

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE TOMATE SALADETTE (*Lycopersicon esculentum Mill.*)
CON SOLUCIONES NUTRITIVAS ORGÁNICAS EN INVERNADERO.**

POR

MARVEY GÁLVEZ GONZÁLEZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN INRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO, 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. MARVEY GÁLVEZ GONZÁLEZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:



MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE:



DR. ALFREDO OGAZ



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

MAYO, 2015.



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE SALADETTE (*Lycopersicon
esculentum Mill.*) EN SOLUCIONES NUTRITIVAS ORGÁNICAS
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

POR

MARVEY GÁLVEZ GONZÁLEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:



M.C FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:



DR. ALFREDO OGAZ



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México.

Mayo, 2015.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por darme la vida, por bendecirme siempre en cada momento de mi vida y por permitirme llegar a esta etapa de mi vida que tanto anhelaba.

A la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**, por las facilidades brindadas a lo largo de la carrera y sobre todo por permitirme formarme como profesionista.

De manera especial al **ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS**, por darme la oportunidad de realizar este trabajo investigación, por el apoyo y paciencia que me brindo.

A la **MC. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL, ALDR. ALFREDO OGAZ Y MC. VICTOR MARTINEZ CUETO**, por el apoyo brindado en realizar este trabajo de investigación, de la misma manera a todos los que de alguna manera colaboraron en realizar este trabajo.

A todos los maestros de los distintos departamentos que me impartieron clases a ellos un agradecimiento especial.

Un agradecimiento a mis primos: Eligio Cruz, Darío Gálvez que en tiempos malos y buenos siempre han estado presente.

Un agradecimiento a mi novia: Carina Barrón Almaraz que por gracia de Dios llego a mi vida y a que pesar del poco tiempo juntos (un año) siempre está apoyándome, dándome ánimos para concluir satisfactoriamente mi trabajo de investigación.

Un agradecimiento a todos mis compañeros de salón en especial a Iban Morales Morales de la misma manera a mi amigo: Walberto Magadan que en tiempos malos y buenos siempre ha estado presente.

DEDICATORIAS

A DIOS:

Abba gracias por elegirme a venir a este mundo, por tu amor infinito, por tu gracia y tú poder para que todo lo planeado se hiciera conforme tu voluntad, gracias por demostrarme que sin Ti no soy nada. Gracias Dios, Rey de reyes y Señor de señores.

A MIS PADRES:

OVIDIO GÁLVEZ VAZQUEZ Y AMELIA GONZÁLEZ LOPEZ, a ustedes porque DIOS derramo su gracia, su amor, que los unió y con el fruto que les concedió del amor me dieron vida, que me inculcaron el camino de la Fe en Cristo. Gracias por el cariño, el amor y los consejos que me han brindado en toda mi vida para ser un hombre de bien y sobre todo por bríndame su confianza en todo momento.

A MIS HERMANOS:

Tadeo Gálvez González, Liu Abdel Gálvez González, Adi Verónica Gálvez González, Yeri Gálvez González, Por ser la base de mi vida ya que con ustedes he aprendido ser mejor hijo y mejor hermano mayor, gracias por confiar en mí en todo momento. A mis sobrinos **Julissa García Gálvez, Andrés García Gálvez, Juan Pablo García Gálvez**, que han sido mi alegría.

A MIS TÍOS:

A toda mi familia en general que siempre me ha apoyado y me ha dado ánimo para seguir estudiando. Los quiero. Dios los bendiga siempre.

RESUMEN

El tomate es una de las hortalizas más importantes en el mundo y su popularidad aumenta constantemente debido a su gran valor nutritivo e importancia económica. En México el tomate está considerado como una de las principales hortalizas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento del tomate saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill.) producido con soluciones orgánicas en invernadero. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos de diez repeticiones, cada repetición lo conforma una maceta con una planta. Se compararon cuatro tratamientos: solución nutritiva inorgánica (Steiner), té de compost, té de vermicompost y lixiviado de una mezcla de compost y vermicompost. Las variables evaluadas fueron: a) peso del racimo, b) diámetro polar, c) diámetro ecuatorial, d) grados Brix, y e) grosor de pulpa. Se encontró diferencia estadística entre tratamientos para las variables peso de racimo, diámetro polar, diámetro ecuatorial, y grosor de pulpa, sobre saliendo el T3 (té de vermicompost) que obtuvo los mejores resultados para estas variables: Peso de racimo 331.50 gr, diámetro polar 3.96 cm, diámetro ecuatorial 5.13 cm, y grosor de pulpa 0.73 cm. Respecto a la variable grados Brix no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo los resultados obtenidos muestran que el T2 (té de compost) obtuvo el mayor valor numérico con 4.19. De los tratamientos evaluados, el té de vermicompost sobresalió en todas las variables evaluadas excepto para grados Brix. Los resultados sugieren que el té de vermicompost puede representar una alternativa sustentable respecto al uso de soluciones nutritivas inorgánicas en la producción de tomate en invernadero.

Palabras clave: Tomate, fertilización orgánica, maceta, calidad, invernadero.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS	II
RESUMEN	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE FIGURA.....	VII
ÍNDICE DE APÉNDICE	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II.REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del tomate	4
2.2 Origen	4
2.2 Domesticación.....	4
2.3 División taxonómica	5
2.4 Descripción morfológica del tomate	5
2.4.1 Planta.....	5
2.4.2 Determinado	6
2.4.3 Indeterminado.....	6
2.4.4 Semilla	6
2.4.5 Raíz	7
2.4.6 Tallo	7
2.4.7 Hojas.....	7
2.4.8 Flor.....	8
2.4.9. Fruto	8
2.4.10 Polinización.....	9
2.5 Invernadero	9
2.5.1 Generalidades de invernaderos	10
2.5.2 Antecedentes de tomate en condiciones de invernadero y con soluciones nutritivas.	10
2.5.3 Ventajas de producción en un invernadero.....	11
2.5.4 Desventajas de producción en un invernadero	13
2.6 Exigencia del clima	13
2.6.1 Temperatura	13
2.6.2 Humedad relativa.....	14
2.6.3 Luminosidad	14

2.7 Soluciones orgánicas en la agricultura protegida.....	15
2.8 Generalidades de las soluciones orgánicas.....	15
2.8.1 Propiedades de las soluciones orgánicas.....	16
2.9 La agricultura orgánica.....	16
2.9.1 Ventajas y desventajas de la producción orgánica.....	17
2.10 Abono orgánico.....	18
2.11 Composta.....	18
2.11.2 Propiedades físicas y químicas de la compost.....	19
2.12 Té vermicompost.....	21
2.12.1 Propiedades físicas y químicas del vermicompost.....	21
2.13 Lixiviado de composta y vermicompost.....	22
2.13.1 Propiedades físicas y química lixiviado (compost y vermicompost).....	23
2.14 Solución inorgánica en la agricultura protegida.....	24
2.15 Solución nutritiva.....	24
2.16 Steiner.....	24
2.17 El pH de la solución nutritiva.....	25
2.18 Conductividad Eléctrica (CE) de la Solución Nutritiva.....	25
2.19 Plagas.....	25
2.19.1 Mosquita blanca (<i>BemisiaTabaci</i>).....	25
2.19.2 Minador de la hoja (<i>Liriomyzassp</i>).....	26
2.19.3 Gusano del fruto (<i>Helicoverpazea</i>).....	27
2.19.4 Paratrioza (<i>Bactericeracockerelli</i>).....	27
2.19.5 Trips (<i>Frankliniellaoccidentalis</i>).....	28
2.19.6 Araña roja (<i>Tetranychus spp.</i>).....	28
2.20 Enfermedades.....	29
2.20.1 Tizón Tardío.....	29
2.20.2 Tizón Temprano.....	30
2.20.3 Moho Gris.....	30
2.20.4 Cáncer Bacteriano.....	31
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
3.1 Ubicación geográfica de la comarca lagunera.....	32
3.2 Características del clima.....	32
3.3 Localización del experimento.....	32
3.4 Características del invernadero.....	32

3.5	Diseño experimental	32
3.6	Siembra en charola	33
3.7	Llenado de bolsas	33
3.8	Trasplante	33
3.9	Riego.....	34
3.10	Manejo del cultivo	34
3.10.1	Tutorado	34
3.10.2	Poda y deshoje	34
3.10.3	Polinización.....	34
3.10.4	Control de plagas y enfermedades	34
3.10.5	Cosecha.....	35
3.11	Variables evaluadas.....	35
3.11.1	Peso del racimo	35
3.11.2	Diámetro polar	35
3.11.3	Diámetro ecuatorial.....	35
3.11.4	Grados Brix.....	35
3.11.5	Espesor de pulpa	36
3.12	Análisis estadísticos.....	36
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
4.1	Peso en racimo	36
4.2	Diámetro polar.....	38
4.3	Diámetro ecuatorial	39
4.4	Grados Brix (Solidos solubles)	40
4.6	Grosor de pulpa	41
V.	CONCLUSIONES	42
VI.	BIBLIOGRAFÍA	43
VII.	APÉNDICE.....	55

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Peso de racimo (gr) resultado de producción de tomate saladette en soluciones nutritivas orgánicas bajo condiciones de invernadero.	37
Figura 2. Diámetro polar (cm) resultado de producción de tomate saladette en soluciones nutritivas orgánicas bajo condiciones de invernadero.	38
Figura 3. Diámetro ecuatorial (cm) resultado de producción de tomate saladette en soluciones nutritivas orgánicas bajo condiciones de invernadero.	39
Figura 4. °Brix resultado de producción de tomate saladette en soluciones nutritivas orgánicas bajo condiciones de invernadero.	40
Figura 5. Grosor de pulpa (cm) resultado de producción de tomate saladette en soluciones nutritivas orgánicas bajo condiciones de invernadero	41

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro A 1. Análisis de varianza para la variable peso en racimo en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	55
Cuadro A 2. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	55
Cuadro A 3. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	55
Cuadro A 4. Análisis de varianza para la variable grados Brix en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	56
Cuadro A 5. Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	56

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el uso de abonos orgánicos ha cobrado cada vez más importancia por diversas razones. Uno de los abonos orgánicos que ha sido más estudiado en los últimos años es la composta. Se ha comprobado que mejora una gran cantidad de características del suelo como la fertilidad, la capacidad de almacenamiento de agua, la mineralización del nitrógeno, el fósforo y potasio, mantiene valores de Ph óptimos para la agricultura, evita cambios extremos en la temperatura, fomenta la actividad microbiana y controla la erosión (Nieto *et al.*, 2002).

En general, el tomate recibe altas dosis de fertilizantes, especialmente nitrogenados (Armenta *et al.*, 2001), los cuales han probado afectar negativamente al medio ambiente (Gallardo *et al.*, 2009). Una alternativa para satisfacer la demanda nutricional de los cultivos, además de disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes sintéticos, es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como extracto líquido de estiércol (Capulín *et al.*, 2005; 2007), Lixiviado de compost o vermicompost (Jarecki y Voroney, 2005; García *et al.*, 2008), té de compost (Hargreaves *et al.*, 2008; 2009; Ochoa *et al.*, 2009) y té de vermicompost (Pant *et al.*, 2009).

Estas soluciones pueden ser aplicadas en sistemas de riego presurizado, lo cual las hace utilizables en sistemas de producción a gran escala, además de que se promueve el reciclaje de residuos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

El tomate a nivel mundial es la segunda hortaliza de mayor importancia (Ortega *et al.*, 2010). China es el primer productor en el mundo, con 50, 125,055 toneladas, el 23.75 por ciento del total. A China le sigue India como segundo productor mundial de tomate, con un total de 17,500.000 toneladas, el 8.29 por ciento. El tercer lugar lo ocupa Estados Unidos, que produjo en 2012 más de 13 millones de toneladas de tomate, concretamente 13,206,950 toneladas, el 6.26 por ciento de la producción mundial (HORTOINFO, 2014).

México ocupa actualmente el tercer lugar a nivel mundial en exportación de tomate, siendo EUA el principal consumidor del tomate mexicano de exportación (Hernández *et al.*, 2003), En el periodo 1997/2001 la superficie promedio anual sembrada de tomate en México fue de 79,984 hectáreas anuales. En el mismo periodo, la superficie cosechada fluctuó alrededor de las 76,140 hectáreas anuales. En promedio, la producción de tomate registrada fue de 2, 140,119 toneladas por año (INEGI, 2002).

La producción de tomate saladette en el Estado de Coahuila (2009) fue de 561.35 toneladas con una producción muy baja en comparación con 2008 (1,677.00 toneladas), con una producción mayor en 2006 (29,427.45 toneladas) (Lucero *et al.*, 2012).

OBJETIVO

Evaluar el efecto de soluciones nutritivas orgánicas sobre rendimiento y calidad de tomate saladette en invernadero.

HIPOTESIS

Las soluciones nutritivas orgánicas mejoran la producción y calidad del tomate saladette.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las especies agrícolas más importantes en la producción a nivel mundial y nacional, y por lo tanto también en la investigación (Contreras et al., 2013).

El tomate es considerado, la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada. Esta hortaliza se encuentra en los mercados durante todo el año, y se consume tanto fresco como procesado (puré), (Valadez, 1990).

2.2 Origen

El jitomate es originario de la América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo, su domesticación fue llevada a cabo en México. El nombre de jitomate procede del náhuatl xictli, ombligo y tomatl, tomate, que significa tomate de ombligo (SAGARPA, 2010).

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 (Escalona et al., 2009).

2.2 Domesticación

México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación del tomate (Bolsamza, 2004). El origen exacto del tomate cultivado permanece sin resolverse; no obstante, en México la especie continua diversificándose en los trópicos y subtrópicos, donde es conocida como

tomatillo (*L. esculentum* var. *cerasiforme* Dunal) o con otros nombres locales, como reportó Jenkins (1948), y la evolución continúa (Álvarez *et al.*, 2009).

2.3 División taxonómica

La clasificación taxonómica del tomate ha sido motivo de debate entre taxónomos. En 1753 Linnaeus lo clasificó como *Solanum lycopersicon*, 15 años después P. Miller lo renombra como *Lycopersicon esculentum* (Costa y Huevelink, 2005; Spooner *et al.*, 1993).

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

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Solanales (Personatae).

Familia: Solanaceae.

Subfamilia: Solanoideae.

Tribu: Solanae.

Género: *Lycopersicon*.

Especie: *esculentum*.

2.4 Descripción morfológica del tomate

2.4.1 Planta

Planta: Perenne de porte arbustivo que se cultiva de forma anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) (Quiminet, 2006).

Otro criterio para decidir la variedad de tomate a sembrar es el hábito de crecimiento de la planta, el cual se clasifica como:

2.4.2 Determinado

Son plantas arbustivas, con un tamaño de la planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral. Tiene periodos restringidos de floración y cuajado. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que podemos encontrar plantas compactadas, medianas y largas, en donde para las dos últimas clasificaciones necesitamos poner tutores (Corpeño, 2004).

2.4.3 Indeterminado

Son plantas donde su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal hasta unos 10 metros de largo o más, si es manejado a un solo eje de crecimiento, las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo. Florecen y cuajan uniformemente. Se eliminan los brotes laterales y el tallo generalmente se enreda en torno a un hilo de soporte. (Corpeño, 2004).

2.4.4 Semilla

La semilla del tomate tiene un máximo de 5 mm de largo y 4 mm de ancho por 2 mm de profundidad. Se puede encontrar hasta 200 semillas por fruto. Está compuesto por embrión, endospermo y testa. El embrión está compuesto de radícula, hypocotile, dos cotiledones y la gémula. La testa tiene aspecto piloso y sus protuberancias tienden a entremezclarse con las otras semillas y causan problemas en la dosificación de la siembra directa (Argerich y Gaviola, 2011).

La germinación está compuesta por diferentes fases (Bewley y Black, 1982), la primera consiste en la imbibición de agua que no tiene influencia si la semilla está viva o muerta. Se considera que 12 horas de imbibición son suficientes para satisfacer los requerimientos hídricos para comenzar la germinación.

En la segunda fase en las semilla vivas se producen importantes cambios enzimáticos y la hidratación de los cotiledones, el contenido de humedad dentro de la semilla permanece constante.

La tercera fase comienza con el crecimiento de la radícula en el comienzo de la germinación física u observable visualmente. Se considera que a las 56 horas del inicio de la imbibición a 20 °C comienza la multiplicación celular en una semilla normal.

2.4.5 Raíz

La planta presenta una raíz principal pivotante (que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad), simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Sin embargo, este sistema radical puede ser modificado por las prácticas culturales, de tal forma que cuando la planta procede de un trasplante, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal (Rodríguez et al., 2001), donde las raíces laterales y adventicias crecen tanto como la principal (Curtís, 1996). Es potente, muy activo y con tendencia a fascicularse. Es muy activo en los 30 a 40 primeros centímetros. En suelo profundo pueden encontrarse sus raíces hasta a 1 metro de profundidad (Ekonekazaritza, 2005).

2.4.6 Tallo

Eje con un grosor que oscila entre 2 a 4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando las hojas, tallos secundarios (ramificaciones simpoidal) e inflorescencias.

2.4.7 Hojas

Compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Nuño, 2007). El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del

parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas (Calidad del tomate, 2008).

2.4.8 Flor

La flor del tomate es perfecta. Consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (Escalona et al., 2009).

La flor de tomate tiene mecanismos que le permiten lograr hasta 98% de autopolinización, la cual, sin embargo, no es suficiente para producir frutos de alta calidad. Se ha comprobado que el tamaño del fruto depende directamente de la cantidad de granos de polen que se depositan sobre el estigma; así, a menor cantidad, se producen frutos más pequeños, con pocas semillas y deformes (Free, 1970). La liberación de buenos volúmenes de polen de las anteras poricidas necesita de agentes externos, sean mecánicos o biológicos, que por vibración liberen el polen o modifiquen las condiciones fisiológicas de la flor (Salinas, 2010).

2.4.9. Fruto

El fruto del tomate se denomina baya y presenta diferentes tamaños, formas, color, consistencia y composición, según el tipo de tomate. Está constituido por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. En los lóculos se forman las semillas.

Los frutos uniloculares son escasos, y los maduros pueden ser rojos, rosados o amarillos; su maduración puede ser uniforme, pero existen algunas

variedades que presentan hombros verdes debido a un factor genético. La exposición directa de los rayos del sol sobre los frutos con hombros verdes acrecienta su color a un verde más intenso, y en algunos casos estos toman una coloración amarilla; el cubrimiento de los frutos con el follaje reduce este fenómeno. Es importante al momento de elegir una variedad determinar si el mercado acepta esta característica (Lobo y Jaramillo, 1984; Flores, 1986; Zeidan, 2005).

El fruto del tomate está unido al pedúnculo a través de una articulación en la que se encuentra un punto de abscisión; algunas variedades no tienen este punto de abscisión, por lo que son definidas como variedades tipo 'jointless'. Dichas variedades se usan principalmente para procesamiento, ya que se requiere que el fruto se separe fácilmente del cáliz (Zeidan, 2005).

2.4.10 Polinización

El proceso de fructificación es uno de los procesos del desarrollo más complejos de las plantas. El término cuajado se entiende por la reanudación del crecimiento del ovario de la flor, pasando de una condición estática a un rápido crecimiento, y depende de una exitosa polinización y fecundación de los óvulos (Gillaspy et al., 1993).

Polinización es el proceso por el cual una flor queda fecundada. Para que este proceso ocurra debe pasar el polen del estambre al estigma, es decir, de la parte masculina a la parte femenina de las flores (Valerio, 2013).

La polinización se inicia con la dehiscencia de las anteras, lo cual permite que los granos de polen alcancen el estigma, que ya es receptivo desde 1 o 2 días antes. Una vez en el estigma, los granos de polen deben germinar, y esto puede tardar entre 0,5 y 20 h. (Picken 1984).

2.5 Invernadero

El invernadero es una estructura cubierta con algún material que permite el paso de la luz desde el exterior y que tiene la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente en el que se puedan controlar variables tales como la temperatura y

la humedad relativa, entre otras. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo, o sofisticadas, con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente (Jaramillo et al., 2007).

Son construcciones altas, herméticamente cerradas con materiales transparentes, diseñadas para cultivar o proteger temporalmente las plantas. El techo puede estar cubierto por plástico, vidrio, fibra de vidrio, o láminas corrugadas de policarbonato, pudiendo incluir aberturas para una ventilación pasiva. A su vez, las paredes frontales y laterales pueden ser cubiertas con los materiales antes descritos o por mallas anti-insectos (Bielinski et al., 2010).

2.5.1 Generalidades de invernaderos

Los invernaderos se utilizan para asegurar la producción y calidad de ciertos cultivos que a campo abierto ni siquiera se acercan a su potencial productivo y para los cuales son necesarias condiciones de clima óptimo que solo se dan en determinadas épocas del año (Shany, 2007).

El objetivo del invernadero es proporcionar y mantener un ambiente de crecimiento que produzca los máximos rendimientos y calidad del cultivo. El diseño de la estructura debe proporcionar protección contra el viento, lluvia, calor, frío, insectos plagas y enfermedades. Los elementos estructurales y de cubierta deben permitir la máxima transmisión luminosa al cultivo (Bielinski et al., 2010).

Aprovecha el efecto producido por la radiación solar que, al atravesar un vidrio u otro material traslúcido, calienta los objetos que hay adentro; estos, a su vez, emiten radiación infrarroja, con una longitud de onda mayor que la solar, por lo cual no pueden atravesar los vidrios a su regreso quedando atrapados y produciendo el calentamiento (Ecuiret, 2011).

2.5.2 Antecedentes de tomate en condiciones de invernadero y con soluciones nutritivas.

El cultivo del tomate de variedades mejoradas bajo la tecnología de túneles (invernaderos), permite obtener cosechas durante todo el año con altos niveles de

productividad y mínimos riesgos de clima y plagas. Esta tecnología fue introducida al país alrededor del año 2000 a instancias de proyecto. La producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en baja california sur, pero si bien la cosecha es orgánica, los rendimientos son bajos, por lo que es conveniente producir en invernadero, garantizado rendimientos mucho más elevados, garantizado obviamente la aplicación de insumos orgánicos y prácticamente inocuos (Márquez y cano, 2003).

Producir orgánicamente en invernadero conlleva a liberar obstáculos a los normalmente enfrentan los productores en la producción en campo, es decir, se garantiza un aumento considerable en la producción, evita la contaminación cruzada con predios contiguos y sobretodo, garantiza disposición de frutos durante todo el año, asegurando el suministro anual constante hacia los mercados y n estacionalmente, como actualmente ocurre. (Hernández et al. 2005).

El cultivo bajo invernadero requiere de ciertas condiciones y medios para llevarse a cabo. Uno de los principales factores que determinan el éxito es el sustrato o medio de crecimiento. Los sustratos son una base para mejorar diversas composiciones de una región en particular, esperando con ello optimizar la producción y reducir costos (Martínez et al, 2010).

En estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad, generalmente importados, lo que incrementa significativamente los costos de producción (Muñoz, 2004).

Estas soluciones pueden ser aplicadas en sistemas de riego presurizado, lo cual las hace utilizables en sistemas de producción a gran escala, además de que se promueve el reciclaje de residuos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

2.5.3 Ventajas de producción en un invernadero

Son múltiples las ventajas de la producción bajo condiciones protegidas (Sganzerla, 1987; Wittwer y Castilla, 1995; Zeidan, 2005; Jaramillo *et al.*, 2007):

- Protección contra condiciones climáticas extremas: permite un control contra las lluvias, granizadas bajas temperaturas, vientos, tempestades, calentamiento, enfriamiento, sombrero y presencia de rocío en los cultivos.
- Obtención de cosechas fuera de época: cultivando bajo invernadero es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas.
- Mejor calidad de la cosecha: dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, similares en forma, tamaño y madurez, mas gustosos y con excelente presentación, características que estimulan sensiblemente el consumo.
- Preservación de la estructura del suelo: en un ambiente protegido, el suelo permanece bien estructurado, firme y no sufre las consecuencias de la erosión a causa de las lluvias o el viento, disminuye el lavado de nutrientes dentro del perfil del suelo, por lo que las plantas obtienen mayor disponibilidad de los mismos, reflejándose en mayor productividad por unidad de área.
- Aumento considerable de la producción: es la que estimula a los productores a aplicar esta técnica de producción. Una planta expuesta a diferentes factores favorables bajo invernadero, produce de tres a cuatro veces más, aun en épocas críticas, que los cultivos desarrollados a campo abierto en condiciones normales.
- Ahorro en costo de producción: existe un ahorro en los costos de producción, pues se aumenta la producción por unidad de área, se produce un incremento en la eficiencia de los insumos agrícolas, disminuye el número de insumos aplicados y hay mayor comodidad en la realización oportuna de las labores.
- Disminución en la utilización de pesticidas: dentro del invernadero es posible la utilización de mallas y cubiertas para evitar la entrada de

insectos, lo que permite un control más efectivo de las plagas, disminuyendo el uso de pesticidas.

2.5.4 Desventajas de producción en un invernadero

Estos son Algunos inconvenientes antes de construir o comprar un invernadero y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos (Quintero, 1998)

- Alta inversión inicial
- Alto costo de operación
- Requiere de personal especializado
- Requiere de monitoreo constante de las condiciones ambientales dentro del cultivo para un mejor control de plagas y enfermedades.

2.6 Exigencia del clima

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto de los factores involucrados en la producción agrícola (Sade, 1998).

Los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero de acuerdo con (Chamarro, 2001) son los siguientes:

2.6.1 Temperatura

La temperatura es el principal factor climático que influencia la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta. El desarrollo satisfactorio de sus diferentes fases (germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de frutos) depende del valor térmico que la planta alcanza en el invernadero en cada periodo crítico. El tomate es una planta sensible a cambios extremos de temperaturas y/o humedades, siendo necesario

mantener estas últimas dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. (Martínez, 2001).

Cuando las temperaturas son mayores de 25 °C y menores de 12 °C la fecundación no se da o es muy baja, ya que se disminuye la cantidad y calidad del polen produciendo caída de flores y deformación de frutos. Con temperaturas menores de 12 °C, se producen ramificaciones en las inflorescencias. A nivel del fruto, este se puede amarillear si se presentan temperaturas mayores de 30 °C y menores de 10 °C. En general, la diferencia de temperatura entre el día y la noche no debe ser mayor de 10 - 12 °C (Martínez, 2001).

2.6.2 Humedad relativa

La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate debe estar entre un 60 y un 80%. Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades, se presentan una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos, como son: manchado, grietas, malformación del fruto y frutos huecos, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y además las flores pueden caerse.

Cuando la humedad relativa es baja, aumenta la transpiración de la planta, se reduce la fotosíntesis y se seca el polen, produciéndose igualmente anomalías en la fecundación (Noreña y Rodríguez, 2006).

2.6.3 Luminosidad

La cantidad de radiación global determina la cantidad de azúcares producida en las hojas durante la fotosíntesis.

El tomate es sensible a las condiciones de baja luminosidad, ya que el cultivo requiere un mínimo de 6 horas diarias de luz directa del sol para florecer. Sin embargo, ya que el largo del día no es un factor crítico en la producción de

tomate, los invernaderos se encuentran en un amplio rango de latitudes en el mundo.

Si la intensidad de la radiación solar es demasiado alta, se puede producir partiduras de fruta, golpes de sol, y coloración irregular a la madurez. Un follaje abundante ayudara prevenir la quemadura de sol .los niveles adecuados de potasio y calcio mantendrán la turgencia y la fortaleza de la célula y así hará que la célula de la planta sea más resistente a la perdida de agua y consecuentemente también a la quemadura de sol. (Holwerda, 2006).

2.7 Soluciones orgánicas en la agricultura protegida

Salazar *et al.*, (2003). Señalan, es de gran importancia incrementar el conocimiento acerca de los componentes que conforman los sistemas de producción orgánicos bajo condiciones protegidas, como son: cambios en el sistema de producción, uso y dosificación de diferentes abonos orgánicos, normatividad y cultivos.

Entre los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas, es una práctica que se ha extendido a escala mundial, por la mínima contaminación del ambiente que conlleva y los resultados satisfactorios que se han encontrado; lo anterior ha revitalizado la idea del reciclaje eficiente de los desechos orgánicos de la actividad agropecuaria, así como el uso de los abonos orgánicos, de tal manera que se reduzca al mínimo imprescindible el uso de los fertilizantes sintéticos como vía de nutrición de las plantas (NOSB, 2004).

2.8 Generalidades de las soluciones orgánicas

La producción del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero es capaz de producir frutos de excelente calidad. Por otra parte la demanda de productos producidos de manera orgánica se ha incrementado, debido a que los abonos orgánicos mejoran las características cualitativas de estos vegetales (Tourat, 2000).

Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas (Romera & Guerrero 2000).

2.8.1 Propiedades de las soluciones orgánicas

El cultivo sin suelo, es la técnica que más se utiliza para producir hortalizas en invernadero. Este sistema de producción requiere un continuo abastecimiento de nutrientes, el cual se suministra por medio de una solución nutritiva (SN) que contiene los elementos esenciales para el óptimo desarrollo de los cultivos.

El conocimiento de cómo preparar y manejar la SN permite aprovecharla al máximo, para así obtener un mayor rendimiento de los cultivos y una mejor calidad de los frutos (Favela et al., 2006)

Los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes, la composta ha mejorado las características de los suelos, tales como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas y fomenta la actividad microbiana y como sustrato para cultivo en invernadero que no contamina el ambiente. (De la cruz et al, 2009).

2.9 La agricultura orgánica

En México la superficie destinada al cultivo de alimentos orgánicos representa el 2.3 por ciento de los 21.7 millones de hectáreas que representan la frontera agrícola. Los productos orgánicos mexicanos son aceptados en el ámbito internacional por que cumplen con los estándares establecidos en materia de inocuidad y se obtiene bajo el método de la conservación del medio ambiente. El consumo de productos orgánicos en el mundo se encuentra principalmente en países como Alemania, Francia, reino unido, países bajos, suiza, Suecia, Dinamarca, Austria y estados unidos. México, agrego que tiene más de 70

millones de dólares anuales por concepto de exportaciones de dichos productos. (SAGARPA, 2009).

El termino agricultura orgánica describe sistemas alternativos de producción agrícola, y es considerado sinónimo de agricultura biológica, ecológica, o alternativa, aunque los cuatro términos enfatizan aspectos diferentes. La agricultura orgánica es un sistema global de gestión de la producción que fomenta y realza la salud de los agroecosistemas, la diversidad biológica, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Esto se consigue aplicando, en forma armónica, métodos agronómicos, biológico y mecánicos, en contra posición a la utilización de materiales sintéticos, para desempeñar cualquier función específica dentro del sistema. (Céspedes, 2005).

2.9.1 Ventajas y desventajas de la producción orgánica

SAGARPA (2014), indica las ventajas y desventajas de la producción orgánica:

Ventajas

- Producción sin utilización de agroquímicos
- Conservación de la fertilidad del suelo.
- Usos sostenible del suelo y otros recursos
- Amigable con el medio ambiente
- Uso de conocimiento tradicionales
- Uso de policultivos
- Proceso productivo auto-sostenible.

Desventaja

- Tecnología y asistencia técnica limitada
- Baja disponibilidad de insumos orgánicos.

- Dificultad en garantizar el cumplimiento de métodos orgánicos.
- Mercados limitados con altas exigencias
- Difícil renunciar a insumos químicos y la reducción del uso de maquinaria.

2.10 Abono orgánico

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos se ha demostrado, aunque su composición química, el aporte de nutrimentos a los cultivos y su efecto en el suelo varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Dimas et al, 2001).

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos; el suelo, con la descomposición de estos abonos se va enriqueciendo con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (SAGARPA, 2008).

Dentro de los abonos orgánicos, sobresalen el compost y la vermicopost, debido a que sus procesos de elaboración son métodos biológicos que transforman restos orgánicos de distintos materiales en un producto relativamente estable (De la cruz et al., 2009).

2.11 Composta

El té de composta, solución resultante de la fermentación aeróbica de composta en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos (Ingham, 2005). Esta solución puede ser aplicada a través de sistemas de riego presurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de producción orgánica de cultivos bajo condiciones

de invernadero (Rippy, 2004). El té de composta se ha utilizado para prevenir enfermedades, tanto en aspersión foliar (Ingham *et al.*, 2005) como aplicado al sustrato (Scheuerell y Mahaffee, 2004). No hay muchas referencias del uso de té de composta como fuente de nutrimentos.

Rippy *et al.*, (2004) utilizaron un fertilizante orgánico a base de té de composta proveniente de gallinaza, para producir tomate en invernadero, con lo que obtuvieron rendimientos de 4 kg-planta⁻¹ más, comparado con la fertilización convencional, aunque las diferencias no fueron significativas. De manera similar se han utilizado extractos de estiércol como fuente de nutrimentos en pasto ballico (*Lolium perenne*; Capulín *et al.*, 2001) y extractos de vermicomposta en tomate (Rodríguez *et al.*, 2007).

El compostaje es un proceso aeróbico donde el material orgánico experimenta una transformación, gracias a las diferentes etapas de descomposición, que generan dióxido de carbono, agua y minerales inmersos en materia orgánica estable, libre de Fito toxinas y disponible para el uso agrícola. El proceso permite el desarrollo y la supervivencia de microorganismos (Orton, 2014).

2.11.2 Propiedades físicas y químicas de la compost

De acuerdo con Moreno y Morales (2007) las propiedades y químicas del compost:

Propiedades físicas

- ✓ **Humedad:** El contenido de humedad de un compost es función de su naturaleza, del proceso y las condiciones de almacenamiento. Se expresa como el contenido en agua con relación al peso seco (g de agua/100 g peso seco).
- ✓ **Densidad aparente:** Describe un método experimental para propiedades físicas de mejoradores de suelos y los sustratos de cultivo. La densidad aparente compactada de elaboración es una determinación previa y necesaria de la muestra para realizar

extractos acuosos volumen/volumen para la caracterización química de los materiales.

✓ Granulometría: la granulometría o la distribución porcentual del tamaño de las partículas es de utilidad para conocer el grado de descomposición del material y determinar sus posibles usos en agricultura y jardinería.

✓ incrementa la capacidad de retención del agua con la siguiente economía de la misma y regula permeabilidad y drenaje de los suelos.

Propiedades químicas

❖ pH: este parámetro ha sido considerado en numerosos ocasiones como indicativo de la evolución del proceso de compostaje. desciende inicialmente como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos de bajo peso molecular y a medida que el proceso avanza, el valor de pH va aumentando gradualmente hasta valores constantes.

❖ Conductividad eléctrica: es un excelente indicador de la presencia de sales solubles que existen en la compost. Los altos contenidos de sales puede repercutir directamente en la germinación de las semillas y en el desarrollo general del cultivo, todo dependiendo de la tolerancia de los cultivos a la salinidad, del tipo de suelo y de las pautas de riego.

❖ Contenido de carbonos orgánico total y relación C/N: la concentración de carbono orgánico total de un compost es un indicador de su concentración en materia orgánica y por tanto un índice de calidad del compost. La relación C/N se usa tradicionalmente como índice para determinar la madurez y estabilidad de la materia orgánica.

2.12 Té vermicompost

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

Característica del vermicompost, material oscuro, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, facilita su asimilación por las raíces e impide que estos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempos en el suelo y favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Favorece e incrementa la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos.

Los ácidos húmicos y fúlvicos que contiene regeneran las características químicas del suelo y, al igual que cierto tipo de hormonas de crecimiento favorecen el desarrollo de las especies vegetales. Posee un pH neutro. Mejora las características estructurales del terreno, desliga suelos arcillosos y agrega suelos arenosos. (Reséndez, 2006).

2.12.1 Propiedades físicas y químicas del vermicompost

Tot compost (2005), menciona las propiedades físicas y químicas del vermicompost.

Propiedades físicas

- ❖ Mejora la estructura, dando soltura a los suelos pesados y compactos y ligando los sueltos y arenosos.
- ❖ Mejora la porosidad y, por consiguiente, la permeabilidad y ventilación.
- ❖ Reduce la erosión del terreno.
- ❖ Incrementa la capacidad de retención de humedad.
- ❖ Confiere un color oscuro en el suelo ayudando a la retención de energía calorífica.

Propiedades químicas

- ❖ Incrementa la disponibilidad de nitrógeno, fósforo, potasio, hierro y azufre.
- ❖ Incrementa la eficiencia de la fertilización, particularmente nitrógeno.
- ❖ Estabiliza la reacción del suelo, debido a su alto poder de tampón.
- ❖ Inhibe el crecimiento de hongos y bacterias que afectan a las plantas.

2.13 Lixiviado de composta y vermicompost

El compostaje y el vermicompostaje (lombricompostaje) son procesos aeróbicos de transformación de residuos orgánicos, animales y vegetales, que ocurren constantemente en la naturaleza bajo la acción de lombrices, bacterias y hongos descomponedores de la materia orgánica. El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayuda al crecimiento de las plantas y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo.

Asimismo, mejoran las características físicas y previenen la erosión del suelo, reducen la dependencia de insumos externos de alto costo económico y

ambiental, enfocado a una agricultura sostenible, en donde se disminuye y elimina el empleo de agroquímicos a fin de proteger el ambiente, y la salud animal y humana (Uribe et al., 2012).

Los *lixiviados* de compost se obtienen de la adición de agua al compost aeróbico maduro, de donde resulta un líquido oscuro e inodoro, que posee nutrientes solubles y microorganismos benéficos. Este tipo de producto se diferencia de los *extractos* de compost, que provienen de la mezcla fermentada que se obtiene de colocar en un saco el material y este a su vez en un recipiente de agua durante una a dos semanas; su primer beneficio es como fertilizante líquido. Asimismo, se distinguen del *té* de compost, que se obtiene al colocar material maduro de compost en agua, a través de una oxigenación continua, para recoger un extracto alimentado con una fuente energética, que permite el crecimiento de microorganismos benéficos (Orton, 2014).

Los lixiviados han sido considerados, tradicionalmente, como un fertilizante líquido orgánico. Además, estos materiales están siendo utilizados para el control de plagas y enfermedades, compuesto que tienen una gran abundancia y diversidad de microorganismos benéficos, por lo que no son considerados pesticidas

2.13.1 Propiedades físicas y química lixiviado (compost y vermicompost)

De los lixiviados de compost y vermicompost se determinarán algunas propiedades físico-químicas.

Compost. pH, Nitrógeno total (Nt), materia orgánica (MO), humus total, ácidos húmicos y fúlvicos, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), azufre (S), magnesio (Mg), sodio (Na) y fierro (Fe). *Vermicompost.* Ph, humus total, ácidos húmicos y fúlvicos, Nitrógeno/ Óxido de Nitrógeno (N/NO), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Sodio (Na) y Fierro (Fe) (Uribe et al., 2012).

2.14 Solución inorgánica en la agricultura protegida

La necesidad de incrementar la producción de alimentos de origen vegetal, la restricción de tierras aptas para la producción agrícola, la escasez de agua o la mala calidad de ésta para usarla en la agricultura, fueron algunas de las causas que estimularon a diversos investigadores a buscar alternativas para el desarrollo de las plantas. Como resultado se generó la hidroponía a nivel comercial. La mayoría de las técnicas de producción en hidroponía son de sistema cerrado, la SN excedente se recupera y, luego de restablecer su composición química, es nuevamente utilizada. El uso más eficiente de la SN se presenta con el sistema cerrado (Lara, 1999).

2.15 Solución nutritiva

El objetivo de la Agricultura de Ambiente Controlado (AAC) consiste en modificar el ambiente natural para obtener el óptimo desarrollo de la planta. La mayoría de los sistemas hidropónicos se encuentran en invernadero, con el fin de controlar la temperatura, reducir la pérdida de agua por evaporación, controlar las infestaciones de plagas y enfermedades y proteger a los cultivos de elementos del ambiente, como el viento y la lluvia (Lara, 1999).

2.16 Steiner

La SN consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la SN (Steiner, 1968). Para que la SN tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner, 1961).

2.17 El pH de la solución nutritiva

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

2.18 Conductividad Eléctrica (CE) de la Solución Nutritiva

Existe una relación directa entre la concentración de nutrientes y la CE de la SN. Al aumentar la CE, la planta debe destinar mayor energía para absorber agua y nutrientes (Asher y Edwards, 1983; Ehret y Ho, 1986a). La CE de la SN influye en la composición química de las plantas, al aumentar la CE aumenta la concentración de K⁺ en las plantas a expensas principalmente de Ca²⁺. También se incrementa la concentración de P y en menor medida la de NO₃⁻, ambos a costa de SO₄²⁻. Este comportamiento se presenta independientemente de la etapa de desarrollo (Steiner, 1973).

2.19 Plagas

2.19.1 Mosquita blanca (*Bemisia Tabaci*)

Bayer de México (2012). Señala la descripción de mosquita blanca: plaga chupadora forma colonias en el reverso de las hojas. Adulto de color blanco (1-1.5 mm) con las alas en tejado (*Bemisia*) o aplanadas (*Trialeurodes*). Huevecillos amarillos (0.2 mm). Ninfas amarillo-verdoso (hasta 0.7 mm), como escamas, que pasan por cuatro estadios.

Biología: la hembra deposita hasta 300 huevecillos en 10-40 días. La duración del ciclo biológico es de 17-35 días con varias generaciones anuales.

Daños: Merma el rendimiento y la calidad de los frutos. La fumagina que recubre sus secreciones afecta la fotosíntesis y mancha los frutos. Trasmite

graves enfermedades (*geminivirus*) como el virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV).

2.19.2 Minador de la hoja (*Liriomyza* sp)

Existen varias especies de minadores de hojas que pertenecen al orden Díptera de la familia Agromyzidae, entre las que se encuentran: *Liriomyza* *munda*, *L. trifoli*, *L. pictella* y *L. sativae*. Los adultos miden aproximadamente de 2 a 3 milímetros de longitud, son de color negro brillante y se distinguen porque la región posterior de la cabeza es de color negro, el tercer segmento de la antena es pequeño, redondo, amarillo y pubescente, la parte dorsal del protórax y mesotórax es de color negro, metotórax amarillo; el abdomen ventralmente es de color amarillo.

El ciclo de vida de huevo a adulto requiere de tres semanas bajo condiciones favorables de temperatura y humedad. La larva nace a los 4 días después de haber sido depositado el huevo y completa su desarrollo en un lapso de 10 días (López y Gastélum, 2003).

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

2.19.3 Gusano del fruto (*Helicoverpa*)

Las larvas de estas 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 (Pacheco, 1985).

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 (Morón y Terrón, 1988).

2.19.4 Paratrioza (*Bactericera cockerelli*)

Descripción: La paratrioza es un insecto picador chupador de savia, forma colonias en el reverso de las hojas. Adultos (1.6 mm) con dibujos en negro, blanco y ámbar, ojos rojos y alas transparentes en tejado. A diferencia de los pulgones carecen de “cuernitos” sobre el abdomen. Ninfas de forma oval (Rodeadas de filamentos cerosos cortos), móviles, primero amarillentas y luego verdes, con los ojos rojos. Pasan por tres estadios ninfales.

Biología: La hembra produce hasta 500 huevecillos de color naranja-brillante, con un pedicelo corto. La duración del ciclo biológico es de 27 días (356 UC = unidades de calor). Varias generaciones anuales.

Daños: además de la succión de savia, la paratrioza secreta una toxina. Afecta el rendimiento los tomates resultan pequeño. Además, produce una cera llamada *salerillo* que se deposita sobre las hojas y los frutos. Transmite el permanente del tomate (PT), que ocasiona aborto de flore, enchinamiento y además las hojas se doblan como “empanadas”; reduce en 60% o más el

rendimiento. Hospederas en tomate, chile, papa, otros cultivos y malezas. (Bayer de México, 2012).

2.19.5 Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Según Bayer de México (2012). Descripción: Los trips son insectos alados muy pequeños, raspador-chupador que viven en colonias principalmente en las terminales y las flores. Adultos alargados (1-2 mm) con cuatro alas delgadísimas y cerdas largas para sostenerse en el vuelo. Ninfas amarillentas, parecidos a los adultos pero sin alas.

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 del ciclo biológico es de 10 - 20 días con varias generaciones anuales.

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 (TSWV), enfermedad muy grave. Hospederas en tomate, chile, berenjena, otros cultivos y malezas.

2.19.6 Araña roja (*Tetranychus* spp.)

Según Zapata (2004), la araña roja es una de las plagas más importantes en el invernadero. Se desarrolla en el envés de las hojas, causan decoloración o manchas amarillentas e incluso producen desecación y defoliación. La temperatura elevada y la baja humedad relativa favorecen el desarrollo de esta plaga. Esta plaga infesta a más de 100 hospedantes y se reconoce por su parecido con las arañas y por dos puntitos rojos a la altura del abdomen.

Control Cultural. Eliminación de maleza y restos de cultivo. Evitar excesos de nitrógeno.

Control Biológico: *Phytoseiuluscalifornicus*y*Phytoseiuluspersymilis*.

Control Químico: Abamectina, Acrinatrin, Dicofol, Fenbutestan, fenpiroximato, tebufenpirad, tetradifón.

2.20 Enfermedades

Oidiopsistaurica – fase asexual

Leveillulataurica – fase sexual

El patógeno: este hongo produce una cenicilla (formada por conidióforos y conidios) en las hojas. Sobrevive como micelio, conidios y cleistoteios, tanto en el suelo como en los cultivos o en el resto de las cosechas.

La enfermedad: los conidios llegan con el viento a las plantaciones, infectando las hojas, primero las más viejas (sin que aparezcan síntomas por 18 - 21 días). Después, aparecen en las hojas manchitas verde-amarillo de centro café y por el reverso una cenicilla muy poco perceptible. Las manchas se multiplican rápidamente ocasionando defoliación con daño a los frutos.

Condiciones que lo favorecen: temperatura (19-33° C) y humedad (53-75%). los daños es la defoliación trae consigo pocos frutos, pequeños y con “quemaduras de sol” (Bayer de México, 2012).

2.20.1 Tizón Tardío

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.

Síntomas y daño al cultivo: puede afectar y destruir hojas, ramas, y frutos. Usualmente el primer síntoma es el doblamiento hacia abajo del peciolo de las hojas infectadas. Aparecen manchas irregulares verdosas y acuosas en hojas, peciolos y tallos, las cuales se agrandan para formar lesiones rojizo-oscuros 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 del fruto tienen un aspecto grasoso. (Productores de hortalizas, 2006).

2.20.2 Tizón Temprano

El hongo causante del tizón temprano es *Alternaria solani* es una de la enfermedades más importantes del cultivo del tomate, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de su desarrollo, y es capaz de infectar cualquier órgano aéreo de la planta, desde la base del tallo, peciolo, hojas, flores y frutos; además, la enfermedad se encuentra tan bien establecida que su presencia y peligro potencial se puede manifestar prácticamente durante casi todo el ciclo de desarrollo en muchas regiones del país. (Castro, 2005).

Tiene características conidióforos café oscuros simples cortos o alargados; conidios café oscuros muriformes con pocas septas longitudinales, claviformes elípticos o cónico alargados con el pico o ápice (Célula apical) muy largo y filiforme simple o ramificado, no se forma cadena (Romero, 1998).

Control. Aunque algunas variedades son más tolerantes que otras, normalmente las que están disponibles no poseen resistencia genética aceptable. Actualmente el método de control más efectivo está basado en la aplicación oportuna de fungicidas preventivos (Castro, 2005).

2.20.3 Moho Gris

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

Una posible alternativa no química para el combate de esta enfermedad es el uso del biocontrolador *gliocladiumroseum*, un Hyphomycete que es conocido por colonizar como un parasito no patógeno al hospedero y que ha sido probado con éxito como agente biocontrolador de *Botrytis cinérea* en fresa, semillas de conífera, begonia, geranio, rosa, pepino, tomate, y pimienta. Demostró ser igual o más efectivo para el combate del patógeno mencionado que los tratamientos fungicidas. (Chávez y Wang, 2004).

2.20.4 Cáncer Bacteriano

Clavibacter michiganensis subsp. *Michiganensis* (CMM), 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 manejos de sustratos en invernadero, selección y preparación del suelo para producción en campo abierto. Es una enfermedad vascular (sistémica) y superficial con una amplia gama de síntomas que resultan en pérdida del área fotosintética, marchitez y muerte prematura, así como producción de frutos no comerciables. El organismo se trasmite por la semilla y puede sobrevivir durante periodos cortos en el suelo, estructura del invernadero y equipos, y por periodos más largos en residuos vegetales.

Los síntomas en el follaje aparecen primero en las hojas de la región del segundo o tercer racimo por encima del que se está cosechando. Los síntomas en la planta general en un determinado momento y sobre todo en plena cosecha las plantas se marchitan irreversiblemente, empezando por las hojas. Una vez que el sistema vascular es afectado, la planta muere. (Productores de hortalizas, 2006).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica de la comarca lagunera

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

3.2 Características del clima

CNA (2002) define al clima de la comarca lagunera de tipo desértico con escasa humedad atmosférica. Una temperatura anual de 20°C ; en los meses de noviembre a Marzo la temperatura media mensual varia promedio de 30.1 %, en otoño de 49.3% y finalmente en invierno un 43.1%.

3.3 Localización del experimento

El presente trabajo se realizó, en el invernadero número tres de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL (UAAAN-UL); se encuentra ubicada en el Periférico y carretera a Santa Fe Km. 1.5, Torreón Coahuila.

3.4 Características del invernadero

El invernadero es semicircular con dimensiones de 9 m de ancho y 23 m de largo, con una superficie total de 207 m², en la parte frontal está cubierto por policarbonato, con una cubierta de polietileno de calibre 600, transparente natural y con una malla sombra de 50%, cuenta con pared húmeda y un par de extractores, para el control climático.

3.5 Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y 10 repeticiones (cada repetición lo conforma una maceta) los cuatro tratamientos de fertilización consistieron en 1) fertilización inorgánica con solución

nutritiva Steiner, 2) té de compost, 3) té de vermicompost, y 4) lixiviado de vermicompost y compost. Para la preparación de la solución nutritiva se utilizaron fertilizantes comerciales de alta solubilidad disponibles en el mercado regional.

Los té de compost y vermicompost se elaboraron de acuerdo al método propuesto por Ingham (2005). Las soluciones resultantes, incluyendo el lixiviado, fueron ajustadas a una conductividad eléctrica (CE) de 2,0dS·m⁻¹ mediante dilución con agua natural, a fin de evitar problemas de fitotoxicidad (Carballo *et al.*, 2009; Olivia *et al.*, 2010) y el pH fue ajustado a 5,5 con ácido cítrico (Capulín *et al.*, 2007).

3.6 Siembra en charola

El genotipo de tomate saladette fue sembrado en contenedores de poliestireno con 200 alvéolos de 25ml con Peatmoss, utilizando una semilla por cavidad, agregando una pequeña capa de sustrato (peatmoss) para tapar la semilla, cubriéndolas con plástico negro hasta que germinaron las primeras semillas. Se aplicó riego por aspersión en forma manual, una o dos veces al día cuidando de mantener húmedo el sustrato. La siembra se efectuó el día 28 de marzo del 2014.

3.7 Llenado de bolsas

Bolsas de plástico negro de 10 litros de capacidad, se utilizaron como macetas, y como sustrato arena de río y perlita.

3.8 Trasplante

El trasplante se realizó el día 8 de mayo del año 2014, cuando la planta alcanzó una altura de 12 a 15 cm. Para la colocación de las plantas de tomate se hicieron orificios en el sustrato a una profundidad aproximadamente de 8-10 cm, Se le aplicó un riego pesado. Para mojar el sustrato y de esa manera realizar el trasplante colocando una planta por maceta.

3.9 Riego

La aplicación del riego, inicialmente, fue de un riego diario y posteriormente se aplicaron dos riegos al día, un litro de agua en la mañana y el otro por la tarde.

3.10 Manejo del cultivo

3.10.1 Tutorado

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con rafia, el tutorado se inició cuando la planta alcanzo una altura de 30 cm, con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello evitar que las hojas y frutos queden en contacto con el suelo y/o sustrato. Esta labor se llevó acabo con un amarre de la rafia desde la base del tallo y conforme la planta se fue desarrollando se enredaba a la rafia. Esta labor se realizó una vez por semana o conforme se desarrollaba la planta.

3.10.2 Poda y deshoje

La poda de formación consistió en eliminar las yemas axilares dejando a un solo tallo; el deshoje consistió en eliminar las hojas senescentes en la parte inferior de la planta.

3.10.3 Polinización

La polinización se realizó manualmente agitando la rafia de cada planta, todos los días, entre las 11:00 y las 13:00 h.

3.10.4 Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se realizaron revisiones cada dos días para detectar la presencia de plagas y enfermedades. Las plagas que más se presentaron fueron la mosquita blanca (*Bemisiatabacii*), Paratrioza (*Bactericeracockerelli*). Araña roja (*Tetranychusspp.*), minador de hoja (*Liriomyzassp*), tizontardio. Se controló con NIMICIDE 80, es un producto orgánico

a base de extracto de Neem, se aplicó por aspersión con una dosis de 0.50 Lts/Ha.

3.10.5 Cosecha

La cosecha se realizó cuando los frutos presentaban una coloración rojo de 1/3 y hasta 2/3 de coloración.

3.11 Variables evaluadas

3.11.1 Peso del racimo

Para esta variable se determinó el peso de cada fruto al momento de la cosecha, utilizando una báscula de precisión en gramos. Se pesaron dos racimos de cuatro frutos por planta (repetición).

3.11.2 Diámetro polar

Para determinar el diámetro polar se utilizó un vernier, tomándose la distancia de polo a polo, esto se realizó a cada fruto.

3.11.3 Diámetro ecuatorial

Para esta variable se colocó el fruto en forma transversal y se utilizó un vernier midiendo en cm.

3.11.4 Grados Brix

Para la determinación del contenido grados Brix se utilizó un refractómetro, el procedimiento consistió en partir los tomates a la mitad y se colocó una a dos gotas de jugo de tomate en el refractómetro, para tomar los datos se observa mediante un ocular a través de la luz, mostrando una escala en las que se determinan los Brix. Después de cada lectura, en cada una de las muestras se lavó con agua destilada el refractómetro donde se le puso el jugo de tomate y fue

secado con papel antes de volver a utilizarse para evitar errores de mezcla de los jugos de los frutos.

3.11.5 Espesor de pulpa

Se partió el tomate a la mitad con el uso de un cuchillo y usando una regla milimétrica, se registró el grosor o espesor del pericarpio.

3.12 Análisis estadísticos

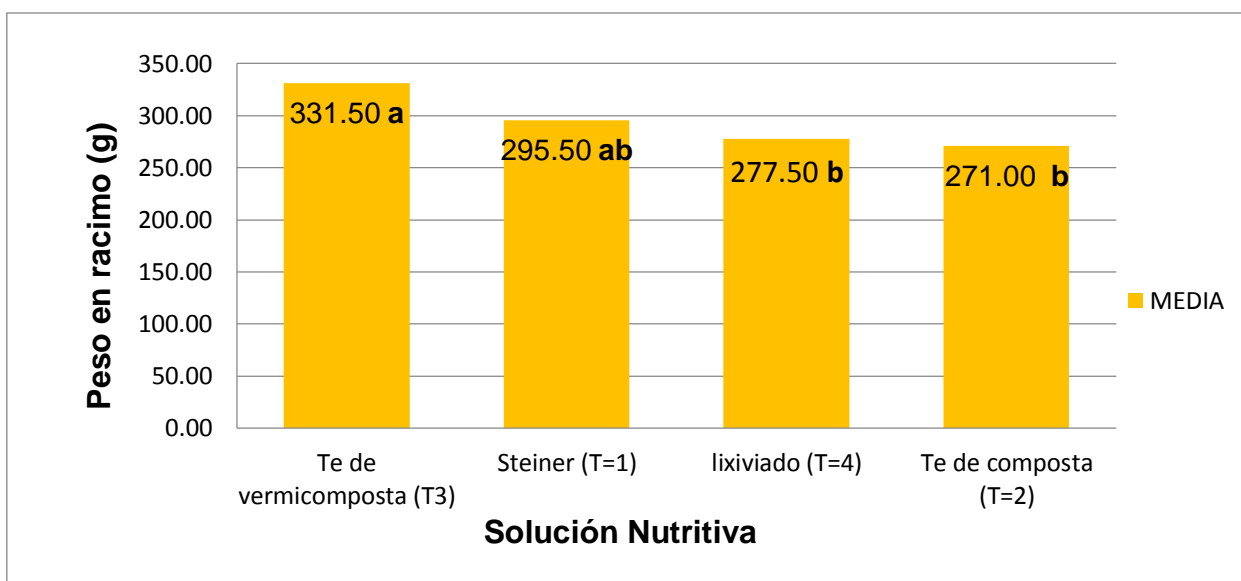
Para el análisis estadístico se utilizó el programa SAS (Statics Analysis System) for Windows, V 6.12.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso en racimo

Para la variable peso de racimo (g) el análisis estadístico indica diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 3 (té de vermicompost), con 331.5 g. este resultado es estadísticamente similar al obtenido por la Solución Steiner (Testigo) con 295.5 g. El menor valor para esta variable lo obtuvo el té de compost con 271 g de peso de racimo.

Figura 1. Peso de racimo (g) resultado de producción de tomate saladette con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.



*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa

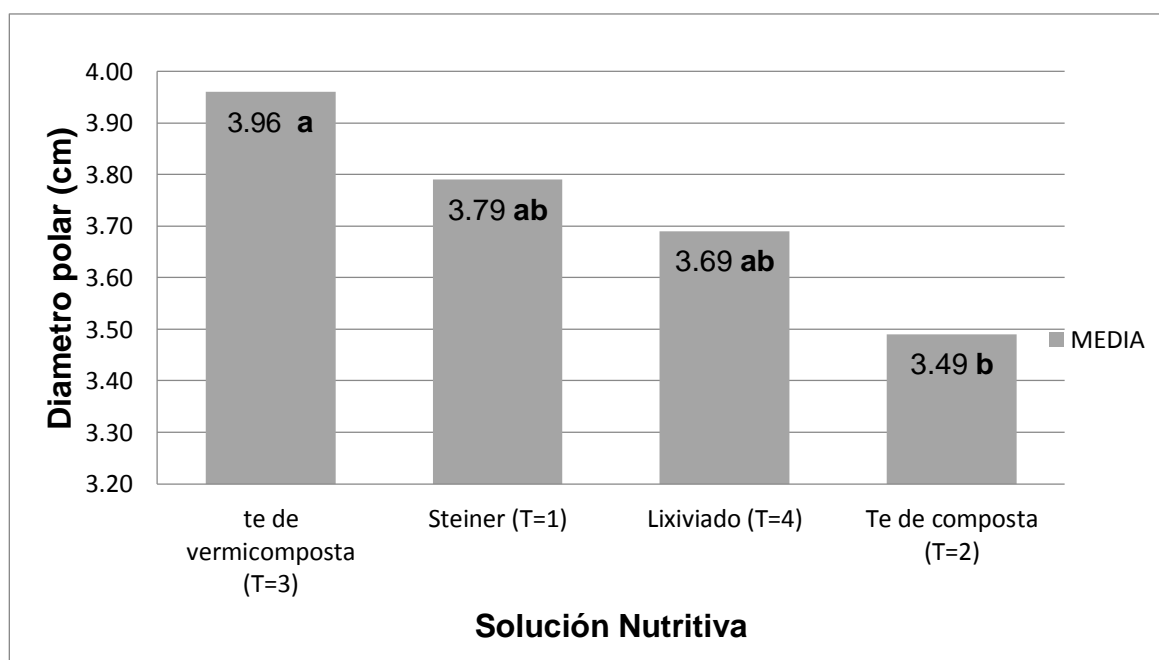
El peso de racimo obtenido en este trabajo es diferente al reportado por Aquino (2014) quien al evaluar la producción hidropónica de tomate bola en invernadero obtuvo un promedio de 474.65 g en el T2 (té de vermicompost), cabe destacar que el tomate bola por genética, es de mayor tamaño que el tomate tipo saladette, este factor pudo influir en la diferencia de resultados presentados por ambos trabajos.

El resultado obtenido en peso de racimo con el tratamiento de té de vermicompost, se pudo deber, de acuerdo a (Adhikary, 2012; Kenyangi y Blok, 2012), que el vermicompost es un fertilizante orgánico nutritivo, rico en microorganismos benéficos del suelo, bacterias fijadoras de nitrógenos, bacterias solubilizadoras de fosfato, actinomicetos y hormonas de crecimientos, auxinas, citoquininas, giberelinas, entre otros.

4.2 Diámetro polar

Para la variable Diámetro polar (cm) del fruto el análisis estadístico indica diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 3 (té de vermicompost), con 3.96 cm. Los tratamientos 1 y 4 se comportaron de forma similar con 3.79 y 3.69 cm. El menor valor para esta variable lo obtuvo el té de compost con 3.49 cm.

Figura 2. Diámetro polar (cm) de fruto resultado de la producción de tomate saladette con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.



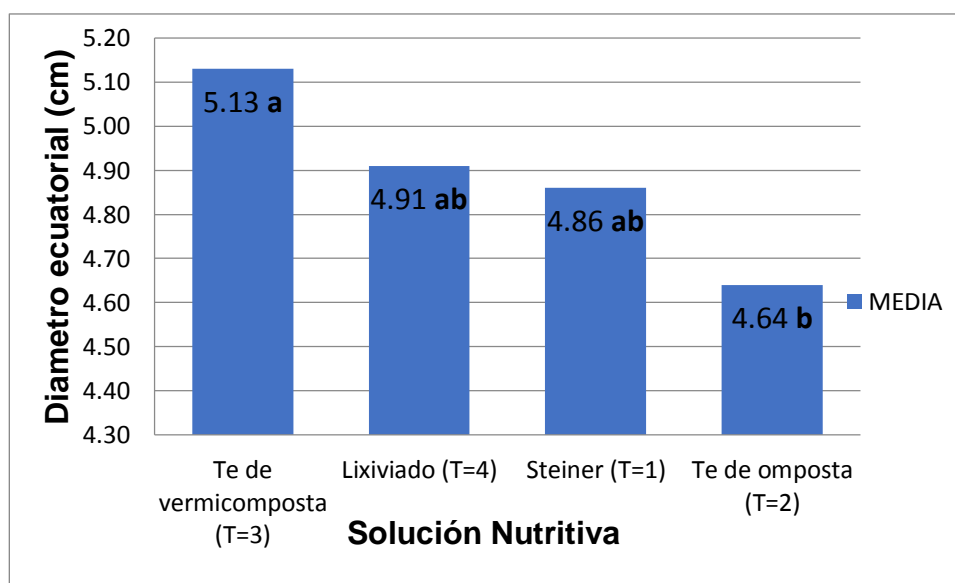
*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa

Los resultados anteriores difieren a los reportados por Preciado et al., (2011) quien obtuvo un diámetro polar 6 cm al evaluar soluciones nutritivas orgánicas en la producción del genotipo de tomate el Cid del tipo saladette en invernadero con el T3 (té de vermicompost), con riego por goteo. Los factores que pudieron influir en la diferencia de los resultados presentados por ambos trabajos, son el tipo de híbrido utilizado y los problemas fitosanitarios que se presentaron en el desarrollo del presente trabajo.

4.3 Diámetro ecuatorial

Para la variable diámetro ecuatorial (cm) de fruto, el análisis estadístico indica diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 3 (Té de vermicompost), con 5.13 cm. Los tratamientos 1 y 4 se comportaron de forma similar con 4.91 y 4.86 cm. El menor valor para esta variable lo obtuvo el té de compost con 4.64.

Figura 3. Diámetro ecuatorial (cm) del fruto resultado de la producción de tomate saladette con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.



*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa

Los resultados anteriores son similares a lo reportado por Preciado et al., (2011) quien obtuvo un diámetro ecuatorial 5.52 cm al evaluar soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero con riego por goteo.

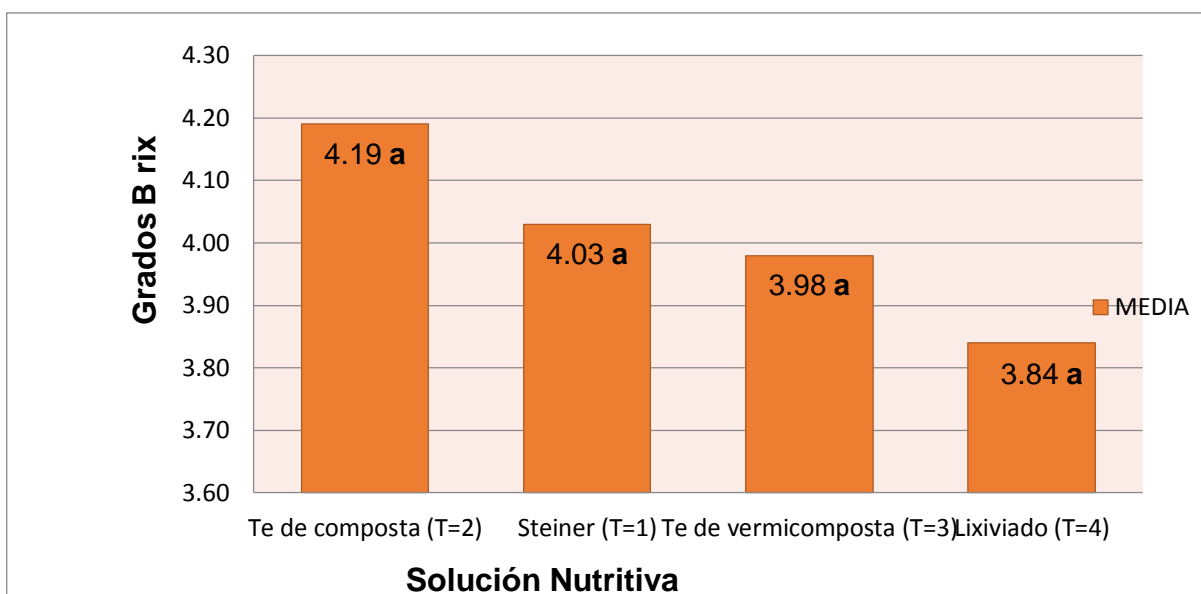
El diámetro ecuatorial (cm) obtenido en el presente trabajo es superior al reportado por De la Cruz, et al., (2009) que reporta un diámetro ecuatorial 4.80 cm al evaluar la producción de tomate SUN 7705 tipo saladette en invernadero con compost y vermicompost como sustrato.

El resultado obtenido en diámetro ecuatorial con el tratamiento de té de vermicompost, se pudo deber, de acuerdo a (Atiyeh et al., 2000), que el vermicompost contiene una carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos que favorecen el crecimiento de las plantas.

4.4 Grados Brix (Sólidos solubles)

Para la variable sólido soluble (grados Brix), el análisis estadístico no mostro diferencia significativa entre tratamientos, pero cabe destacar que el tratamiento que sobresale en valor numérico, es el T2 (té de compost) con una media de 4.19°Brix. El menor valor numérico para esta variable, lo obtuvo el lixiviado con una media de 3.84 °Brix.

Figura 4. Grados Brix resultado de producción de tomate saladette con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.



*Letras iguales entre columnas indican que no diferencia estadística significativa

Estos valores son similares a los obtenidos por Ochoa et al., (2009) al evaluar té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate en invernadero, reportando una media de 4.41°Brix con te de composta.

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 (Preciado et al., 2011)

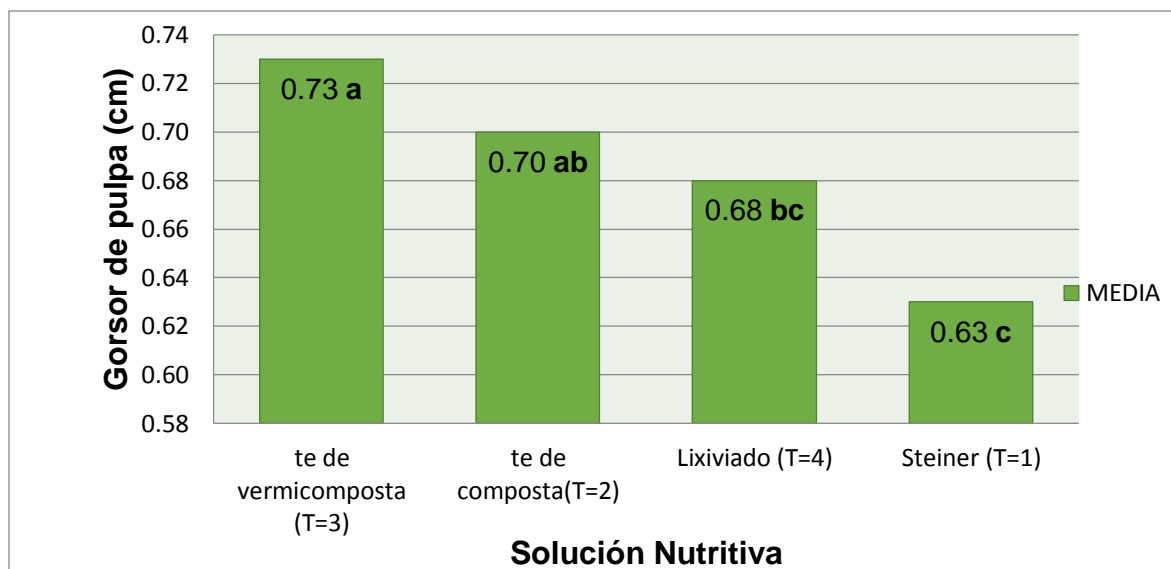
Santiago *et al.* (1998) señalaron que el tomate para consumo en fresco debe de contener un mínimo de 4.0°Brix.

De tal manera que los tratamientos 1 y 2 evaluados alcanzaron los valores de referencia para el consumo en fresco.

4.6 Grosor de pulpa

Para la variable grosor de pulpa (cm) el análisis estadístico indica diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 3 (té de vermicomposta), con 0.73 cm. Este resultado es similar al obtenido por el T2 (té de composta) con 0.70 cm. Los tratamientos 1 y 4 se comportaron de forma similar con 0.68 y 0.63 cm. El menor valor para esta variable lo obtuvo la solución Steiner

Figura 5. Grosor de pulpa (cm) resultado de la producción de tomate saladette con soluciones nutritivas orgánicas invernadero.



*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa.

Los valores promedio registrados para grosor de pulpa resultaron superiores a los valores reportados por Aquino (2014), donde obtuvo para la variable grosor de pulpa en té de vermicompost 6.00 mm, quien evaluó la producción hidropónica de tomate bola en invernadero.

V. CONCLUSIONES

El T3 (té de vermicompost) obtuvo los mejores resultados para las variables: Peso de racimo 331.50 gr, diámetro polar 3.96 cm, diámetro ecuatorial 5.13 cm, y grosor de pulpa 0.73 cm. Respecto a la variable grados Brix no se encontró diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo los resultados obtenidos muestran que el T2 (té de compost) obtuvo el mayor valor numérico con 4.19. De los tratamientos evaluados, el té de vermicompost sobresalió en todas las variables evaluadas excepto para grados Brix.

Se sugiere evaluar la producción de tomate saladette con fertilización orgánica en el ciclo otoño-invierno.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Adhikary S. (2012). Vermicompost, the story of organic gold: A review. *Agricultural Sciences* 3: Pp. 905-915.
- Alpi, A. y Tognoni, F. (1999). Cultivo en invernadero. 3a Edición. Mundi-prensa Madrid, España. 347 pp.
- Atiyeh, R. M.; Subler.; S.; Edwards, C. A.; Bachman, G.; Metzger, J. D.; Shuster. W. (2000) Effects of vermicomposts and compost on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiology* 44: 579-590
- Álvarez, J. C.; Cortez, H.; y García, I. (2009). "Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (solanaceae) en tres regiones de Michoacán, México." *Polibotanica* 28: 139-159.
- Aquino, B. G. (2014). Producción hidropónica tomate bola (*lycopersicon esculentum* mil. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad laguna. División Agronómica. Torreón, Coahuila, Mexico. Pp. 58-59.
- Argerich, C. y Gaviola, J. (2011). Manual de producción de semillas hortícolas. Tomate. La semilla propiamente dicha. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/manual-de-produccion-de-semillas-hortícolas.-tomate>. Fecha de recuperación: 17 de marzo de 2015.
- Armenta, B. D.; Baca, C. G.; Alcántara, G. G.; Kohashi, S. J.; Valenzuela, U.G.; Martínez, G.A. (2001) Relaciones de nitratos y potasio en fertirriego sobre la producción, calidad y absorción nutrimental de tomate. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 7: 61-75.
- Asher, C. J. y Edwards, D.G. (1983). Modern solution culture techniques. pp. 94-119. *In*: A. Pirson y M.H. Zimmermann (ed.). *Encyclopedia of Plant Physiology*. Vol. 15-A. Springer-Verlag, Berlin.
- Bayer de México, S.A. de C.V. (2012). Guía de identificación de plagas y enfermedades tomate. México, D.F. pp. 1-25.
- Bewley, J. D. y Black, M. (1982). *Physiology and Biochemistry of seeds in relation to germination* Vol. II. Viability, Dormancy and environmental control. Springer-Verlag. Berlin, 375 pp.

- Bielinski, M.; Obregón, H. A.; Salamé, T.P. (2010) Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. Invernaderos. Disponible en: <http://edis.ifas.ufl.edu/pdffiles/HS/HS118200.pdf>. Citado: 22 de marzo 2015.
- Bolsamza.(2004). El cultivo del tomate. Disponible en: <http://www.bolsamza.com.ar/mercados/horticola/tomatetriturado/ficha.pdf>. Fecha de recuperación: 13 de marzo de 2015.
- Calidaddetomate. (2008). Cultivo de tomate. Morfología y taxonomía. Disponible en: <http://calidaddetomate.blogspot.mx/2008/09/morfologia-y-taxonomia.html>. Fecha de recuperación: 17 de marzo de 2015.
- Capulín, G. J.; Núñez, R. E.; Etchevers, B. J. D.; Baca, C. G. A. (2001). Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. *Revista Agrociencia* 35: 287-299.
- Capulín, G. J.; Núñez, E.R.; Sánchez, J. P.; Martínez, G.A.;Soto, H.M. (2005) Producción de jitomate con estiércol líquido de bovino acidulado con ácido orgánicos e inorgánicos. *TerraLatinoam.* 23: 241-247.
- Capulín, G. J.; Núñez, E. R.;Aguilar,A. J. L.; Estrada, B. M.; Sánchez, J. P.; Mateo, S. J. L. (2007) Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. *Rev. ChapingoSer. Hort.* 13: 5-11.
- Carballo, T.; Gil, M. V.; Calvo, L. F.; Morán, A. (2009) The influence of aeration system, temperatura and compost origin on the phytotoxicity of compost tea. *Compost Sci. Utiliz.* 17: 127-139
- Castro Sánchez M. (2005). Manejo de enfermedades del tomate. Curso INCAPA “manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa. Disponible en: <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Manejo%20de%20Enfermedades%20del%20Tomate.pdf> [citado 24 de abril de 2015].
- Céspedes C. (2005). Agricultura orgánica principios y prácticas de producción. Centro regional de investigación Quilamapu. Chillán, Chile. P. (10, 11).
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. En: F. Nuez (Ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi – Prensa- México.

- Chávez Néstor y Wang Amy. (2004) combate del moho gris (*Botrytis cinérea*) de la fresa mediante *Gliocladiumroseum*. *Agronomía costarricense* 28(2): 73-85.
- Colegio de Postgraduados Campus SLP Salinas de Hgo., S. L. P. (2003), FORO DE DISCUSIÓN SOBRE DEMANDAS TECNOLÓGICAS EN LA CADENA AGROALIMENTARIA DEL JITOMATE. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit32.pdf>. Fecha de recuperación: 12 de marzo de 2015.
- Contreras, E.; Arroyo, H.; Ayala, J.; Sanchez, F.; Moreno, E. C. (2013). "Caracterización morfológica de la diferenciación floral en tomate (*Solanum lycopersicum* L.)." *Rev. Chapingo Ser.Hortic* [online]. 19: 60.
- Corpeño, B. (2004). Manual del Cultivo del Tomate. Centro de Inversión, Desarrollo y Exportación de Agronegocios. Disponible en: <http://es.scribd.com/doc/33626068/Manual-Del-Cutivo-de-Tomate-WEB#scribd>. Fecha de recuperación: 17 de marzo de 2015.
- Costa, J. M. Y Huevelink, E. (2005). The tomato crop and industry. In: Tomatoes. E Huevelink (ed). CABI Publishing. Massachusetts, USA. 325 p.
- Curtis, P. (1996). Aspectos de la morfología de Angiospermas cultivadas. Universidad Autónoma Chapingo. 134 p.
- De la cruz, L.; Botello, E.; Torres, R.; Osorio, O.; Hernández M. Sánchez, H.; (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Tabasco México. P. 59
- De Reijck, G. y E. Schrevens. (1998). Cationic speciation in nutrient solutions as a function of pH. *J. Plant Nutr.* 21: 861-870.
- Dimas, J.; López, M.; Estrada, A.; Rubin, E.; Cepeda, R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. P. 223.

- Ecured. (2011). Invernadero. Funcionamiento. Disponible en: <http://www.ecured.cu/index.php/Invernadero#Fuente>. Fecha de recuperación: 19 de marzo de 2015.
- Ehret, D.L. y L.C. Ho. (1986). Translocation of calcium in relation to tomato fruit growth. *An. Bot.* 58: 679-688.
- Escalona, V.; Alvarado, P.; Monardes, H.; Urbina, C.; Martin, A. (2009). "Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Disponible en: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf. Fecha de recuperación: 13 de marzo de 2015.
- Favela, E. C.; Preciado, P. R.; Benavides, A. M. (2006). Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna Torreón, Coahuila. *P.* 7.
- Free, J.B. (1970). Insectpollination of crops. Academic Press, London and New York. pp. 349-354.
- Flores, I. (1986). Cultivos de Hortalizas. Monterrey, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas. Departamento de Agronomía. 170 p.
- Ekonekazaritza. (2005). El tomate. Manual para su cultivo en agricultura ecológica. Disponible en: <http://ecoagricultor.com/wp-content/uploads/2013/03/CULTIVO-DE-TOMATE-ECOL%C3%93GICO.pdf>. Fecha de recuperación: 17 de marzo de 2015.
- Gallardo, M.; Thompson, R. B.; Rodríguez, J. S.; Rodríguez, F.; Fernández, M. D.; Sánchez, J. A.; Magán, J.J.; (2009) Simulation of transpiration, drainage, N uptake, nitrate leaching, and N uptake concentration in tomato grown in open substrate. *Agric. Water Manag.* 96:1773-1784.

- Gillaspy, G.; Ben-David, H. yGruissem W. (1993). Fruits: A Developmental Perspective. *The Plant cell* 5: 1439-1451.
- Goykovic VC, Saavedra del R. (2007) Algunos aspectos de la salinidad en el cultivo de tomate y prácticas agronómicas de su manejo. *IDESIA* 25: 47-58.
- Hargreaves, J.;Adla, M.S.;Warman, P. R.;Rupasinghe, H. P. V. (2008).The effects of organic amendments on mineral element uptake and fruit quality of raspberries.*Plant Soil* 308: 213-226.
- Hargreaves, J. C.;Adla, M.S.;Warman, P. R. (2009) Are compost teasan effective nutrient amendment in the cultivation of strawberries? Soil and planttissueeffects. *J. Sci. FoodAgric* 89: 390-397.
- Hernández, I.; Garcia, E. J.; Tarango, L. A.; García, J. P.; Becerra, J. J.; Torres, M. E.; Pastor, F. J.; Martínez O.; Valverde, A.; Espinoza, A.; Cedillo, I.; Talavera, D.; Amante, A.; Rossel, D.; Ortiz, H.; Tiscareño, A. B. (2003). Importancia del Tomate en el Comercio Exterior Total de México. Estudio de la trayectoria y prospectiva de los mercados del tomate. Fundación produce San Luis potosí. Colegio de postgraduados campus San Luis Potosí. P. 22. Disponible en: <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/Publicacion/Archivos/penit32.pdf>. Citado 13 de mayo de 2015.
- Hernández, M. C.; Cano, R. P. y Cueto, M. V. (2005).Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna. INIFAP-Laguna. Matamoros, Coahuila. México. P. 1,2.
- Holwerda, T. H. (2006). CropKit. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate. university of Adelaide, Australia. P. 14. Disponible en: <http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop Kit Tomato L-ES.pdf> [Citado 22 abril 2015]. Formato PDF.
- HORTOINFO. (2014). "(En línea) Produccion mundial del tomate." comercial@hortoinfo.es: (consulta 10 de marzo 2015).

- Hunziker, A. T. (1979). South American Solanaceae: a synoptic survey. In Hawkes, J. G.; Lester, R. N.; Skelding, A. D. (Eds.). The biology and taxonomy of the Solanaceae. Academic Press, New York & London: 4985 p.
- INEGI, (2002): El Sector Alimentario en México, Edición 2002, INEGI; con datos del Sistema de Información Agropecuaria de Consulta [SIACON, 1980-2001])
- Ingham, R. E. (2005). The Compost Tea Brewing Manual. 5th Edition. SoilFoodwebInc, Corvallis, Oregon. USA. 79 p.
- Jaramillo, J.; Rodríguez, V.; Guzmán, M.; Zapata, M. Rengifo, T. (2007). *Manual técnico BPA en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Colombia: Corpoica, FAO-MANA. Primera edición. P. 314.
- Jaramillo, J.; Rodríguez, V. P.; Guzmán, M.; Zapata, M.; Rengifo, T. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Primera Edición. Colombia. P. 37. Citado: 22 de abril 2015.
- Jarecki, M. K.; Voroney, R. P. (2005) Evaluation of compost leachates for plant growth on hydroponic culture. *J. Plant Nutr.* 28: 651-667.
- Jenkins, J. A. (1948) The origin of the cultivated tomato. *Econ. Bot.* 2:379-392.
- Kenyangi, A. y Blok. (2012) Vermicompost as a component in potting mixes for growth promotion in ornamental plants. *Rwanda Journal* 28: Pp. 53-63
- Lara, A. H. (1999). Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra volumen 17 #3*. Pp. 221-222
- Lobo, M. A. y Jaramillo V. J. (1984). Tomate. En: *Hortalizas Manual de asistencia Técnica*. Instituto Colombiano Agropecuario ICA. P. 41-47.
- López, T.M. (1994). *Horticultura*. Primera Edición. Editorial trillas S.A. de C.V. México DF. Pp. 45, 47, 171, 286, y 245.
- López, M. M. y Gastélum, R. (2003). La importancia del minador de la hoja *liriomyza* spp. En los cultivos de tomate y chile y su manejo. *Diagnóstico y*

manejo de las principales plagas de tomate y chile. Fundación produce Sinaloa A.C.

Lucero, J. M.; Sánchez, C.; Almendarez, M. A. (2012). Inteligencia de mercado de tomate saladette. Disponible en: <http://intranet.cibnor.mx/personal/bmurillo/docs/inteligencia-mercado-tomate.pdf>. Fecha de recuperación: 12 de marzo de 2015.

Martínez, P.F. (2001). Cultivo del tomate en invernadero frío. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Santa cruz de la sierra. Bolivia: Agencia española de cooperación internacional. P. 15.

Márquez, H. C. y Cano, R. P. (2003). Producción orgánica de tomate bajo invernadero. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México.

Martínez, O. D.; Olarte, S. J.; Mendoza, O.; Castro, S. E.; Ramos, S. A. y Ramos, M., F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) bajo condiciones de invernadero. Vol. 6. Universidad autónoma indígena de México. Mochicahui, El fuerte, Sinaloa México. Pp. 339-346.

Moreno, C., J. y Morales H., R. (2007). Compostaje. Ed. Mundi-Prensa. Editorial Aedos, s. a. Barcelona. Pp. (292-295).

Morón, M., A. y Terrón, R., A. (1988). Entomología práctica. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, medica, forestal, y ecológica de México. Instituto de ecología, A.C. México, D.F. pp. 417-419.

Muñoz, R., J., J. (2004) Formulación de la solución nutritiva. En Castellanos JZ (Ed.) *Manual de Producción Hortícola en Invernadero*. 2da e d. I ntagri. C elaya, México. pp: 151-180.

Nieto, A. B.; Murillo, E.; Troyo, J.; Larrinaga, A.; Garcia, J. L. (2002). "EL USO DE COMPOSTAS COMO ALTERNATIVA ECOLÓGICA PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DEL CHILE (*Capsicum annuum* L.) EN ZONAS ÁRIDAS." INCI 27: 417-421.

Noreña, J. y Rodríguez, V. (2006). El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum. mill*). Corpoica. Centro de investigación la selva Rio negro, Antioquia, Colombia. P.12.

- NOSB (National Organic Standards Board). (2004). Compost tea task force Report. the Agricultural Marketing Service/USDA. Disponible: <http://www.ams.usda.gov/nosb/meetings/CompostTeaTaskForceFinalReport.pdf>. (Consulta: 23 de abril 2015).
- Nuño, R. (2007). Manual de Producción de Tomate Rojo Bajo Condiciones de Invernadero, para el Valle de Mexicali, Baja California. Fundación Produce, Modulo No. 21. Baja California. México. Disponible en: http://www.academia.edu/9762199/MANUAL_DE_PRODUCION_DE_TOMATE_ROJO_BAJO_CONDICIONES_DE_INVERNADERO_PARA_EL_VALLE_DE_MEXICALI_BAJA_CALIFORNIA: Fecha de recuperación: 17 de marzo de 2015.
- Ochoa, M., E.; Figueroa, V. U.; Cano, R., P.; Preciado, R., P.; Moreno, R. A.; Rodríguez, D. N. (2009) Té de compost como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Rev. Chapingo Ser. Hort.* 15: 245-250.
- Oliva-Llaven, M. A.; Rodríguez, H. L.; Mendoza, N. P.; Ruiz, S. B.; Álvarez, S. J. D.; Dendooven, L. (2010) Optimization of worm-bed leachate for culturing of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) inoculated with *Glomus fasciculatum* and *Pseudomonas fluorescens*. *Electron. J. Biotechnol.* 13: 1-8
- Ortega, L. D.; Sanchez, J.; Ocampo, J.; Sandoval, E.; Salcido, B.; Manzo, F. (2010). "EFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS EN CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO." *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable* 6: 339.
- Orton. (2014). Preparación de lixiviados de compost y lombricompost. Manejo integrado de plagas y agroecología. (Costa Rica) No. 73 p.79-82. Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1897E/A1897E.PDF>. Fecha de recuperación: 24 abril 2015.
- Pant, A. P.; Radovich, T. J. K.; Hue, N. V.; Talcott, S. T.; Krenek, K. A. (2009) Vermicompost extracts influence growth, mineral nutrients, phytonutrients and antioxidant activity in pakchoi (*Brassica rapa* cv. Bonsai, Chinensis

- group) grown under vermicompost and chemical fertilizer. *J. Sci. Food Agric.* 89: 2383-2392.
- Pacheco, M., F. (1985). Plagas de los cultivos agrícolas en sonora y baja california. 1ª Ed. Editorial CIANO. SARH.INIA. campo agrícola experimental valle del yaqui. Cd. Obregón, sonora, México. Pp. 222-223.
- Picken, A., J., F. (1984). A Review of Pollination and Fruit Set in the Tomato (*Lycopersicon Esculentum* Mill.). *The Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 59: 1-14
- Plaut, Z.; Grava, A.; Yehezkel, C., h.; Matán, E. (2004) How do salinity and water stress affect transport of water assimilates and ions to tomato fruits? *Physiol. Plant.* 122: 429-442.
- Preciado, P. R.; Fortis, M. H.; Garcia J.S. H.; Rueda, E. P.; Esparza, J. R. R.; Lara, A. H.; Segura, M. A. C.; Orozco, J. V. (2011) Evaluación de soluciones nutritivas orgánica en la producción de tomate en invernadero. p. 691.
- Productores de hortalizas. (2006). Plagas y enfermedades del tomate. Guía de identificación y manejo. pp.12, 20.
- Quiminet. (2006). Generalidades sobre el cultivo del tomate en hidroponia. Disponible en: <http://www.quiminet.com/articulos/generalidades-sobre-el-cultivo-del-tomate-en-hidroponia-8871.htm>. Fecha de recuperación: 17 de marzo 2015.
- Quintero, S.J. (1998) Invernaderos: sistemas agrícolas México.
- Reséndez, M. A. (2006) origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Departamento de suelos. Universidad autónoma agraria Antonio narro – unidad laguna. Coahuila de Zaragoza. P. (6-7).
- Rippy, J. F. M.; Peet, M. M.; Louis, F.; J. Nelson, P. V. (2004). Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. *Hortscience* 39: 223-229.
- Rodríguez, R.; Tavares, R.; Medina, H. (2001). Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 255 p.

- Rodríguez, D. N.; Cano, R. P.; Favela, C. H. E.; Figueroa, V. U.; Álvarez, R. V. DE P.; Palomo, G. A.; Marquez, H. C.; Moreno R. A. (2007). Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(2): 185-192.
- Romera, P. M.; Guerrero, L. (2000). Agricultura ecológica (en línea). Disponible en: www.nortecastilla.es/canalagro/datos/agricultura_ecologica/agricultura_ecologica05.htm.
- Romero, C.S. (1988). Hongos Fitopatógenos. Patronato universitario. Universidad autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Sade A. (1998). Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. P. 143.
- SAGARPA. (2008) Abonos orgánicos. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf> (consultado el 24 de abril del 2015).
- SAGARPA. (2009). Estudio estadístico sobre cultivos orgánicos en baja california. Secretaria de fomento agropecuario oficina estatal de información para el desarrollo rural sustentable. Baja california. (P. 4,5).
- SAGARPA. (2010). Monografías de cultivos. Jitomate. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>. Citado: 13 de marzo de 2015.
- SAGARPA. (2014). Ventajas y desventajas de la producción orgánica. México. P. 12.
- Salazar, S. E. C.; Vázquez, V. H. I.; Trejo, E. y Rivera, O. (2003). Aplicación, manejo y descomposición de estiércol de ganado bovino. pp. 27-29. *In*: Salazar S. E., Fortis H. M., Vázquez A. A., Vázquez V. C. (eds.) Agricultura orgánica. Abonos orgánicos y plasticultura. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C. Facultad de Agronomía y Zootecnia de la UJED. Gómez Palacio, Durango, México.
- Salinas, J., S. (2010). "(en línea) Polinización de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil.) En invernaderos en México Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil.)

- Polinización in Greenhouses in Mexico." jcsalinasn@sehusa.com.mx: 18 de marzo 2015.
- Santiago, J.; Mendoza, M.; Borrego, F. (1998) Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agron.Mesoam.* 9: 59-65.
- Santibáñez, E., 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. Primera edición. Tipografía Reza. S.A. Torreón, Coahuila, México. P.14.
- Scheurell, S.; Mahaffee, W.F. (2004). Compost tea as a container media drench for suppressing seedling damping-off caused by *pythiummultimum*. *Phytopathology.* 94: 1156-1163.
- Sganzerla, E. (1987) Nova Agricultura: A fascinante arte de cultivar com os plásticos. Brasil: porto alegre. Petroquímica triunfo. P. 297
- Shany, M. (2007). *Tecnología de producción bajo cobertura*. Israel: Edición Ing.Agr. Evelyn Rosenthal. 69 p
- Spooner, D. M.; Anderson, G. J.; Jansen, R. K. (1993). Chloroplast DNA evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes and pepinos (solanaceae). *Amer. J. Bot.* 80(6): 676-688.
- Steiner, A.A. (1961). A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil.* 15: 134-154
- Steiner, A.A. (1968). Soilless culture. Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. pp: 324-341.
- Steiner, A.A. (1973). The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp. 43-53. *In: Proceedings 3rd International Congress on Soilless Culture.* Wageningen, The Netherlands.
- Tot compost, S., L. (2005). Aprovechamiento de residuos orgánicos. P. 2,3. Disponible en: <http://www.totcompost.com/descargas/aplicaciones%20vermicompost.pdf> . [Consultado 24 de abril de 2015].
- Tourat, A.P. (2000). Time for compost tea in the northwest. *BioCycle* 41: 74-77.
- Uribe, S.; Jesús, K.; Melina, U. (2012). Evaluación de lixiviados de composta y vermicomposta de residuos agropecuarios como mecanismo de fertilización

- y control de enfermedades en cultivos tropicales. Universidad politécnica del centro, tabasco. Disponible en: <http://www.itsr.edu.mx/ecest2012/files/40.pdf>. Citado: 24 de abril de 2015.
- Valadez, L.A. (1990). Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México DF. Pp. 198-222.
- Valerio, M. (2013). Polinización adecuada de tomates. Nutrición vegetal. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/polinizacion-adeuada-de-tomates/>. Citado: 22 de marzo de 2015.
- Wittwer, S.H. y castilla, Nicolas. (1995). Protected Cultivation of Horticultural crops Worldwide.
- Zapata, E. C. (2004). Producción de tomate en invernadero. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreon, Coahuila, México p.34.
- Zeidan, O. (2005). Tomato production under protected conditions. Israel: Mashav, Cinadco, Ministry of Agriculture and Rural Development Extension Service. 99 p.

VII. APÉNDICE

Cuadro A 1. Análisis de varianza para la variable peso en racimo en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trata	3	8838.75	2946.25	4.72	0.03
Rep	3	4470.75	1490.25	2.39	0.13
Error Ex.	9	5622.25	624.69		
Total	15	18931.75			
R₂=	0.7	C.V. (%)=	8.5	Madia:	293.88

Cuadro A 2. Análisis de varianza para la variable diámetro polar en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trata	3	0.45	0.15	3.84	0.05
Rep	3	0.19	0.06	1.61	0.26
Error Ex.	9	0.35	0.04		
Total	15	0.98			
R₂=	0.64	C.V. (%)=	5.28	Madia:	3.73

Cuadro A 3. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trata	3	0.49	0.16	3.59	0.06
Rep	3	0.19	0.06	1.38	0.31
Error	9	0.41	0.05		

Ex.		
Total	15	0.08

Cuadro A 4. Análisis de varianza para la variable grados Brix en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trata	3	0.25	0.08	1.13	0.39
Rep	3	0.01	0.006	0.08	0.97
Error	9	0.67	0.07		
Ex.					
Total	15	0.94			
R₂=	0.29	C.V. (%)=	6.81	Madia:	4.008

CuadroA5. Análisis de varianza para la variable grosor de pulpa en la producción de tomate saladette con diferentes soluciones nutritivas en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Trata	3	0.02	0.007	7.79	0.007
Rep	3	0.002	0.0008	0.95	0.45
Error	9	0.008	0.0009		
Ex.					
Total	15	0.03			
R₂=	0.74	C.V. (%)=	4.42	Madia:	0.69