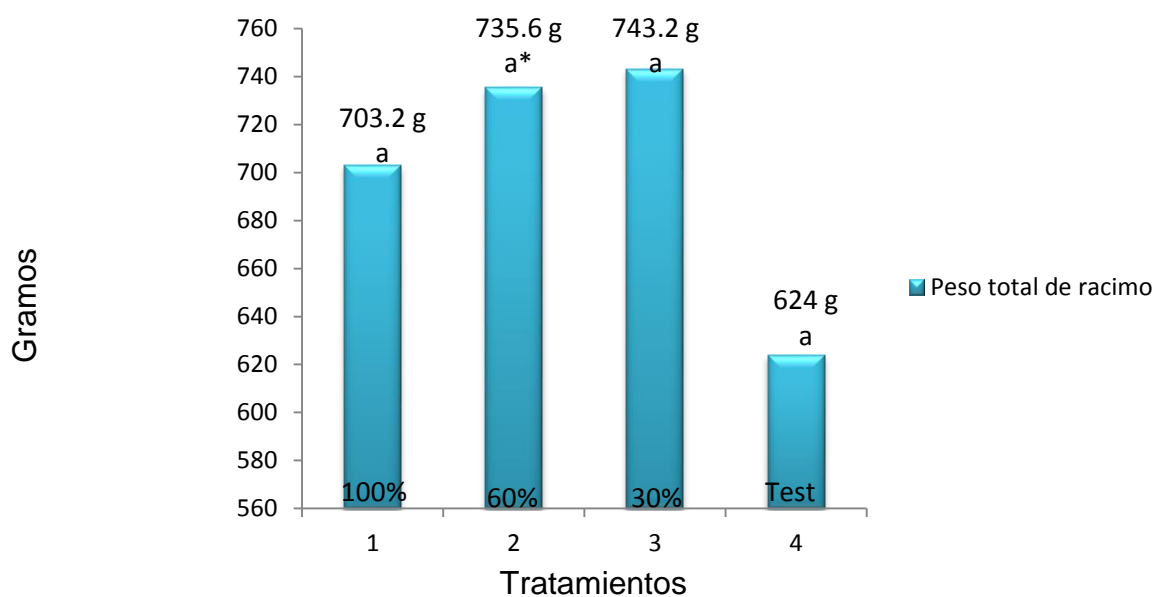
Figura 7. Grosor de tallo (cm) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad "Rio grande" resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

Tjalling (2006), menciona que la acción de la solución Steiner universal en la síntesis de proteínas refuerza la conversión del nitrato absorbido en proteínas, contribuyendo a una mejor eficiencia del fertilizante nitrogenado proporcionado, ya que al ser mejor absorbido el nitrógeno existe un mayor crecimiento.

Los resultados obtenidos por Aguilar (2017), quien evaluó diferentes porcentajes de compost en sus tratamientos utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette obtuvo un grosor de tallo de 1.1 mm, en la SNS este resultado es igual al obtenido en el presente trabajo.

#### **4.2.2 Peso total de racimo**

El análisis de varianza para la variable peso total de racimo no encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Los valores de peso de racimo fueron entre 624 y 743.2 g, el T<sub>3</sub> (30% SNS) fue el que obtuvo el mayor valor numérico para esta variable con 743.2 g y el T<sub>4</sub> presentó el peso promedio más bajo con 624 g, como puede apreciarse en la Figura 8.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

Figura 8. El peso total de racimo (g) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad “Rio grande” resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL.

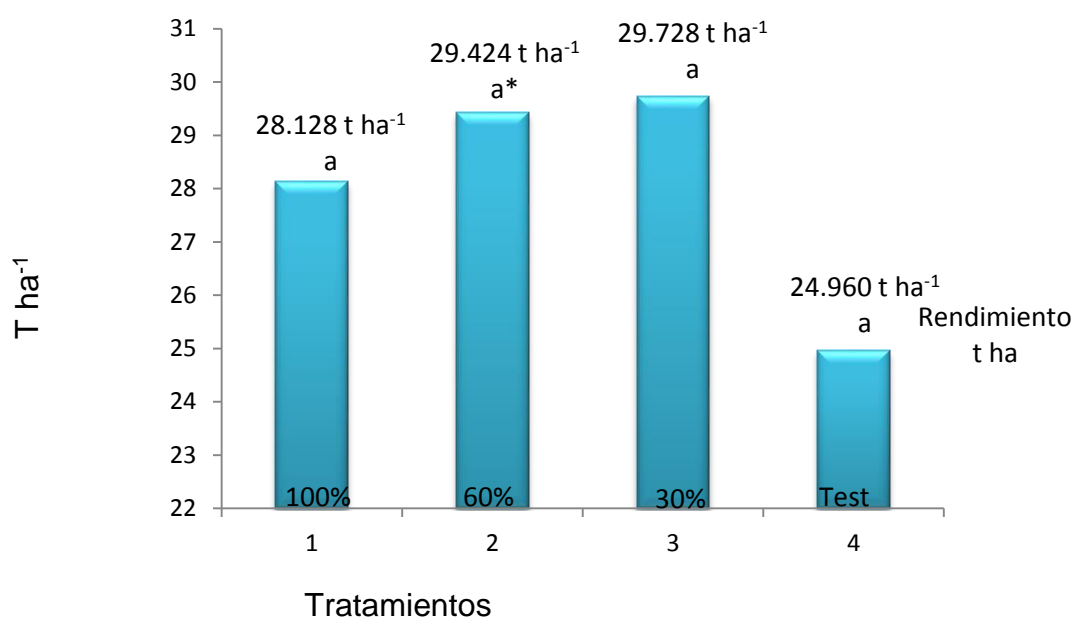
Aguilar (2017), al evaluar diferentes porcentajes de compost en sus tratamientos utilizando como testigo SNS en tomate tipo saladette, reporta de 543.2 g para peso total de racimo con el testigo, este resultado es menor al obtenido en el presente trabajo.

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

### 4.2.3 Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento  $t\ ha^{-1}$  no encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Sin embargo el T<sub>3</sub> de 30% (SNS) obtuvo el mayor valor numérico de  $29.728\ t\ ha^{-1}$ , seguido del T<sub>2</sub> con  $29.424\ t\ ha^{-1}$ , mientras el T<sub>1</sub> obtuvo un valor numérico de  $28.128\ t\ ha^{-1}$  y finalmente el T<sub>4</sub> obtuvo el menor valor numérico con  $24.960\ t\ ha^{-1}$ , como puede apreciarse en la figura 9.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia significativa entre tratamientos.

Figura 9. El rendimiento ( $t\ ha^{-1}$ ) de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.), variedad "Rio grande" resultado de la evaluación de solución nutritiva universal de Steiner en invernadero. Ciclo primavera – verano 2015. UAAAN – UL, 2015.



Tjalling (2006), señala que los aumentos en los niveles de potasio de la fertilización o la solución nutritiva, mejora la forma de la fruta, reduce la incidencia de desórdenes de maduración, reduce la proporción de fruta hueca, mejora la firmeza de la fruta y mejora el sabor mediante el aumento de acidez.

Hernández (2016), al evaluar tomate tipo saladette bajo invernadero con porcentajes de vermicompost en el sustrato y teniendo como testigo solución nutritiva Steiner, reporta un rendimiento de  $24 \text{ t ha}^{-1}$  para el testigo, este resultado en rendimiento es menor al obtenido en el presente trabajo.

Aguilar (2017) al evaluar tomate tipo saladette bajo invernadero con porcentajes de compost en el sustrato y teniendo como testigo solución nutritiva Steiner, reporta un rendimiento de  $21.7 \text{ t ha}^{-1}$  para el testigo, este resultado en rendimiento es menor al obtenido en el presente trabajo.

## 5. CONCLUSIONES

Las variables que presentaron diferencia estadística significativa entre tratamientos fueron diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles, grosor de tallo y altura de la planta. En diámetro polar sobresale el T<sub>3</sub> (30% de SNS) con una media de 5.35 cm, diámetro ecuatorial sobresale el T<sub>2</sub> (60% SNS) con una media de 4.54 cm, sólidos solubles sobresale el T<sub>2</sub> (60% de SNS) con una media de 4.14 °Brix, grosor de tallo sobresalen los T<sub>1,2,3</sub> (100%, 60%, 30% de SNS) con una media de 1.1 cm y para altura de planta sobresale el T<sub>3</sub> 30% de SNS

Para el resto de las variables grosor de pulpa, peso total de racimo y rendimiento no se determinó diferencia significativa entre tratamientos.

Se puede observar que entre las variables evaluadas se obtienen buenos resultados con cualquier porcentaje de concentración solución universal Steiner. Utilizar 30% resultaría mayormente económico que utilizar 60% obteniendo los mismos resultados y proteger el ambiente al utilizar menor cantidad de agroquímico inorgánico.

## 6. LITERATURA CITADA

- Abad, M. Noguera, M. 2000. Los sustratos en cultivos sin suelo, En manual de cultivos sin Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* mill) bajo condiciones de invernadero Ra Ximhai Vol. 6. Número 3, septiembre - diciembre 2010 345 suelo. Urrestarazu Gavilan, M. (ed). Segunda edición. Ediciones Mundi-Prensa. Almería, España 137-182 p.
- Alarcón, M. S., Bolkan, H. 1994. Situación y perspectiva del tomate en México. Campbell's Sinalopasta S. A. de C. V., Guasave, Sinaloa, México. Informe Intern.
- Aldana J., Cure J. R., Almanza M. T., Vecil D. y D. Rodríguez. 2007. Efecto de *Bombus atratus* (Hymenoptera: Apidae) sobre la productividad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo invernadero en la Sabana de Bogotá, Colombia. *Agronomía Colombiana* 25(1): 62-72.
- Aguilar V., L. 2017. Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con porcentajes de compost en el sustrato. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 85 p.
- Alexander, A. 1986. Optimum timing of foliar nutrient spray. In: Alexander, A. (ed.). pp. 44-60. Foliar fertilization. Martinus Nijhoff. Dordrecht, The Netherlands.
- Alfredo Lara Herrera., 2000. MANEJO DE LA SOLUCION NUTRITIVA EN LA PRODUCCION DE TOMATE EN HIDROPONIA. Pp 9.
- Ansorena-Miner, J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa, España. 172 pg.
- Aquino, G.B. 2014. Produccion hidropónica de tomate bola (*Lycopersicon esculentum*

Mill) en invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. 70 p.

Aquino, G.B. 2014. Producción hidropónica de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. 70 p.

Asher CJ, técnicas de cultivo de solución moderna Edwards DG (1983). En Pirson A, Zimmermand MH (Eds). Enciclopedia de fisiología vegetal. Vol. 15-A. pp 94-119.

Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar, AAIC, 2004. Diseño, construcción y mantenimiento de invernaderos de madera. Editorial Abya Yala. Segunda Edición. Quito, Ecuador. 59 p.

Avidán A. 2004. Curso de riego y fertilización. Director del departamento de Irrigación y de Suelos. Servicio de Extensión Agrícola.

Babbit., S., 2006., Plagas y enfermedades del tomate, pp 23.

Baixauli, C. y Aguilar, J. 2002. Cultivo sin Suelo de Hortalizas. Serie de Divulgación Técnica N° 53. Generalitat Valenciana, Consellería de Agricultura, Pesca y Alimentación. Valencia, España. 110 p.

Baltazar., I., j., Matías., M., A., Marín., P., L., Robles., A., E., y María., L., R., M., 2013. EVALUACIÓN AGRONÓMICA DE SUSTRATOS EN PLATULAS DE CHILE EN INVERNADERO pp 1139 – 1150.

Beringer, H. y Northdurft, f el. 1985. Efectos del potasio sobre estructuras plnat y celular. Pags. 351-364. En: potasio en la agricultura. R.D. MUNSON, Ed. American Society de América, Madison, WI.

Berrospe, O., Ordaz, C., Rodríguez, -M., Nieves, M., Quintero. L. 2012. Cachaza como sustrato para la producción de plántula de tomate". Revista Chapingo serie horticultura, 18(1): 141- 156.

Boletín mensual INSUMOS Y FACTORES ASOCIADOS A LA PRODUCCIÓN AGROPECUARIA., 2014. El cultivo del tomate de mesa bajo invernadero, tecnología que ofrece mayor producción, calidad e inocuidad del producto. Pp 72.

Bunt, A.C. (1988). Los medios de comunicación y mezclas para plantas cultivadas en contenedor., Londres, 309 pp.

Burgueño, H., 1999. La Fertigación en Cultivos Hortícolas con Acolchado Plástico.

Bursag S.A. de C.V. Culiacán, Sinaloa, México. 88 p.

Caballero, M.; Mansito, P.; Zieslin, N.; Rodrigo, J.; Y de Melian, J., Renz, O. (1996). "Agua de uso y productividad de rosas creciendo en lapilliin volcánico las islas Ca - nary de cultivos". Acta Horticulturae (en prensa).

Cabrera, R.I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. Revista Chapingo - Serie Horticultura. 5(1): 5-11.

Cadahia, L.C., 1998. Fertirrigación cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-prensa. pp.475.

Cadahia, L.C., 1998. Fertirrigación cultivos hortícolas y ornamentales. Mundi-prensa. pp.475.

Cao W, TW Tibbitts (1993) estudio de diferentes mezclas de NH<sub>4</sub>/NO<sub>3</sub> para mejorar crecimiento de patatas. Planta de J. Nutr. 16: 1691-1704.

Carbón, A. C. 1988. Medios y mezclas para el envase de crecen las plantas. Unwin

Hyman Ltd, Londres. 25 p.

Casanova, A.S., Gómez O., Pupo, F., Hernández, M., Chailloux, M., Depestre, T., Hernández, J.C., Moreno, V., León, M., Igarza, A., Duarte, C., Jiménez, I., Santos, R., Navarro, A., Marrero, A., Cardoza, O., Piñeiro, F., Arozarena, N., Villarino, L., Hernández, M.T., Salgado, J.M., Socorro, A., Cañet, F., Rodríguez, A., Osuna, A. 2007. Producción protegida de plántulas de tomate. Manual para la producción protegida de hortalizas. Ministerio de la Agricultura. IIH "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba. 138 pp.

Castellanos J.Z. y Muñoz R, J.J, 2004. Manual de Producción Hortícola en Invernaderos, Curso Internacional de producción de hortalizas bajo invernadero. México.

Castellanos, J.Z y J.L Ojodeagua 2009. Formulación de Solución Nutritiva Pp. 131- 156 En: Castellanos, J.Z. y C. Borbón-Morales 2009. INTAGRI\_AMHPAC. Panorama de la agricultura Protegida en México. Manual de Produccion de tomate de invernadero. INTAGRI-México.

Castellanos, J.Z. y C. Borbón-Morales 2009. Panorama de la Horticultura Protegida en México Pp. 1-18 En: Castellanos, J.Z. y C. Borbón-Morales 2009. INTAGRI\_AMHPAC. Panorama de la agricultura Protegida en México. Manual de Produccion de tomate de invernadero. INTAGRI- México.

Castro, Engelberto; Salcido-Ramos, Blanca Alicia; Manzo-Ramos, Fernando. EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE TOMATE (*Lycopersicum esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO Ra Ximhai, vol. 6, núm. 3, septiembre-diciembre, 2010, pp. 339-346 Universidad Autónoma Indígena de México. El Fuerte, México Chapingo. 194p.

- Cano, R. P., Tratamientos evaluados en la producción de tomate orgánico bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2003. En línea. <http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtml#result> (fecha de consulta 05 de junio 2014).
- Cano, R. P., Moreno R. A., Márquez, H. C., Rodríguez, D. N., Martínez C. V., 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo invernadero en la comarca lagunera. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. pp. 109, 110.
- Cano, R. P., Araiza, C. J., Figueroa, V. U., Martínez C. V. 2008. Evaluación de genotipos de tomate con te de composta bajo condiciones de invernadero. Tesis UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México.
- Chillona, M.F. 1996. Composición química de soluciones nutritivas, concentraciones y sustratos sobre el desarrollo de lechuga (*Latuca sativa* L.) en hidroponia. Tesis. Universidad Autónoma Chapingo, Depto. De suelos.
- Chwdhury, r. 2004. Efectos de fertilizantes químicos en el ambiente circundante y la alternativa a los fertilizantes químicos les Envis boletín. 3:4-5.
- Chamarro, J., 2001. Anatomía y fisiología de la planta Pp.43-91 En: Nuez, F. El cultivo del tomate. Ediciones mundi-prensa. Primera edición, 1995. Reimpresion 2001. España. 793 p.
- Claridades agropecuarias 1997. <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/062/ca062.pdf> Consultado el 27 de Junio del 2012.

COIC Y (1973) Les problèmes de composition et de concentration des solutions nutritives en cultura sin sol En Proc. 3er int. Congreso Soilless Cult. Sassari, Italia. PP.: 158-164.

Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A.C. (Cofupro) 2003. <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit32.pdf> Consultado el 22 de julio del 2012.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín técnico 21. Recuperado en diciembre 23 de 2014 de <http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/50546/50546.pdf>

Domínguez, V. 1988. Tratado de fertilización. Mundi-prensa.

Durdane, Y.; Naif, G.; Yusuf, Y.; Mina, A. y Perihan, C. 2011. Efecto de diferentes abonos orgánicos sobre el rendimiento y calidad de fruto de tomate indeterminado (*Lycopersicon esculentum*). Investigación científica y ensayos 6 (17): 3623-3628. Disponible en línea en <http://www.academicjournals.org/SRE>. (consultado mayo, 2013).

E. Troyo-Diéguez<sup>1</sup>; B. Murillo-Amador<sup>1</sup>; E. O. Rueda-Puente<sup>2</sup>; A. Nieto-Garibay<sup>1</sup>; R. D. Valdez-Cepeda<sup>3</sup>; H. C. Fraga-Palomino<sup>1</sup>; J. L. García-Hernández. 2007. Métodos fisiotécnicos para estudiar especies hortícolas bajo agobio hídrico. edición. Ediciones Mundi-Prensa. p.509.

Ersin, Halil P., D. y Fedai, E. 2010. Criterios de rendimiento y calidad en los tomates cultivados orgánicamente y convencionalmente en Turquía. SCI. agric 4:424-429.

FAO (1990). "Cultivos hidropónicos para la producción de cultivos hortícolas". Producción



de planta de FAO y papel de protección n.o 101. FAO, Roma, 188 pp.

FAO. 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.  
[www.apps.fao.org](http://www.apps.fao.org). Consultada el 22 de junio del 2012.

FAO. 2013. EL CULTIVO DE TOMATE CON BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS EN LA AGRICULTURA URBANA Y PERIURBANA.

Favela, E., Preciado, R.P., Benavides, A. 2006. Manual para la Preparación de Soluciones Nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, Torreón, Coahuila. 146 p.

Fernández, B. C, Urdanet, N. y Silva, W. 2006. Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) Cv Río Grande sembradas en bandejas plásticas, utilizando distintos sustratos. Rev. Fac. Agron., jun. 2006, vol.23, no.2, pp.188-196. ISSN 0378-7818.

Fernando., N., Angel., R., R., Javier., T., Jesus., C.,Baldomero., S.,2001. El cultivo de tomate.

Francisco Zamora Natera, Pedro M. García López, Mario A. Ruiz López y Eduardo Salcedo Pérez. 2010. CARACTERIZACION FÍSICA Y QUÍMICA DE SUSTRATOS AGRÍCOLAS A PARTIR DE BAGAZO DE AGAVE TEQUILERO.

Gallo, R; Viana, O. 2005. Evaluación agronómica de sustratos orgánicos en la producción de plantines de tomate *Lycopersicum esculentum* (en línea). Tesis Ing. Agr. Montevideo, UY, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. 80 p. Consultado 16 ene. 2010.

GARCÍA DEL ALBA, 1. 1996. Revista: Productores de Hortalizas. Manual de acolchado 11 parte. 1997.

- Gómez-Hernández T. y F. Sánchez-del-Castillo (2003) Soluciones nutritivas diluidas para la producción de jitomate a un racimo. *Terra Latinoamericana* 21:57
- Guzmán, J. 2003. Sustratos y tecnología de almácigo. In: Memoria de cursos de producción en ambientes protegidos. San José, Costa Rica. 25.
- Hartmann, H. y Kester, 2002 D. propagación de plantas. Principios y prácticas. Prentice Hall. Nueva Jersey. 880 p.
- Hernández, V., E., ANGEL, N., R., Y LOPEZ, N., E., R., (2011) CULTIVO DE TOMATE EN HIDROPONIA E INVERNADERO México.
- Hernandez.,P.,F.,J., Tesis. 2014. Evaluación de la fertilización potásica en tomate tipo bola (*Solanum lycopersicum* L.) bajo condiciones de invernadero. P 62.
- Hernández A., J.L. 2016. Evaluación de la producción y calidad de tomate tipo saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con porcentajes de vermicompost en el sustrato. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 98 p.
- Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática. El Sector Alimentario en México. <http://www.inegi.org.mx>. Consultado el 12 de Junio del 2012.
- Institut fur Botanik, TU Dresden, Zellescher Weg 22, D-01062 Dresden, Germany
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Estado de México, México.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M., Zapata, M., Rengifo, T. 2007. Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas. Manual Técnico. Tampillo, México. 122 pp.

- Jaramillo, J., V.P. Rodríguez, M. Guzmán y M. Zapata. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero. Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro, Antioquia, Colombia. 48 p.
- Jaramillo, J.; Rodríguez, V. P.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T.; 2007.; Buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas.
- Josafad., S., Mariano., M., Fernando., B. 1998. Evaluación de tomate en invernadero.
- Julio., O., C., M. TESIS., 2007. EFECTO DEL SUSTRTO Y LA FERTILIZACIÓN EN EL CRECIMIENTO DE TOMATE BAJO INVERNADERO.
- Kinet, J., M. and Peet M., M. 1997. Tomato. In: The Physiology of Vegetable Crops. (Ed. H.C. Wien). CAB International, New York, NY. pp. 207-258.
- López J. Gálvez y J.M Naredo, 1996. Sistemas de producción e incidencia ambiental del cultivo en suelo enarenado y en sustratos.
- López-Baltazar, Javier; Méndez-Matías, Artemio; Pliego-Marín, Lina; Aragón-Robles, Edilberto.  
Madrid. 2013. TESIS. CALIDAD POSCOSECHADEL TOMATE.
- Marschner (1995) Nutrición Mineral de las plantas superiores. 2a ed. Académica Press. San Diego, CA, EEUU. 889 pp.
- Martínez, E. y García, M. (1993). Cultivos sin Suelo: Hortalizas en Clima Mediterráneo. Ediciones de Horticultura S.L., Reus, 123 pp.
- Moinereau, J.; Herrmann, P.; Favrot, J.C., y Riviere, L.M. (1987). "Les substratos Inventaire, caractéristiques, ressources". En: Les Cultures hors Sol. 2e éd. Dir. D. Blanc. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Paris, pp. 15-77.

Moreno Reséndez, Alejandro; Márquez Hernández, Cándido; Ochoa Martínez, Esmeralda; Preciado

MYBURGH, P. A. 1996. Response of *Vitis vinifera* L. cv. Barlinka/Ramsey to soil water depletion levels with particular reference to trunk growth parameters. *South African Journal for Enology and Viticulture* 17(1): 3-14.

Norma., Iglesias., 2015. Tomate en invernadero: Estudios referidos a aspectos de ecofisiología de la producción forzada para las condiciones del norte de la Patagonia.

Nuez V, F. 2001. El cultivo de tomate, México, Ediciones Mundi Pesa, 793 p.

Nuez, F. 1995. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa Libros Gandhi. ISBN: 84-7114-549-9. México D.F. 797 p.

Nukaya, A., w. Voogt y C. Sonneveld. 1991. efectos de las relaciones NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub> y Cl en tomates cultivados en sistema de recirculación. *Acta Hortic.* 294: 297-304.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2010. Faostat. Área cosechada, producción y rendimiento de tomate. <http://faostat.Fao.org/sites/567/desktopDefault.aspx?pageID#ANCOR>. (Consultado enero, 2010).

Ortega – Martínez., Ocampo., M., Valenzuela., M., Perez., S., y Sanchez., O. 2013. EFECTO DE LAS GIBERELINAS SOBRE EL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE PLANTULAS DE TOMATE.

Ortega., D., L; Olarte., S., J; Ocampo., S; Ximbai., R.; 2010. Universidad Autónoma Indígena de México, Sinaloa. Pp. 339 – 346.

Ortega-Martínez, Luis Daniel; Sánchez-Olarte, Josset; Ocampo-Mendoza, Juventino; Sandoval.

Peña, J. E. 2003. Insectos polinizadores de cultivos tropicales: no solo las abejas llevan la miel al panal. Manejo aplicado de plagas y agroecología, CATI, Costa Rica 69: 6-20.

Peña-Cabriales, J. J.; Grajeda-Cabrera, O. A. y Vera-Nuñez, J. A. 2001. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas ( $^{15}\text{N}$ ). Terra Latinoamericana 20:51-56.

Pérez G., M. Márquez S., F. y Peña L., A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Ed. UACH. Chapingo, México. 380 p.

Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., Larín, M. A. 2002. Guía Técnica, Cultivo de Tomate. CENTA, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador, El Salvador. 49 p.

Peterson, T.A., Reinsel, M. D. y Krizek. D. T. 1991. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv Better Bush). Plant response to root restriction. I. Alteration of plant morphology. Journal of Experimental Botany 42: 1223-1240.

Preciado, R. P., Fortis, H. M., García, H. J.L., Rueda, P. E., Esparza, R. J. R., Lara, H. A., Segura, C. M. Á. y Orozco, V. J. 2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Instituto Tecnológico de Torreón, México

Plantas. Hidroponía, Principios y métodos de cultivo. Universidad Autónoma. Ramón., Rodríguez Macías, Ernesto G. Alcantar González, Gilberto Iñiguez Covarrubias,

Rangel, Pablo. 2009. Uso de abonos orgánicos end la producción de tomate end invernaderos.

Raúl., I., C., 2002. MANEJO DE SUSTRATOS PARA LA PRODUCCIÓN DE PLANTAS ORNAMENTALES END MACETA. Pp 09.

Rebeca Aneli Rueda-Jasso<sup>1</sup> , Antonio Campos-Mendoza<sup>1</sup>, Francisco Arreguín-Sánchez<sup>2</sup>, Edmundo Díaz- Pardo<sup>3</sup> and Carlos Antonio Martínez-Palacios. 2013. Parámetros biológicos y reproductivos del bagre armado invasivo *Pterygoplichthys disjunctivus* del embalse Adolfo López Mateos El Infiernillo, Michoacán-Guerrero, México.

Received 9 August 2004; Accepted 3 December 2004.

Resh, 1997. Cultivos hidropónicos, nuevas técnicas de producción. 4ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. p.509.

Resh, 1997. Cultivos hidropónicos, nuevas técnicas de producción.

Rinaldi, m.; Convertini, G.; y Elia, a. 2007. Fertilización de nitrógeno orgánico y mineral para el procesamiento de tomate en Italia de la zona. *Acta Horticulturae* 758:241-248.

Robles-Martínez, María Lourdes. Evaluación agronómica de sustratos en plántulas de chile 'onza' (*Capsicum annum*) en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, núm. 6, 2013, pp. 1139-1150.

Rodríguez Dimas, Norma; Cano Ríos, Pedro; Figueroa Viramontes, Uriel; Favela Chávez, Esteban.

- Rodríguez, D. N.; Cano, R. P.; Favela, Ch. E.; Palomino, G. A. y De Paúl, A. V. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo. Serie Horticultura* 13(2):185-192.
- SAGARPA 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Monografía de cultivos. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx) Consultado el 20 de Julio del 2012.
- Sakarya., Turkey., 2012. El uso de cáscara de avellana y biosólidos en preparación del sustrato para plantas ornamentales.
- SALISBURY B., F.; C. W. ROSS. 1994. *Fisiología Vegetal*. Editorial Iberoamericana. México. 759 p.
- Sánchez F. Y Contreras E, 2000. El cultivo hidropónico de Jitomate bajo invernadero, Chapingo, México.
- Sanchez, C.F., Escalante, R.E., 1988. Un sistema de producción de plantas. *Hidroponia, Principios y métodos de cultivo*. Universidad Autónoma Chapingo. 194p.
- Sanchez, C.F., Escalante, R.E., 1988. Un sistema de producción de plantas. *Hidroponia, Principios y métodos de cultivo*. Universidad Autónoma Chapingo. 194 p.
- Sanchez, C.F., Escalante, R.E., 1988. Un sistema de producción de
- SECOFI 1993. Secretaria de Comercio y Fomento Industrial. Tratado del libre comercio de América del Norte. Porrúa. pp.230, 253-255.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Monografía de cultivos: tomate. [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx) (consultado octubre, 2012).

Segal BG (1989) química: Teoría y experimento. Wiley. Nueva York, EEUU. 1008 págs.

SIACON-SAGARPA 2009. Servicio de Información Agroalimentaria de Consulta-  
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

SIACON 1980-2009. Disponible en Internet:  
[http://www.siap.gob.mx/lindex.php?option=com\\_content&view=article&id=286:siacon&catid=62:portada&Itemid=428](http://www.siap.gob.mx/lindex.php?option=com_content&view=article&id=286:siacon&catid=62:portada&Itemid=428). Consultado el 25 de julio del 2012.

Smith GS, Johnston CM, Cornforth ES (1983) comparación de soluciones nutritivas para el crecimiento de plantas en cultivo de arena. *Phytol nuevo*. 94: 537-548.

Steiner, A. A., 1980 The Selective capacity of plant for ions and its importance for the composition and treatment of the nutrient solution, *Acta Horticulture*. P 98.

Steiner, A., 1961 A Universal Method for Preparing Nutrient Solutions of a Certain Desired Composition *Plant Soil*. 15: 134-154 p.

Steiner, A., 1966 The influence of Chemical Composition of a Nutrient Solution on the Production of Tomato *Plant Soil*. 17:189-201 p.

Steiner, A.A. 1961. Método Universal de A.A. para preparar nutrientes Solutions de una cierta composición de Derired. *Planta y suelos*. 2, 134-155.

Steirner, A.A. 1984. La solución nutritiva Universal. *Proceeings 6ht int. nuevos cultivos hidropónicos*, 634-649. IOSC. Wageinigen.

Taiwo, L. B. 2005. Desempeño del crecimiento del tomate (*Solanum lycopersicum L.*) inoculada con *Azotobacter chroococcum*. *Moor revista de investigación agrícola*, 1:13-18. Universidad de Alemania.

Tjalling, H, H, 2006. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate. P 84.



Urrestarazu. 2000. Manual del Cultivo sin suelo. Mundi-prensa. 648p. Universidad de Alemania.

Valadez, A. L, 1994. Producción de hortalizas. Ed. Limusa, México.

VAN LEEUWEN, C.; TRÉGOAT, O.; CHONÉ, X.; JAECK, M. E.; RABUSSEAU, S.; AUDILLERE, J. P. 2003.

Villarreal, R. M.; Hernández, V. S.; Sánchez, P. P.; García, E. R.; Osuna, E. T.; Parra, T. S. y Armenta, B. A. D. 2006. Efecto de la cobertura del suelo con leguminosas en rendimiento y calidad del tomate. Terra Latinoamericana. 24(4):549-556.

Von Haeff., J N M. 1983. Manuales para Educación Agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), 1ª Edición, Editorial Trillas, D.F., México: 9.

## 7. APÉNDICE

**Cuadro 1.** Análisis de varianza para la variable diámetro polar en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
% Sol. Nut.	3	2.81613375	0.93871125	4.96	0.0034
Rep					
Error	76	1439301500	0.18938178		
Total	79	17.20914875			
<b>R<sup>2</sup> = 0.16</b>		<b>C.V. (%) = 8.49</b>		<b>Media Gen. = 5.12</b>	

**Cuadro 2.** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
% Sol. Nut.	3	0.77134500	0.25711500	2.99	0.0363
Rep					
Error	76	6.54365000	0.08610066		
Total	79	7.31499500			
<b>R<sup>2</sup> = 0.10</b>		<b>C.V. (%) = 6.59</b>		<b>Media Gen. = 4.45</b>	

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en la producción

de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>% Sol. Nut. Rep</b>	3	0.01990375	0.006663458	1.57	0.2045
<b>Error</b>	76	0.32189500	0.00423546		
<b>Total</b>	79	0.34179875			
<b>R<sup>2</sup> = 0.05</b>		<b>C.V. (%) = 11.32</b>		<b>Media Gen. = 0.57</b>	

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para la variable grados brix en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>% Sol. Nut. Rep</b>	3	0.99152000	0.33050667	7.36	0.0002
<b>Error</b>	76	3.41120000	0.04488421		
<b>Total</b>	79	4.40272000			
<b>R<sup>2</sup> = 0.22</b>		<b>C.V. (%) = 5.32</b>		<b>Media Gen. = 3.97</b>	

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para la variable altura de la planta en la producción

de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>% Sol. Nut.</b>	3	17376.20	5792.06	26.18	≤.0001
<b>Rep</b>	9	5725.10	636.12	2.87	0.0162
<b>Error</b>	27	5974.30	221.27		
<b>Total</b>	39	29075.60			
<b>R<sup>2</sup> = 0.79</b>		<b>C.V. (%) = 12.72</b>		<b>Media Gen. = 116.90</b>	

**Cuadro 6.** Análisis de varianza para la variable grosor de tallo en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>% Sol. Nut.</b>	3	0.25275000	0.08425000	15.72	≤.0001
<b>Rep</b>	9	0.04025000	0.00447222	0.83	0.5914
<b>Error</b>	27	0.14475000	0.00536111		
<b>Total</b>	39	0.43775000			
<b>R<sup>2</sup> = 0.66</b>		<b>C.V. (%) = 6.92</b>		<b>Media Gen. = 1.057</b>	

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para la variable peso total de racimo en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de

solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>% Sol. Nut.</b>	3	44554.20	14851.40	0.63	0.6118
<b>Rep</b>	4	59021.50	14755.375	0.62	0.6555
<b>Error</b>	12	284629.30	23719.10		
<b>Total</b>	19	388205.00			
<b>R<sup>2</sup> = 0.26</b>		<b>C.V. (%) = 21.95</b>		<b>Media Gen. = 701.50</b>	

**Cuadro 8.** Análisis de varianza para la variable rendimiento t ha<sup>-1</sup> en la producción de tomate saladette (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes porcentajes de solución nutritiva bajo condiciones en invernadero, UAAAN-UL. 2016; Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrados de medias</b>	<b>F calculada</b>	<b>Pr &gt; F</b>
<b>% Sol. Nut.</b>	3	71.28672000	23.76224000	0.63	0.6118
<b>Rep</b>	4	94.43440000	23.60860000	0.62	0.6555
<b>Error</b>	12	455.4068800	37.9505733		
<b>Total</b>	19	621.1280000			
<b>R<sup>2</sup> = 0.26</b>		<b>C.V. (%) = 21.95</b>		<b>Media Gen. = 28.060</b>	

