

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TOMATE BOLA (*Lycopersicon
esculentum* Mill) EN INVERNADERO**

POR
BRENDA AQUINO GÓMEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2014

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

PRODUCCIÓN HIDROPÓNICA DE TOMATE BOLA (*Lycopersicon
esculentum* Mill) EN INVERNADERO

TESIS PRESENTADA POR
BRENDA AQUINO GÓMEZ

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

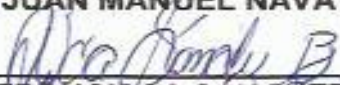
INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:


M.C FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR:


DR. PABLO PRECIADO RANGEL

ASESOR:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO,

JUNIO DE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS QUE PRESENTA:

BRENDA AQUINO GÓMEZ

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

INGENIERO AGRÓNOMO

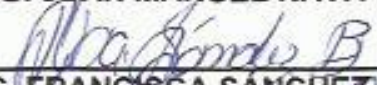
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:



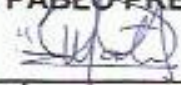
M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:



DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL SUPLENTE:



ME VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DEL 2014

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: Por iluminarme y permitir llegar a este momento tan especial en mi vida. Bendito sea tú nombre por siempre, porque gracias a ti mi Señor Dios, yo estoy donde estoy.

A MIS PADRES: Protacio Aquino Canuto e Irma Gómez Rayón, por haberme dado la vida y la oportunidad de seguir estudiando, los amo.

A MIS HERMANOS: Valeria Aquino por apoyarme siempre, Aquilino Aquino y Josué Aquino por ser parte de mi familia, los adoro.

A MI FAMILIA: A mí tía Hortensia Aquino por su apoyo incondicional, a mis tíos Hermelinda, Macedonio, a mi abuelita Rosa, mi abuelito Aquilino, a mi primo Gustavo Adolfo, los quiero.

A MIS ASESORES: Ing. Juan Manuel Nava, Dr. Pablo Preciado Rangel, Ing. M.E. Víctor Martínez Cueto, Ing. Francisca Sánchez Bernal, y el Ing. Heriberto Quirarte Ramírez por colaborar y llevar a cabo este proyecto.

AGRADECIMIENTO ESPECIAL

ING. RAFAEL LOMAS

Quien proporciono la semilla de tomate de la empresa Harris Moran, para la realización de la tesis y asesoró el presente trabajo.

A MI AMIGO: Ricardo Parceros Solano.

DEDICATORIAS

ESPECIALMENTE A DIOS.

A MIS PADRES:

Protacio Aquino Canuto e Irma Gómez Rayón, Por ser los mejores papás del mundo.

A MIS HERMANOS:

Valeria Aquino, Aquilino Aquino y Josué Aquino.

A mí “ALMA MATER”

Por ser la institución que me brindó la oportunidad de formarme como profesionistas.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	I
ÍNDICE DE CONTENIDO	II
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del tomate.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica y morfología.....	4
2.2 Características morfológicas del tomate.....	5
2.2.1 Semilla	5
2.2.2 Raíz	5
2.2.3 Tallo	5
2.2.4 Hoja	6
2.2.5 Flor.....	6
2.2.6 Fruto	7
2.2.7 Crecimiento de la planta	7
2.2.7.1 Crecimiento indeterminado	7
2.2.7.2 Crecimiento determinado	7
2.3 Propiedades nutricionales.....	8
2.4 Requerimientos edafoclimáticos.....	8
2.4.1 Temperatura	9
2.4.2 Humedad.....	9
2.4.3 Luminosidad	10
2.4.4 Suelo.....	10
2.4.5 Fertilización carbónica.....	10
2.5 Elección del genotipo	11

2.6 Labores culturales	12
2.6.1 Aporcado y rehundido.....	12
2.6.2 Tutorado.....	12
2.6.3 Poda de formación	13
2.6.4 Poda de brotes axilares o destallados.....	14
2.6.5 Poda de hojas o deshojado	14
2.6.6 Poda de brote apical	14
2.6.7 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	15
2.6.8 Polinización	15
2.7 Densidades de plantación y arreglo topológico	16
2.8 Riego.....	17
2.9 Fertirriego.....	18
2.9.1 Elementos nutritivos	19
2.9.2 Nitrógeno (N).....	20
2.9.3 Fósforo (P)	20
2.9.4 Potasio (K)	21
2.9.5 Calcio (Ca).....	21
2.9.6 Magnesio (Mg)	21
2.9.7 Azufre (S)	22
2.9.8 Boro (B).....	22
2.10 Producción de plántula y trasplante	22
2.11 Plagas y enfermedades	23
2.11.1 Principales plagas	24
2.11.2 Mosquita Blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	24
2.11.3 Ácaro del Bronceado (<i>Aculops lycopersici</i>)	25
2.11.4 Araña Roja (<i>Tetranychus urticae</i>).....	26
2.11.5 Gusano soldado (<i>Spodoptera exigua</i>)	26
2.11.6 Minador de la hoja (<i>Perileucoptera coffeella</i>).....	27
2.11.7 Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).....	28
2.11.8 Pulgones (<i>Myzus persicae</i>).....	28
2.11.9 Principales enfermedades	29
2.12 Hongos.....	30

2.12.1 Tizón temprano del tomate (<i>Alternaria solani</i>).....	30
2.12.2 Mancha gris del tomate (<i>Stemphylium solani</i>).....	31
2.12.3 Tizón tardío del tomate (<i>Phytophthora infestans</i>).....	32
2.12.4 Bacterias.....	32
2.12.5 Marchitamiento bacteriano (<i>Ralstonia solanacearum</i>).....	33
2.12.6 Cáncer Bacteriano del tomate (<i>Clavibacter michiganensis</i>).....	33
2.12.7 Virus.....	34
2.12.8 Begomovirus (Especies de begomovirus).....	34
2.12.9 Hojas cordón de zapato (<i>Cucumber mosaic virus</i> , "CMV").....	35
2.13 Horticultura protegida.....	35
2.13.1 Generalidades de la agricultura protegida.....	36
2.13.2 Casa sombra o malla sombras.....	37
2.14 Agricultura orgánica.....	37
2.14.1 El uso de abonos orgánicos en el cultivo de tomate.....	39
2.15 Vermicompost.....	41
2.16 Cosecha.....	42
2.16.1 Postcosecha.....	42
2.16.2 Rayado.....	43
2.16.3 Tres cuartos (3/4).....	43
2.17 Antecedentes de rendimientos de tomate bajo invernadero.....	43
III MATERIALES Y MÉTODOS.....	45
3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	45
3.2 Características del clima.....	45
3.3 Localización del experimento.....	46
3.4 Condiciones del invernadero.....	46
3.5 Preparación de macetas.....	46
3.6 Material genético.....	47
3.7 Medios de crecimiento.....	47
3.8 Trasplante.....	47
3.9 Diseño experimental.....	47
3.10 Riego.....	47
3.11 Fertilización inorgánica.....	48

3.12 Fertilización orgánica	48
3.12.1 Té de composta	48
3.12.2 Té de vermicompost.....	49
3.13 Control de plagas y enfermedades	50
3. 14 Manejo del cultivo.....	50
3.14.1 Tutorado.....	50
3.14.2 Polinización	51
3.14.3 Cosecha	51
3.15 Variables evaluadas.....	52
3.16 Fenología	52
3.16.1 Altura de la planta	52
3.16.2 Numero de lóculos	52
3.16.4 Diámetro polar	53
3.16.5 Diámetro ecuatorial	53
3.16.6 Diámetro de pulpa	53
3.16.7 Sólidos solubles	53
3.16.8 Rendimiento total	54
3.16.9 Análisis estadístico	54
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1 Variables de crecimiento.....	55
4.1.1 Altura de planta.....	55
4.1.2 Grosor de tallo.....	56
4.1.3 Peso por fruto.....	57
4.1.4 Peso por racimos.....	58
4.1.5 Rendimiento por planta	59
4.2 Características internas del fruto	61
4.2.1 Número de lóculos	61
4.2.2 Grosor de pulpa.....	62
4.2.3 Grados Brix (Sólidos solubles)	63
4.3 Características externas del fruto	64
4.3.1 Diámetro ecuatorial	64
4.3.2 Diámetro polar	65

4.3.4 Rendimiento total	67
V CONCLUSIÓN.....	69
VI LITERATURA CITADA	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Altura de planta (cm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	55
Figura 4.2. Grosor de tallo (mm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	57
Figura 4.3. Peso por fruto (g) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	58
Figura 4.4. Peso por racimos (kg) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	59
Figura 4.5. Peso por planta (kg) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	60
Figura 4.6. Número de lóculos posterior al trasplante del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	61
Figura 4.7. Grosor de pulpa (mm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	62
Figura 4.8. Grados Brix posterior al trasplante, del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	63
Figura 4.9. Diámetro ecuatorial (mm) posterior al trasplante del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	65
Figura 4.10. Diámetro polar (mm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	66
Figura 4.11. Rendimiento total (tonha^{-1}) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.....	67

RESUMEN

En la actualidad la producción agrícola enfrenta grandes retos como el calentamiento global, restricción de tierras para la producción. Además de lo anterior, el uso incontrolado de agroquímicos con la finalidad de aumentar la producción trae consigo problemas de contaminación al medio ambiente y la salud humana. La agricultura orgánica por su parte propone la producción de alimentos libres de contaminantes y por su lado la agricultura protegida, controlar ciertos factores de la producción para ser más eficientes por área.

En este experimento se evaluaron tres tratamientos, Solución Steiner, Te de vermicompost, Te de compost, utilizando como sustrato 75 % arena de río, mezclada con un 25 % de perlita, en macetas de 20 kg.

El objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento fenológico de tomate bola en invernadero utilizando diferentes fertilizaciones. El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar, con tres tratamientos y diez repeticiones. Los resultados que se obtuvieron en este experimento fueron los siguientes: tratamiento Steiner con 91.5 tonha^{-1} , vermicompost con 47.07 tonha^{-1} y compost con 44.7 tonha^{-1} , la evaluación se realizó en el cuarto racimo y posteriormente se estimó en toneladas por hectárea.

PALABRAS CLAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill, hidropónica, tomate, soluciones nutritivas, orgánico.

I INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es considerada como una de las hortalizas de mayor importancia en muchos países del mundo, por el sin número de subproductos que de él se obtienen, y por las divisas que genera; este fenómeno ha originado la incorporación de vastas extensiones de tierra a su cultivo, y la necesidad de utilizar las tierras hasta ahora consideradas marginadas para el mismo, debido a las condiciones climáticas adversas. Por lo tanto, es de suma importancia seleccionar para cada zona ecológica específica, los genotipos que encuentren su óptima adaptación, para lograr un considerable incremento en los rendimientos por unidad de superficie, (Santiago 1998).

Castellanos (2010), menciona que en México se cultiva una superficie estimada al mes de junio de 2008, de 8,934 hectáreas en invernaderos, incluidas las casa sombras. En el estado de Coahuila se producen 170 hectáreas en invernadero y 25 hectáreas en casas sombras, siendo un total de 195 hectáreas de áreas protegidas.

En México, el cultivo del tomate tiene importancia no sólo como generador de divisas, sino también por la elevada derrama económica que genera; además, proporciona mano de obra a una gran cantidad de trabajadores estacionales del campo. En la actualidad el tomate se cultiva en una superficie que varía entre 60,000 y 90,000 ha anuales, con rendimientos que varían entre las ocho toneladas de tomate de piso para consumo nacional hasta 60 toneladas en tomate para exportación, (Santiago, 1998).

El uso excesivo de productos químicos en la agricultura preocupa a los consumidores por el nivel de contaminantes que los frutos pudieran contener, los problemas ambientales y la presencia de compuestos residuales en los suelos agrícolas. Para reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente y calidad de los productos vegetales y obtener productos inocuos, se recomiendan sistemas de producción orgánica que reduzcan o supriman el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas y reguladores de crecimiento inorgánicos,(FAO, 2001).

1.1 Objetivos

Conocer el comportamiento fenológico de tomate bola en invernadero utilizando diferentes soluciones nutritivas orgánicas.

1.2 Hipótesis

Es posible mejorar el rendimiento y calidad del tomate en invernadero con el uso de fertilizaciones orgánicas.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.1.1 Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecía como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido llevados a España, (Nuño, 2007).

2.1.2 Clasificación taxonómica y morfología

Según Pérez (2001) la clasificación taxonómica del tomate es como sigue:

<i>Nombre común:</i>	<i>Tomate o jitomate</i>
<i>Reino:</i>	<i>Vegetal</i>
<i>División:</i>	<i>Espermatofita</i>
<i>Subdivisión:</i>	<i>Angiospermas</i>
<i>Clase:</i>	<i>Dicotiledóneas</i>
<i>Orden:</i>	<i>Solanaceae</i>
<i>Subfamilia:</i>	<i>Solanoideae</i>
<i>Tribu:</i>	<i>Solaneae</i>
<i>Género:</i>	<i>Lycopersicon</i>
<i>Especie:</i>	<i>esculentum Mill</i>

2.2 Características morfológicas del tomate

2.2.1 Semilla

La semilla del tomate tiene forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo dará lugar a la planta adulta está constituido a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotíleo y la radícula. El endospermo contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable recubierto de pelos que envuelve y protege el embrión y el endospermo, (Nuez, 1995).

2.2.2 Raíz

El sistema radicular del tomate está constituido por: la raíz principal, las raíces secundarias y las adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanza más de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70% de las raíces se localizan a menos de 0.20 m de la superficie, (CENTA, 2000).

2.2.3 Tallo

El tallo típico tiene 2-4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen en la epidermis. Debajo de la epidermis se

encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo. En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inician los nuevos primordios foliares y florales. Tiene forma de cúpula y está protegido por las hojas recién formadas, (Nuez 1995).

2.2.4 Hoja

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, 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 alternada sobre el tallo, (Nuño 2007).

2.2.5 Flor

Es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de colores amarillos y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de 135° , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario bi o plurilocular, (Nuño 2007).

Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimoso (dicasio), generalmente en número de 3 a 10. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas, (Nuño 2007).

2.2.6 Fruto

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos hasta 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas, (Nuño 2007).

2.2.7 Crecimiento de la planta

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

2.2.7.1 Crecimiento indeterminado

El tallo producido a partir de la penúltima yema empuja a la inflorescencia terminal hacia afuera, de tal manera que el tallo lateral parece continuación del tallo principal que le dio origen. Estos cultivares son ideales para establecer plantaciones en invernadero, (CENTA, 2000).

2.2.7.2 Crecimiento determinado

Las variedades de crecimiento determinado, tienen forma de arbusto, las ramas laterales son de crecimiento limitado, y la producción se obtiene en un período relativamente corto. Esta característica es muy importante porque permite concentrar la cosecha en un período determinado según sea la necesidad del mercado, (CENTA, 2000).

2.3 Propiedades nutricionales

El perfil nutricional del tomate se basa en una combinación equilibrada de antioxidantes (vitamina C, carotenoides y flavonoides), minerales (altos niveles de potasio y zinc) un alto contenido de ácido fólico y un bajo nivel de grasa. Sin embargo, la cualidad más importante es su poder antioxidante, y que posee licopeno, que junto con las vitaminas y minerales reduce el riesgo de contraer cáncer.

Es poco energético (un tomate mediano aporta unas 11 calorías), un 94 % de su peso es agua y un 4% hidratos de carbono, es diurético, recomendado para dietas de adelgazamiento y control de peso. Comparados con otros vegetales, los frutos de tomate son los menos perecederos y más resistentes a daños de transporte. Se utiliza tanto a través de su consumo fresco, industrializado, zumos concentrados y salsas entre otros, (Buso, 2000).

2.4 Requerimientos edafoclimáticos

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, (Infoagro, 2004).

2.4.1 Temperatura

Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30°C durante el día y entre 13 y 17°C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35°C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15°C también originan problemas en el desarrollo de la planta. A temperaturas superiores a 25°C e inferiores a 12°C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está muy influida por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10°C así como superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas. No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los parámetros climáticos, (Infoagro, 2004).

2.4.2 Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. Humedades relativas muy elevadas favorecen el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. También una humedad relativa baja dificulta la fijación del polen al estigma de la flor, (Lesur, 2006).

2.4.3 Luminosidad

Valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad, (Lesur, 2006).

2.4.4 Suelo

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados. En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados. Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego, (Lesur, 2006).

2.4.5 Fertilización carbónica

La aportación de CO₂ permite compensar el consumo de las plantas y garantiza el mantenimiento de una concentración superior a la media en la atmósfera del invernadero; así la fotosíntesis se estimula y se acelera el crecimiento de las plantas. Para valorar las necesidades de CO₂ de los cultivos en invernadero necesitamos realizar, en los diversos periodos del año, un balance de

las pérdidas derivadas de la absorción por parte de las plantas, de las renovaciones de aire hechas en el invernadero y las aportaciones proporcionadas por el suelo a la atmósfera del mismo. Del enriquecimiento en CO₂ del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO₂ produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y pueden originar quemaduras. Los aparatos más utilizados en la fertilización carbónica son los quemadores de gas propano y los de distribución de CO₂.

En el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO₂ son de 700-800 ppm. En cuanto a los rendimientos netos dan incrementos del 15-25% en función del tipo de invernadero, el sistema de control climático etc., (Infoagro, 2004).

2.5 Elección del genotipo

La elección del cultivar de jitomate en invernadero debe de hacerse con mucho cuidado debido a que existen en el mercado cientos de variedades disponibles pero no todas son apropiadas para la producción intensiva de invernaderos, (Pérez y Castro 1999). La situación actual para el jitomate de consumo en fresco y en general de muchas hortalizas es de una fuente de competencia entre las distintas casas productoras de híbridos lo que trae como consecuencia una constante aparición de nuevos cultivares que tienen normalmente una corta vida en el mercado y son desplazados con rapidez por otros posteriores. En una situación de tal competitividad, las exigencias para un producto como el jitomate para consumo en fresco resultan muy grandes tanto en

lo que se refiere a productividad, como en características de calidad de frutos y resistencia a enfermedades, (Nuez, 2001).

2.6 Labores culturales

2.6.1 Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente escarbada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas, esta práctica se lleva a cabo en campo e invernadero, (Pérez y Castro 1999).

2.6.2 Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades.

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y

de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va atando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre. A partir de este momento existen tres opciones:

- a) Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un coste adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
- b) Dejar que la planta crezca cayendo por su propia gravedad.
- c) Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado, (Pérez y Castro 1999).

2.6.3 Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son

frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos, (Pérez y Castro 1999).

2.6.4 Poda de brotes axilares o destallados

Consiste en la eliminación de brotes axilares para mejorar el desarrollo del tallo principal. Debe realizarse con la mayor frecuencia posible (semanalmente en verano-otoño y cada 10-15 días en invierno) para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas. Los cortes deben ser limpios para evitar la posible entrada de enfermedades. En épocas de riesgo es aconsejable realizar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida-bactericida cicatrizante, como pueden ser los derivados del cobre, (Pérez y Castro 1999).

2.6.5 Poda de hojas o deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, con objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos, como en hojas enfermas, que deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así la fuente de inóculo, , (Pérez y Castro 1999).

2.6.6 Poda de brote apical

Los materiales de crecimiento indeterminado tienen una yema vegetativa en la parte apical del tallo principal que permite el crecimiento continuo de la planta por lo que el sistema de tutores no permite la conducción de la planta a más de

diez racimos. Por tanto es necesario eliminar la yema apical y dejar dos o tres hojas arriba del último racimo floral, (Pérez y Castro 1999).

2.6.7 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en racimo, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático, es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo selectivo, tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre, (Muñoz, 2003).

2.6.8 Polinización

En la variedades comerciales de jitomate a cielo abierto las plantas se autopolinizan y no necesitan de polinizadores. La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna es entre 13 a 24 °C y la diurna es de 15.5 a 32 °C, temperaturas más altas o más bajas, particularmente en la noche provocan que las flores caigan sin tener fruto. En condiciones de invernadero la polinización se puede llevar a cabo con vibrador de mano; esto se hace varias veces, durante de varios días para asegurar la polinización, de otra manera también se puede realizar con un bat y moviendo las rafias con las que se guían. La polinización

biológica ha tomado relevancia y consiste en liberar polinizadores desde la cuarta parte semana después del trasplante. La especie comercial que se utiliza son abejorros (*Bombusterrestris*), a una densidad de población de cuatro colonias por hectárea, (Miranda, 2000).

2.7 Densidades de plantación y arreglo topológico

Bautista y Alvarado (2006). Señalan que en invernadero se puede optar por los sistemas de baja y de alta densidad de siembra. Producción de jitomate con baja densidad de población. En este sistema la densidad de población por metro cuadrado es de tres plantas, se puede incrementar a tres y media, cuatro o cinco pero se incrementa la competencia por luz en plantas con follaje abundante y eso repercute en el tamaño y el peso del fruto, así como mayor humedad relativa y enfermedades. En este sistema se utilizan plantas con crecimiento indeterminado y por un periodo de hasta 8 meses en el invernadero. Generalmente se cosechan de 10 a 15 racimos y sus características más comunes son las siguientes; a) plantas a doble hilera en arreglo a tresbolillo; b) híbridos precoces de 90 a 100 días a la cosecha; c) distancia al centro de hileras dobles 1.5 a 2.0 m; d) distancia entre hileras de 0.4 a 0.5 m; e) distancia entre plantas 0.4 a 0.5 m y f) altura de 2 a 3 metros, donde generalmente se mantiene la planta.

f) Producción con altas densidades. En este sistema se utilizan densidades de hasta 8 plantas por metro cuadrado, pero se cosechan tres a cuatro racimos y se inicia un nuevo ciclo de cultivo.

2.8 Riego

La cantidad de agua a aplicar al cultivo de tomate dependerá de factores como: las condiciones climáticas del lugar, tipo de suelo, estado de desarrollo del cultivo y la pendiente del terreno. El primer riego se debe realizar, inmediatamente después de que se trasplantan las plántulas y luego realizar riegos periódicos, para mantener un adecuado nivel de humedad durante todo el ciclo de desarrollo de la planta. Los riegos no se deben realizar en las horas de la tarde, porque la evaporación del agua aumenta la humedad relativa dentro del invernadero en las horas de la noche y la madrugada, lo que conlleva a problemas de enfermedades en las plantas; lo ideal es regar el cultivo en horas de la mañana.

El exceso de agua provoca un crecimiento acelerado en las plantas, retarda la maduración de los frutos, e incrementa la humedad relativa en el invernadero, lo cual favorece la caída de flores, la aparición de disturbios fisiológicos en los frutos, y la presencia de enfermedades radiculares y del follaje, (Jaramillo, 2006).

En el cultivo de tomate bajo invernadero, lo ideal es implementar la tecnología de riego por goteo, la cual es más eficiente, hay menos pérdida de agua y se evita humedecer el follaje. Es importante implementar el uso de tensiómetros, para determinar el momento oportuno para regar el cultivo.

Durante todo el ciclo del cultivo, principalmente antes de la formación de frutos, el riego debe ser en periodos cortos pero frecuentes, con el objetivo de mantener la humedad del suelo; cuando la planta inicia el cuajado de frutos, el consumo de agua se incrementa, manteniéndose esta alta demanda de agua hasta la época de

mayor carga de frutos, y poco a poco ir disminuyendo hasta el final del cultivo. La mayor necesidad de agua por parte del cultivo ocurre cuando la planta está en periodo de floración y continúa hasta el llenado de los últimos racimos, (Jaramillo, 2006).

La literatura menciona que una planta de tomate consume diariamente de 1.0 a 1.5 litros de agua dependiendo de la variedad, estado de desarrollo de la planta y del tipo de suelo. Nunca se debe dejar que el suelo se seque demasiado y luego, repentinamente aplicar grandes cantidades de agua, pues esto ocasiona daños en las plantas, como por ejemplo el agrietamientos en los frutos, (Jaramillo, 2006).

2.9 Fertirriego

González (1996), reporta que el costo de la fertilización en tomate representa entre 4.5 a 5.6 % del costo total del cultivo, lo que es bajo, considerando su impacto en el rendimiento y también menciona algunos pasos para la fertilización adecuada en tomate como: a) fertilizar en base a rendimientos esperados y con un adecuado balance de nutrientes. Cuidar relaciones Ca/K, Ca/Mg y K/Mg; b) balance de nitrógenos: nítrico y amoniacal (ideal de 50% y 50%) de nitrificación; c) aplicar fuentes de potasio solubles y libres de calcio; d) fertilización completa con nutrimentos secundarios y micronutrientes; e) en su caso de hacer análisis foliar, y también parcializar la aplicación de nutrientes de acuerdo a su época en la planta.

Bautista y Alvarado, (2006) mencionan, que el cultivo de especies en invernaderos sobre sustrato inerte requiere un especial y preciso control de fertirriego. Esto se debe a que la capacidad de intercambio catiónico de estos medios de cultivos es muy baja. Esta situación se potencializa aún más cuando se cultiva en recipientes o macetas donde las raíces están confinadas en un volumen limitado.

Al tratar este tema no se puede dejar de mencionar el pH, ya que este índice determina considerablemente la movilidad de una serie de elementos, su asimilación por planta, el crecimiento y el desarrollo de las mismas; en general puede considerarse de 6.5 a 7.0 como un intervalo de valores normales. Sin embargo cada cultivo tiene un intervalo de pH para su mejor desarrollo.

Así también otro aspecto de importancia es el monitoreo donde el uso de recipientes para el cultivo en invernadero permite la recolección de la solución nutritiva y su comparación con la solución nutritiva entrante. El monitoreo del volumen lixiviado, el pH, la CE y la concentración de nutrimentos en la solución lixiviada permite detectar si están aplicando fertilizantes y el agua en exceso o en diferencia por lo tanto permite ir corrigiendo el régimen del fertirriego, (Bautista y Alvarado, 2006)

2.9.1 Elementos nutritivos

Los elementos químicos que se encuentran en las células vegetales pueden ser muchísimos pero el hecho de encontrar un elemento en alguna planta no es suficiente para concluir que sea esencial para la vida de ella ya que los minerales

son absorbidos principalmente por intercambio iónico del medio, de acuerdo a las leyes físicas y no a la importancia que tengan en el metabolismo. Los elementos de mayor importancia para la nutrición de ésta, son las siguientes, (Rojas, 1982).

2.9.2 Nitrógeno (N)

Este elemento es absorbido mayoritariamente por las plantas en la forma de nitratos (NO_3^-), aunque también puede ser asimilado como amonio (NH_4^+), pero salvo situaciones puntuales muy especiales, nunca debe de suministrarse en ésta forma más allá del 10% del total de N en la solución nutritiva. Este elemento participa en numerosas funciones de la planta, destacando en la síntesis de proteínas. En un elemento fundamental en el crecimiento y producción del cultivo, (Castellanos, 2009).

2.9.3 Fósforo (P)

Este elemento es absorbido por las plantas en la forma de fosfato monovalente (H_2PO_4^-), aunque en condiciones de pH superior a 7.2, puede ser asimilado en la forma de fosfato divalente (HPO_4^-). El fósforo es un constituyente de enzimas y proteínas y un componente esencial de los ácidos nucleicos. Juega un papel fundamental en las funciones reproductivas, tales como la floración, la precocidad a la madurez y la calidad de fruto. En las etapas tempranas de la planta está implicado en el crecimiento de la raíz. Participa prácticamente en todos

los procesos metabólicos de la planta y juega un papel regulatorio en la formación y translocación de azúcares y almidones, (Castellanos, 2009).

2.9.4 Potasio (K)

La principal función del potasio se asocia con las relaciones hídricas y absorción de agua por la planta. Mantiene el potencial osmótico de las células. Participa como activador de innumerables enzimas y juega un papel importante en casi todos los procesos metabólicos de la planta. A menudo el potasio es descrito como elemento de la calidad debido a que las frutas y vegetales que se producen con adecuados niveles de dicho nutriente presentan mejor calidad poscosecha y mayores niveles de azúcar, (Castellanos, 2009).

2.9.5 Calcio (Ca)

El calcio se presenta en la planta como pectato de calcio, componente de toda pared celular de las plantas. Está implicado en la elongación y división celular, en la permeabilidad y estabilidad de las membranas celulares y en su tolerancia a los patógenos. Su disponibilidad está muy asociada al pH de la solución nutritiva. Ante una caída severa de pH, el primer nutrimento que se afectará será el calcio y cuyos efectos se puede apreciar rápidamente en el tejido meristemático de la parte aérea o de la raíz, (Castellanos, 2009).

2.9.6 Magnesio (Mg)

El magnesio forma parte esencial de la molécula de la clorofila. Participa en la formación de azúcares, aceites y grasas y es cofactor de una serie de enzimas, (Castellanos, 2009).

2.9.7 Azufre (S)

Forma parte de las proteínas pues es constituyente de los aminoácidos cistina, cisteína y metionina, (Rojas 1982).

2.9.8 Boro (B)

Está implicado en el metabolismo y transporte de azúcares. Interactúa con auxinas, juega un papel importante en la división y elongación celular, en particular del tubo polínico, (Castellanos, 2009).

2.10 Producción de plántula y trasplante

Se utilizan charolas de polietileno, esterilizadas previamente con productos como Previcur N, llenando las cavidades con turba (peatmost) que es un material inerte, colocando en cada una de las cavidades las semillas de tomate a una profundidad de 2 a 3 milímetros, se cubren con el mismo material, apilando de 6 a 8 charolas previamente humedecidas, cubriéndolas con plástico para evitar pérdidas de humedad y al mismo tiempo conservar el calor. La temperatura debe mantenerse elevada, a unos 32° C. Se revisan, y a los dos días al emerger las plántulas se mueven las charolas para evitar el alargamiento de tallos por falta de luz.

Se mantienen con la humedad necesaria hasta el momento de su trasplante, es muy importante dar un tratamiento al suelo donde se va a establecer el cultivo con productos para fumigar el suelo (metham sodio, bromuro de metilo) para evitar problemas con enfermedades, plagas y malezas, (Nuño, 2007)

Las fechas de trasplante se llevan a cabo de 30 a 40 días después de la siembra, en el mes de Septiembre para iniciar la cosecha en los meses de Noviembre y continuar hasta Mayo- Junio del año siguiente. Se construyen camas de 60 centímetros de ancho y una separación entre camas de 50 centímetros, lo que proporciona un espacio adecuado para recibir la luz necesaria para su desarrollo, (Nuño, 2007).

La densidad de población es de 2.5 a 3 plantas por metro cuadrado. Es muy recomendable hacer análisis químicos del agua y suelo para determinar tanto las cantidades de elementos disponibles, como los niveles de salinidad existentes en el sustrato. En el primer riego se aplica Previcur N para evitar problemas con enfermedades así como Rotex que es un enraizador para estimular el crecimiento del sistema radicular en sus primeras etapas de desarrollo de la planta, (Nuño, 2007).

2.11 Plagas y enfermedades

El manejo de las plagas en el cultivo de tomate es de suma importancia para poder obtener los rendimientos deseados, ya que un descuido en el control de las poblaciones puede llegar a causar daños económicos irreparables.

A diferencia de las enfermedades; con las plagas tenemos la ventaja de poder hacer muestreos en el campo para identificar el tipo de insecto y la cantidad que está presente en el cultivo; para poder tomar medidas de control a tiempo y aplicar el insecticida adecuado a la plaga identificada, (Ríos, 2012).

2.11.1 Principales plagas

2.11.2 Mosquita Blanca (*Bemisia tabaci*)

Económicamente hablando la mosquita blanca (*Bemisia spp. y/o Trialeurodes vaporariorum*) causa daño en el tomate de tres maneras: chupando savia, transmitiendo enfermedades virales y favoreciendo el desarrollo de hongos de color negro (Fumagina, *Capnodium spp*) que se desarrollan en su excremento azucarado. Por su alta capacidad reproductiva, condiciones climáticas favorables y la capacidad de atacar 35 géneros de plantas cultivadas y 112 malezas, ocasionan daños económicos que afectan la rentabilidad de la cosecha, (Ríos, 2012).

Las mosquitas blancas, en las fases de huevos y juveniles (llamados ninfas) viven adheridas o pegadas a las hojas, mientras que los adultos (machos y hembras) pueden volar. El daño lo producen tanto las ninfas como los adultos chupando savia, esto origina una pérdida de vigor de la planta puesto que está sufriendo daños en sus hojas. También se resalta que la mosquita blanca puede transmitir virus de una planta a otra, (Ríos, 2012).

En estado adulto miden aproximadamente 2 mm de largo, siendo el macho algo más pequeño que la hembra. El cuerpo, patas y antenas son de color amarillo, con las alas de color blanco, debido al fino polvillo de cera que las recubre. Las hembras ovipositan normalmente 150 huevos, pudiendo llegar a 350, los depositan separados en el envés de las hojas (Ríos, 2012).

2.11.3 Ácaro del Bronceado (*Aculops lycopersici*)

Es un ácaro microscópico que pertenece a la familia Eriophyidae. Sus huevos son semiesféricos, hialinos. La larva o ninfa de primera edad y la de segunda edad son similares a los adultos, pero de menor tamaño y un poco más ensanchado en la parte anterior. Los adultos son alargados, de aspecto vermiforme, de color blanco-amarillento o anaranjado, con dos pares de patas dispuestas en la parte anterior del cuerpo.

El poder de reproducción de este ácaro es elevado en condiciones óptimas. Completa su ciclo biológico en 6 ó 7 días a 27 °C de temperatura y 30% de humedad relativa, (Boris, 2004).

Se encuentra en el haz y envés de las hojas. El síntoma inicial de su ataque es un achaparramiento general de la planta, seguido de una necrosis seca de las hojas más afectadas. Las hojas se tornan de color verde claro hasta llegar a tomar un color café claro uniforme, su daño se confunde a veces con el de bacteriosis o virosis. La planta sufre una muerte descendente; el ataque puede alcanzar los

frutos, que detienen su desarrollo y la epidermis toma una apariencia café polvoriento, (Boris, 2004).

2.11.4 Araña Roja (*Tetranychus urticae*)

Son ácaros polífagos que se encuentran ampliamente distribuidos en las zonas tomateras del país. El huevo es esférico, de color blanquecino al inicio, va cambiando a amarillento en el momento de la eclosión. La larva es redondeada, con tres pares de patas. Las ninfas son parecidas a los adultos, con cuatro pares de patas, de color amarillento. Los jóvenes adultos son de color amarillo verdoso y con manchas oscuras en el dorso. A medida que envejecen, los machos tienen forma ovoide, (Boris, 2004).

Al aumentar la población de arañitas, toda la hoja presenta una coloración amarilla difusa, se seca y puede caerse. Cuando la población es alta, los ácaros comienzan a formar una telaraña que puede cubrir el haz de las hojas, tallos y frutos, y migran hacia las partes altas de la planta, donde se pueden formar grumos de arañas.

De allí, las hembras se dispersan a otras plantas con la ayuda del viento e hilos de telaraña. En ataques muy severos, pueden producir el marchitamiento total de la planta, (Jaramillo, 2006).

2.11.5 Gusano soldado (*Spodoptera exigua*)

Las larvas son de color verde pálido, lisas, sin espinas con una banda clara lateral a mitad del cuerpo y pasan por 6 instares larvales que duran de 22 a 25 días. Se alimentan durante la noche devorando hojas y brotes tiernos y frutos. Provocan daños fuertes en las primeras etapas de desarrollo ya que en los primeros instares se comportan como gregarias, por lo cual ocasionan daños severos a partir de donde eclosionan y posteriormente se van eliminando unas a otras por el comportamiento de canibalismo. Después se dispersan en busca de alimento hasta completar su estado de desarrollo. Pupan en el suelo y duran 29 días en promedio aunque en invernadero pueden pupar sobre los frutos. Los adultos tienen alas de 3 a 4 cm, las alas anteriores de color café grisáceo o rosadas con manchas oscuras y una mancha blanca en la parte media. Las alas posteriores de color claro. Los huevecillos son ovipositados en masas de 50 a 200 en el haz o envés de las hojas cubiertas por escamas de la hembra y eclosionan en 2 a 5 días, (CESAVEG Guanajuato, 2008).

2.11.6 Minador de la hoja (*Perileucoptera coffeella*)

Las larvas perforan la lámina foliar y durante el proceso de la alimentación van formando galerías en forma de serpentinas, que bajo altas poblaciones y sin medidas de control llegan a secar gran parte o en algunos casos la totalidad de la lámina foliar lo cual puede provocar una defoliación parcial o total del cultivo, agravado por la presencia de hongos y bacterias que entran por medio de las galerías. Las larvas son de color cremoso a amarillo y miden de 1 a 3 mm, son de

forma cilíndrica con la parte anterior aguda con picos y el otro extremo achatado, duran de 7 a 10 días. Las pupas son de color café, de forma cilíndrica y permanecen por debajo de la hoja o en el suelo. El adulto es una mosquita de color oscuro con manchas amarillas en la cabeza y el dorso, mide alrededor de 2 mm. Los huevecillos son depositados en ambos lados de las hojas en una cantidad de 100 a 600 huevos por cada hembra, éstos son de color blanco opaco, tardan 2 a 4 días en eclosionar, (CESAVEG Guanajuato 2008).

2.11.7 Trips (*Frankliniella occidentalis*)

Los adultos son alargados de 1.2 mm con dos pares de alas plumosas replegadas sobre el dorso, de color amarillento con manchas oscuras en la parte superior del abdomen, presentan un aparato rascador-chupador por lo que los daños se dan en la epidermis de los frutos. Los huevos son reniformes, de color blanco hialino insertados dentro de los tejidos vegetales, las larvas tienen dos estadios con coloración amarillo pálido. Las ninfas son inmóviles con presentación de esbozos alares que desarrollaran de adultos. (Nuño, 2007).

2.11.8 Pulgones (*Myzus persicae*)

Ocasionan daños directos al succionar la savia provocando debilitamiento, pérdida de vigor, amarillamiento y deformaciones, excretan mielecilla la cual cubre las hojas ocasionando la atracción de moscas y hormigas, así como del hongo *Capnodium* sp (fumagina) que reduce la fotosíntesis y calidad de frutos. De manera indirecta transmiten el virus del mosaico de la alfalfa (AMV), el virus del

ápice amarillo del tomate (TYTV) y el virus del mosaico del pepino (CMV), siendo las formas aladas las más dañinas ya que éstas tienen la capacidad de emigrar en busca de alimento hacia otras plantas huéspedes que les permita sobrevivir durante cierto periodo del año o cuando las condiciones le son adversas. Los pulgones son de colores y tamaños variables. Pueden ser alados o sin alas, forman colonias en el envés de las hojas o en brotes, la hembra genera de 50 a 100 ninfas. La principal característica es que tienen en la parte final del abdomen una cola o cauda y un par de cornículos (tubitos) por donde secretan feromona de alarma y mielecilla. Hibernan en estado de ninfa y adulto en gramíneas de invierno y malezas como correhuela, lechuguilla, diente de león, etc. Su ciclo depende de la temperatura: a 10 ° C el ciclo dura 25 días, a 20 ° C dura 9 días y a 25 ° C dura 7 días, (CESAVEG, Guanajuato 2008).

2.11.9 Principales enfermedades

Los especialistas en patología vegetal, han agrupado las enfermedades dependiendo de la forma como se expresan los desórdenes en la fisiología de las plantas, distinguiéndose primariamente por su origen siendo éste de naturaleza parasitaria o patogénica (Infecciosas) o bien abiótica o no parasitaria.

En general las enfermedades infecciosas de las plantas son ocasionadas por diversidad de agentes patógenos de los cuales se mencionan los siguientes: Hongos: Bacterias, Fitoplasmas, Plantas Superiores Parásitas, Virus y Viroides, Nematodos y Protozoarios.

Enfermedades fisiológicas o no infecciosas (abióticas): Se deben a un desbalance entre la planta y algún factor del ambiente como pueden ser: temperaturas muy altas o muy bajas, falta o exceso de humedad, falta o exceso de luz, falta de oxígeno, contaminación atmosférica, deficiencia de nutrientes, toxicidad mineral, acidez o alcalinidad del suelo, toxicidad de los plaguicidas, métodos agrícolas inadecuados, etc., (CESAVEG, Guanajuato 2008).

2.12 Hongos

Micro-organismos vegetales vivos incapaces de sintetizar su propio alimento como las plantas. Por lo tanto, las parasitan para alimentarse y obtener de ellas agua y nutrientes, enfermándolas. De aspecto algodonoso, filamentoso, con capacidad de sobrevivir en diferentes ambientes, (Flores, 2012).

2.12.1 Tizón temprano del tomate (*Alternaria solani*)

La enfermedad se presenta en todos los lugares donde se desarrolla el cultivo, cuando las condiciones son favorables para su manifestación produce pérdidas por la disminución de la masa foliar y el descarte de frutos enfermos. Enfermedad que puede manifestarse varias veces en el mismo ciclo de cultivo (policíclica), sobrevive en los restos de cosecha y en el suelo. Se dispersa mediante plantines infectados, semillas, viento, agua y herramientas. El hongo es más activo cuando ocurren temperaturas moderadas (27 y 30 °C) y alta humedad ambiental, como en los días nublados con llovizna.

Síntomas y signos: en plantines, a nivel del cuello, se forman lesiones de tejido muerto (necrosis) que terminan por estrangularlas. En las hojas inferiores e internas de plantas adultas se observan manchas circulares de color café, por lo general rodeadas de un borde amarillo. Bajo condiciones predisponentes, estas lesiones incrementan su tamaño y avanzan afectando las zonas media y alta de la planta. Las manchas se caracterizan por tener anillos concéntricos de color oscuro y aspecto pulverulento, (Flores, 2012).

2.12.2 Mancha gris del tomate (*Stemphylium solani*)

Esta enfermedad es considerada como la más destructiva en las regiones del mundo donde se cultivan variedades susceptibles y predominan condiciones moderadamente calurosas y alta humedad.

Enfermedad que puede manifestarse varias veces en el mismo ciclo de cultivo (policíclica), cuyo agente causal sobrevive en restos de cosecha o infectando otras solanáceas (pimiento, berenjena, papa, etc.). Las condiciones ambientales para la ocurrencia son temperaturas de 25 a 28 °C y humedad relativa alta. La diseminación se produce por lluvias, viento y labores culturales.

Síntomas y signos: los primeros síntomas se manifiestan en hojas jóvenes, tallos, tanto en plantines como en plantas adultas. Las lesiones son pequeñas, de color castaño oscuro y borde desuniforme. Posteriormente estas lesiones se tornan claras en el centro y en determinadas condiciones, se desprenden dejando la hoja con múltiples perforaciones, (Flores, 2012).

2.12.3 Tizón tardío del tomate (*Phytophthora infestans*)

Localización de la enfermedad tallo, hoja, fruto. En nuestras condiciones agroclimáticas no todos los años se presenta, sin embargo, cuando lo hace, produce grandes pérdidas e incluso la destrucción completa del cultivo.

Enfermedad que puede manifestarse varias veces en el mismo ciclo de cultivo (policíclica). Se observa en períodos de alta humedad ambiental (generadas por neblina, lloviznas persistentes y/o exceso de riego) y temperaturas entre 17 y 22 °C durante más de 12 horas.

Síntomas y signos: puede atacar en cualquier estado de desarrollo de la planta. Los primeros síntomas se manifiestan en hojas con áreas necrosadas (tejido muertos) rodeadas de un fieltro blanco. Las lesiones pueden incrementarse, tomar toda la hoja, pasando simultáneamente a tallos y frutos. Los tallos presentan segmentos de tejido muerto (necrosis) oscuros que pueden llegar a estrangularlo por completo. En fruto se observa zonas de color chocolate, característica distintiva de esta enfermedad, (Flores, 2012).

2.12.4 Bacterias

Micro-organismos unicelulares, invisibles al ojo humano. Parasitan plantas para obtener agua y nutrientes. Producen muerte de tejido vegetal. Obstruyen el sistema de conducción, generando marchitamiento. Liberan toxinas, produciendo amarillamiento en la planta, (CESAVEG, Guanajuato 2008).

2.12.5 Marchitamiento bacteriano (*Ralstoniasolanacearum*)

Localización de la enfermedad que ataca a toda la planta (sistémica), afecta principalmente el sistema vascular de tallo y raíces. La bacteria ataca un gran número de especies, presenta una alta sobrevivencia en suelo (hasta 17 años) ya sea sola o asociada a plantas hospederas. Enfermedad que puede manifestarse varias veces en el mismo ciclo de cultivo (policíclica). En los lugares donde el suelo se encuentra infectado, la planta muestra síntomas que son observados como manchones. Las condiciones ambientales para su manifestación son temperaturas altas con elevados niveles de humedad en el suelo.

Síntomas y signos; El principal síntoma es el marchitamiento severo, repentino e irreversible de plantas que se inicia en los extremos (ápice) de la misma. En el interior del tallo y raíces se observa el oscurecimiento del tejido de conducción. El signo puede verse al introducir tallos en agua destilada, donde las bacterias salen al medio líquido en forma de suspensión blanquecina (zooglea) (Flores, 2012).

2.12.6 Cáncer Bacteriano del tomate (*Clavibacter michiganensis*)

Principal enfermedad en jitomate bajo invernadero. Sobrevive en residuos de cosecha, suelo, fruto, estructuras y accesorios. La principal vía de diseminación es semilla o plántula injertada contaminada. En invernadero se disemina por roce de plantas infectadas, aspersiones foliares, tutoreo, desbrote y sobre todo por podas al no desinfectar herramientas. En frutos presenta puntos

hundidos de color café a negro con un halo, por lo cual es llamado “Ojo de Pájaro”. Las plantas infectadas muestran clorosis, amarillamiento y presencia de canchales en tallos posteriormente éstas se marchitan.

En hojas presentan manchas acuosas de color verde olivo entre las venas que a medida que avanza necrosa o seca la planta en un período de 2 a 4 semanas. Otro síntoma es marchitez que inicia en el ápice o tercera hoja apical, en dos o tres días la planta muere debido a una infección sistémica. La temperatura óptima es 26°C, sin embargo presenta un rango que va desde los 2°C y 34°C y tener humedad relativa mayor de 80%, (CESAVEG, Guanajuato 2008).

2.12.7 Virus

Agentes infecciosos submicroscópicos, invisibles al ojo humano, que solo se multiplican en el interior de las células vivas. Son transmitidos por insectos (vectores) o por contacto de savia entre plantas. Una vez ingresado no tiene cura, enferma a la planta de una manera permanente, (Flores, 2012).

2.12.8 Begomovirus (Especies de begomovirus)

Los síntomas se manifiestan en toda la planta (sistémica). Grupo de virus que se encuentran en constante evolución, de gran importancia no solo en el cultivo de tomate. Los factores de mayor importancia son la existencia de moscas blancas con capacidad para transmitir la enfermedad y maleza afectadas con virus en cercanía del cultivo.

Síntomas y signos: los síntomas observados son amarillamiento, achaparramiento y enanismo de plantas, moteado clorótico, torsión de las hojas, (Flores, 2012).

2.12.9 Hojas cordón de zapato (*Cucumbermosaic virus*, “CMV”)

Localización de la enfermedad: sistémica con síntomas marcados en hojas. En la actualidad en nuestra zona solo se observan estos síntomas de manera esporádica.

La existencia de lotes aledaños con plantas infectadas y la presencia de pulgones. Los pulgones transmiten la virosis de manera no persistente y con una baja eficiencia en este cultivo.

Síntomas y signos: las plantas pueden tener una reducción de crecimiento, clorosis y encrespamiento, pero el síntoma característico es la presencia de hojas muy finas donde solo se observa la nervadura central de la misma, (Flores, 2012).

2.13 Horticultura protegida

La horticultura protegida, se define como el sistema de producción que permite modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos hortícolas, con el propósito de alcanzar un crecimiento óptimo y con ello un alto rendimiento. Este sistema permite ofrecer productos de alta calidad, con mejores precios de venta y con mayores niveles de inocuidad, (Castellanos, 2010).

En México, la horticultura protegida está en amplio crecimiento y desarrollo. En el año de 1980 se reportaron 300 hectáreas con este sistema de producción y en 2008 alrededor de 10,000. Este sistema de producción ha presentado un elevado crecimiento en los últimos años (entre 20 y 25 % anual), lo que ha generado contradicciones en el número de hectáreas actualmente establecidas. La Secretaría de Agricultura Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en 2010 reportó 11 760 ha mientras que para el mismo año la Asociación Mexicana de Agricultura Protegida, Asociación Civil (AMHPAC) en el mismo año censó registró 15 300 ha. En general, los invernaderos constituyen 44 % y la malla sombra 51 % de la superficie total, (Juárez *et al.*, 2011).

Los estados que concentran el mayor número de hectáreas de cultivo en invernadero son: Sinaloa (22%), Baja California (14%), Baja California (12 %) y Jalisco (10%); en estas cuatro entidades se encuentra más del 50% de la producción total de cultivos protegidos, (Juárez *et al.*, 2011).

2.13.1 Generalidades de la agricultura protegida

Bajo este sistema de producción se obtiene producciones con alto valor agregado (se puede cultivar hortalizas, frutales, flores, ornamentales y plantas de vivero) además de, (Santos, *et al.*, 2010).

- a) Proteger a los cultivos de bajas temperaturas, b) Reducir el efecto de la velocidad del viento, c) Limitar el impacto de climas áridos y desérticos, d) Reducir los daños ocasionados por plagas, enfermedades, nematodos, malezas e) Reducir las necesidades de agua f) Extender las áreas de

cultivo y los ciclos de cultivo g) Aumentar la producción, mejorar la calidad y preservar los recursos mediante el control climático H) Garantizar el suministro de productos de alta calidad a los mercados hortícolas i) Promover la precocidad j) Producir fuera de época. (Santos, *et al.*, 2010).

2.13.2 Casa sombra o malla sombras

Las casa sombra y la malla sombra son dos elementos que se emplean para disminuir la cantidad de energía radiante que llega a los cultivos. Las mallas no solo se utilizan como forma de sombreo sino que se emplean en la ventana de los invernaderos con el objetivo de impedir la entrada de insectos y reducir el uso de plaguicidas. Las mallas empleadas para cubrir completamente estructuras de invernaderos o estructuras tipo cobertizos conocidas como comercialmente como casas sombras, consisten en una tela tejida de plásticos con entramados de cuadros de diferentes tamaños que sirve como cubierta protectora que regula la cantidad de luz que llega a las plantas y proteger los efectos del granizo, insectos, aves y roedores, (Juárez, et al. 2011)

. 2.14 Agricultura orgánica

La producción orgánica en México es relativamente nueva, sin embargo, el sistema de producción de alimentos de nuestros antepasados era agricultura orgánica. La producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional, (Márquez *et al.*, 2010).

La agricultura orgánica nacional representa una superficie cultivada de 216 mil hectáreas y genera 280 millones de dólares de divisas, lo cual tiene un valor mayor que la agricultura tradicional ya que la orgánica crea más empleos (34.5 millones de jornales anuales) y mayores ingresos para los productores, bajo un modelo de producción sustentable, sin deterioro al ambiente, (Ramos et al., 2011).

La SAGARPA, (2004), publica que en los últimos seis años el número de los cultivos orgánicos del país tuvieron un incremento de 79.10 por ciento , lo que significa que de 15 mil hectáreas que se tenían al finalizar la década de los 80 se registró un incremento a 120 mil hectáreas, las cuales involucran a más de 30 mil agricultores, quienes en su conjunto generan divisas por más de 140 millones de pesos anuales por sus productos.

Del total de hectáreas de cultivos orgánicos (café, hortalizas, jitomate, chile, calabaza, pepino, cebolla, ajo, chícharo, berenjena, melón, aguacate, mango plátano, naranja, piña, papaya, y productos lácteos, planta medicinales, aromáticas y alimenticias, entre otras), el 58 por ciento ya están certificadas con normas internacionales de calidad lo que facilita la exportación sin mayor problema.

El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América presenta la definición de agricultura orgánica tal como sigue: “un sistema de producción agrícola que evita o ampliamente excluye el uso de productos fertilizantes

sintéticos, pesticidas, reguladores del crecimiento y aditivos para la alimentación animal, (López y Contreras, 2007).

Los cuatro principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica en México y en algunos lugares del mundo son: 1) la comercialización, debido a la oferta y demanda, en función del suministro constante de producto, 2) las limitantes ambientales, debido a las aspersiones aéreas de agroquímicos en áreas aledañas a las orgánicas, repercutiendo en la contaminación de éstas, así como el agotamiento de los suelos, 3) los costos de producción, debido a que la mayoría de los productos autorizados son extranjeros y por consiguiente de precio elevado y 4) la insuficiencia de capacitación e investigación original que los productores recurran a técnicos y/o instituciones extranjeras, (Cano, *et al.*, 2004).

2.14.1 El uso de abonos orgánicos en el cultivo de tomate

La incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos (estiércoles y compostas) con fines de biorremediación de suelos agrícolas es una práctica que ha recuperado importancia en los últimos años a nivel mundial, (Nieto, 2002).

El uso de sustratos orgánicos ha tomado gran importancia por muchas razones. Desde el punto de vista económico, su uso ha sido fomentado por la agricultura orgánica, ya que es una respuesta a la mejora de las prácticas agrícolas, (De la Cruz *et al.*, 2009). Además (Ramos *et al.*, 2011) menciona algunas razones que justifican la producción de Chile usando abonos orgánicos ya

que esta pueden permitir: a) Ahorro de energía derivada del petróleo, b) ahorro de agua, c) disminución drástica de la contaminación del suelo, agua y atmósfera, d) mayor rentabilidad, e) proporcionar un ambiente sano para el trabajador del campo, c) alimentos y otros bienes no contaminados para el consumidor.

Los abonos orgánicos, además de aportar nutrimentos a las plantas, mejoran las propiedades biológicas del suelo, producen sustancias y aglutinamientos microbianos que ayudan a mejorar la estructura del suelo, contribuyen a la estabilidad de los agregados, mejoran la porosidad del suelo, mejoran la adsorción e intercambio de iones, liberan nutrientes a través de la mineralización, mejoran la capacidad amortiguadora del suelo frente a cambios en el pH, permiten la formación de complejos, quelatos y proporcionan energía para la micro biota y la micro fauna del suelo, (López *et al.*, 2012).

La agricultura convencional está basada en el uso de agroquímicos como insecticidas, fungicidas, fertilizantes, herbicidas y otros productos sintéticos. Lo cual, acarrea un alto nivel de contaminación ambiental y del producto, afectando la salud de los consumidores, la principal alternativa de solución a la actual problemática es la agricultura sustentable, la cual es una combinación de métodos genéticos, agronómicos, biotecnológicos y químicos en un sistema de producción económico, el cual optimiza la calidad del producto y protege el medio ambiente y la salud humana. Una de las principales corrientes de la agricultura sustentable es la agricultura orgánica, la cual, está basada en el uso de productos naturales, no contaminantes como las compostas, utilización de productos autorizados para el

control de los organismos dañinos y con el uso de abundante mano de obra, (Cano et al., 2004).

2.15 Vermicompost

El vermicompost es un abono orgánico de alta calidad, que lo hace prácticamente insuperable, y puede incrementar hasta en 300 % el rendimiento de diversas especies vegetales, (Moreno *et al.*, 2008).

Se ha señalado que el vermicompost afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Además, aumenta notablemente la altura de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Así mismo, durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura y humedad; este material se puede usar sin inconvenientes en estado puro y se encuentra libre de nematodos. Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser aplicado a especies sensibles, (Moreno *et al.*, 2005).

El vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladoras de crecimiento, posee gran CIC, así como un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento. (Rodríguez *et al.*, 2007). Además, (Gómez *et al.*, 2010) mencionan que el vermicompost equilibra la microflora y la microfauna del suelo, inhibiendo o reduciendo las ventajas de determinados patógenos oportunistas.

El vermicompost se obtiene de un proceso que se lleva a cabo en el intestino de la lombriz de tierra (*Eisenia foetida*) del cual se obtiene como producto final un material rico en nutrientes fácilmente asimilables por las plantas y al aplicarse al suelo, ayuda a mejorar las condiciones físicas, químicas y biológicas del mismo, (Manjarrez *et al.*, 1999).

2.16 Cosecha

Los frutos de tomate pueden recolectarse después de haber alcanzado su madurez fisiológica. Este estadio se caracteriza por ser la viabilidad de las semillas y un método práctico de determinarlo es cortar con una navaja cuando el fruto presenta una coloración rosada o el 30% pero no más del 60% de rojo en promedio, o también conocido como 1/3 y hasta 2/3 de coloración, (Guzmán y Sánchez, 2000).

2.16.1 Postcosecha

Una vez hecha la recolección se deberá depositar en contenedores o en cajas de cosecha. No debe asolearse y debe llevarse al área de selección y empaque, cuidando que el tamaño y el peso de la caja no sean demasiado grandes para no dañar el fruto. Se lleva a cabo la limpieza y selección aplicando los criterios de color, tamaño, y textura y en algunos casos también de peso, según la demanda del mercado, se selecciona la fruta para el corte, manejando los siguientes parámetros, (Doorenbos y Pruitt 1976).

2.16.2 Rayado

Es el fruto que inicia su maduración y se aprecia más verde que rojo.

2.16.3 Tres cuartos (3/4)

Usualmente es el parámetro que más se maneja. Su color se aprecia en tono naranja o rojo claro.

2.16.4 Maduro

Este parámetro se manifiesta cuando el fruto presenta madurez del 100% posteriormente se clasificará, según su estándar de calidad: en primera, segunda y tercera.

El empaqueo se realizará en cajas de madera o de cartón cuyo llenado será entre los 18 y 20 kg. Para evitar el daño al fruto, el proceso más conveniente de empaque es de intercalar un tendido de tomate y un entrepaño hasta alcanzar el peso ideal de la caja, donde los tendidos pueden variar dependiendo del tamaño del fruto. Posteriormente se estiban por clasificación, listos para salir al mercado, (Maroto, 1983).

2.17 Antecedentes de rendimientos de tomate bajo invernadero

Contreras (1993), en una evaluación de 12 híbridos de tomate tipo industrial en el centro de Veracruz, encontró que los genotipos con más alta producción de

fruto comercial fueron Nema 316 y Centurión, con 12 y 11 ton/ha respectivamente.

Fonseca (2000), enfatiza que para que la producción de tomate en invernadero sea redituable se debe obtener por lo menos 15 kg/m².

Flota (1993), consigna al realizar una caracterización de genotipos, variedades e híbridos de tomate bajo condiciones en la comarca lagunera, que la producción más alta la presentaron las variedades y no los híbridos.

Ríos (2002), al evaluar genotipos de jitomate en invernadero rústico encontró rendimientos para los genotipos Boski y Adela de 154 y 144 ton/ha-1, respectivamente. Para el diámetro polar encontró valores de 6.3 y 5.6 cm. mientras que para sólidos solubles los frutos presentaron un valor promedio de 5.4 grados Brix.

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra ubicado al suroeste del estado de Coahuila y al noreste del estado de Durango, localizándose entre los meridianos 101° 40' y 104° 45' longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos de 24° 10' y 26° 45' de latitud norte, teniendo además una altura promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar, (Santibáñez, 1992).

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 de 13.6 y 9.4°C. La humedad relativa varia al año, en primavera tiene un valor promedio de 30.1%, en otoño de 49.3% y finalmente en invierno un 43.1%.

La precipitación pluvial es escasa, encontrándose la atmosfera desprovista de humedad con una precipitación media anual de 239.4 mm, siendo el periodo de máxima precipitación entre los meses de julio, agosto y septiembre.

3.2 Características del clima

El clima es de tipo desértico con una escasa humedad atmosférica, precipitación pluvial promedio entre 200 y 300 mm anuales en la mayor parte de la región y de 400 a 500 mm en la zona montañosa oeste, con una evaporación anual 2600 mm Una temperatura anual de 20°C en este último aspecto, el área

de la llanura y gran parte de la zona montañosa, presenta dos periodos bien definidos: el periodo comprende 7 meses desde abril hasta octubre, en los que la temperatura media anual varía 13.6°C. Los meses más fríos son diciembre y enero registrándose en este último el promedio de temperatura más bajo, el cual es de 5.8°C aproximadamente, (CNA, 2011).

3.3 Localización del experimento

Esta investigación se llevó a cabo durante el ciclo otoño 2012-primavera 2013 en el invernadero número 3 del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” U.L. ubicado en carretera Periférico - Santa Fe km 1.5 en la ciudad de Torreón, Coahuila, México.

3.4 Condiciones del invernadero

El invernadero es semicircular con una superficie de 207 m², en la parte frontal está cubierto por policarbonato, con cubierta de polietileno de calibre 600 y con una malla sombra de 50%, cuenta con una estructura metálica, pared húmeda, un par de extractores, para el control climático.

3.5 Preparación de macetas

En las macetas se utilizaron bolsas de plástico negro calibre 600, de 20 kg tipo vivero, las cuales fueron llenadas con base al volumen, 75 % de arena y 25 % de perlita

3.6 Material genético

Híbrido: CLX 37304 F1 (HARRIS MORAN) Tomate bola indeterminado

3.7 Medios de crecimiento

Se utilizó 75 % arena de río mezclada con un 25 % de perlita y como contenedor bolsas de tipo vivero de 20 kilogramos.

3.8 Trasplante

Se realizó 30 días después de la siembra en charolas con una altura de 15 cm, colocando una planta por maceta con su respectivo tratamiento.

3.9 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue Completamente al Azar, el híbrido con 10 repeticiones cada uno.

3.10 Riego

Antes de la siembra se aplicó un riego pesado a las macetas a fin de eliminar las sales, después del trasplante se aplicaron riegos con agua potable durante la mañana y la tarde ($\frac{1}{2}$ litro en cada riego), dando un total de 1litro por día. Los riegos con agua potable se realizaron diariamente. A los 18 días después del trasplante se les suministró los riegos de acuerdo a los tratamientos a

evaluar, las cuales se les regó con ½ litro de solución, de acuerdo a cada tratamiento.

3.11 Fertilización inorgánica

Se realizó un análisis de agua y posteriormente se procedió a balancear cationes y aniones, haciéndose el cálculo para 200 litros de agua.

Requerimientos de solución nutritiva Steiner

Concentración de nutrimentos (ppm)					
N-NO3	P-PO4	K	Ca	Mg	S-SO4
168.15	31	273	180	48	111.88

3.12 Fertilización orgánica

3.12.1 Té de composta

Este fertilizante se preparó diariamente durante el desarrollo de la investigación, para tal efecto se elaboró de acuerdo a la siguiente metodología de Edwards et al, (2010).

- a) En un recipiente (200 L.) se agregó 100 litros de agua potable, posteriormente se dejó oxigenar durante 24 horas mediante una bomba de aire.

- b) En una bolsa porosa (tela mosquitera de plástico) se pesaron y colocaron 10 kg de composta
- c) En una cubeta de 20 L. se agregó agua a la mitad y se introdujo la bolsa con la composta, efectuando su lavado de dos a tres veces, con la finalidad de eliminar el exceso de sales que contiene.
- d) Una vez realizado el procedimiento anterior se introdujo la bolsa con la composta al recipiente de 200 L. donde previamente fue colocada el agua.
- e) Posteriormente se agregó 40 gramos de azúcar y piloncillo (supliendo a la melaza) como alimento para los microorganismos.
- f) Se prosigue con la oxigenación, con la finalidad de que se produzca un flujo continuo de oxígeno dentro de la solución, esta función se lleva a cabo en el fondo del recipiente, esto se realizó durante un lapso de 24 horas.
- g) Una vez transcurrido el tiempo, se la agregaron 100 litros de agua potable, se proseguía a medir la conductividad eléctrica, estabilizar en un rango de 1.5- 3.0, lo mismo se realizaba con el pH manejando un rango de 6.0-7.0.

3.12.2 Té de vermicompost

Este fertilizante se preparó diariamente durante el desarrollo de la investigación, para tal efecto se elaboró de acuerdo a la siguiente metodología de Edwards et al, (2010). El Té de vermicompost se realizó de la misma manera al Té de compost.

3.13 Control de plagas y enfermedades

Control químico de plagas y enfermedades durante el ciclo de otoño-primavera, evaluación de soluciones nutritivas en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero.

APLIC.	PRODUCTO	DOSIS 2012	EPOCA DE APLICACION	COMBATE
8	Permetrina	3ml/L H2O	En todo el ciclo del cultivo	-Mosquita blanca Trips
4	Endosulfan	1.5 ml/LH2O	En la floración	Pulgón
3	Tecto	1.5 g./L H2O	Amarre de frutos	Nematodos
2	Captan	15 g/L H2O	Fructificación	Tizón tardío

3. 14 Manejo del cultivo

3.14.1 Tutorado

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con rafia, iniciándose cuando la planta alcanzó 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 a cabo con un amarre de la rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento, conforme la planta iba creciendo se le acomodaba la rafia, labor realizada cada semana.

3.14.2 Podas

Las podas se llevaron de acuerdo al desarrollo fenológico de las plantas; con el fin de mantener a la planta a una solo guía, controlar el número y tamaño de frutos y acelerar la madurez. Las guías secundarias se podaron en el segundo nudo eliminando el resto, para esto fue necesario utilizar tijeras y una solución de hipoclorito de sodio al 5 % para desinfectar las tijeras cada vez que fueron utilizadas.

3.14.2 Polinización

Esta labor se realizó manualmente, procurando llevarla a cabo cuando las condiciones de humedad y temperatura fueran las óptimas. Se hizo diariamente golpeando levemente el cordón de rafia.

3.14.3 Cosecha

Esta actividad se realizó una vez por semana, en la cual se cosecharon frutos, cuando presentaron una coloración rosada o el 30%. Este índice de cosecha también es conocido como 1/3 y hasta 2/3 de coloración.

3.15 Variables evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables: altura de la planta, grosor del tallo, peso por fruto, peso por racimos, peso por planta, diámetro polar y ecuatorial, grosor de pulpa, número de lóculos, sólidos solubles (° Brix) y rendimiento total.

Para realizar estas actividades de evaluación se utilizaron los siguientes materiales: balanza digital, vernier (pie de rey), refractómetro y cinta métrica.

3.16 Fenología

Desde el trasplante hasta el inicio de cosecha, se fueron tomando datos para conocer el desarrollo del cultivo y observar las diferencias en los tratamientos.

Dentro de la fenología se evaluó la siguiente variable: altura de planta, la cual se realizó con una cinta métrica de 2.5 m de longitud.

3.16.1 Altura de la planta

Consistió en medir la altura de cada planta con una cinta métrica desde la base hasta el ápice, esto se realizó cada semana.

3.16.2 Numero de lóculos

Para esta característica se partió el fruto contando los números de lóculos que en ello había. Y al mismo observando los frutos que contaban con más

números de lóculos y los que contaban con menos ya que los que presentan mayor número de lóculo no es un buen fruto para la comercialización. Mientras que los de menos lóculos es mejor.

3.16.3 Peso por fruto

Cada ejemplar recolectado se registraba su peso en una báscula digital, reportando su peso en gramos con un solo decimal.

3.16.4 Diámetro polar

Para medir el diámetro polar se colocó el fruto en forma vertical sobre el vernier o pie de rey, tomando la distancia de polo a polo en centímetros.

3.16.5 Diámetro ecuatorial

Para medir el diámetro ecuatorial se colocó el fruto en forma transversal sobre un vernier o pie de rey graduado en centímetros.

3.16.6 Diámetro de pulpa

Se determinó con la ayuda de un vernier o pie de rey tipo estándar, midiendo la parte inferior de la cascara, hasta donde inicia la cavidad.

3.16.7 Sólidos solubles

Para esta variable se utilizó un refractómetro, en el cual se colocaban dos gotas de jugo del fruto sobre el cristal de lectura de refractómetro y se determinaron los sólidos solubles expresados en grados Brix.

3.16.8 Rendimiento total

Para determinar esta variable, se tomó en cuenta el peso por planta y obtener un promedio de cuatro repeticiones de cada tratamiento, se consideró la distribución de las macetas para obtener el rendimiento por hectárea.

3.16.9 Análisis estadístico

Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, (Olivares 1994).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Variables de crecimiento

4.1.1 Altura de planta

Para la variable altura de planta se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzó la mejor altura con 157.25 cm en la última fecha de evaluación, a los 98 DDT, después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 140.5 cm, aunque estadísticamente similar al tratamiento 1 y por último el tratamiento 3 (Té de compost) que presentó el menor valor de altura de planta con 120 cm, como puede apreciarse en la Figura 4.1.

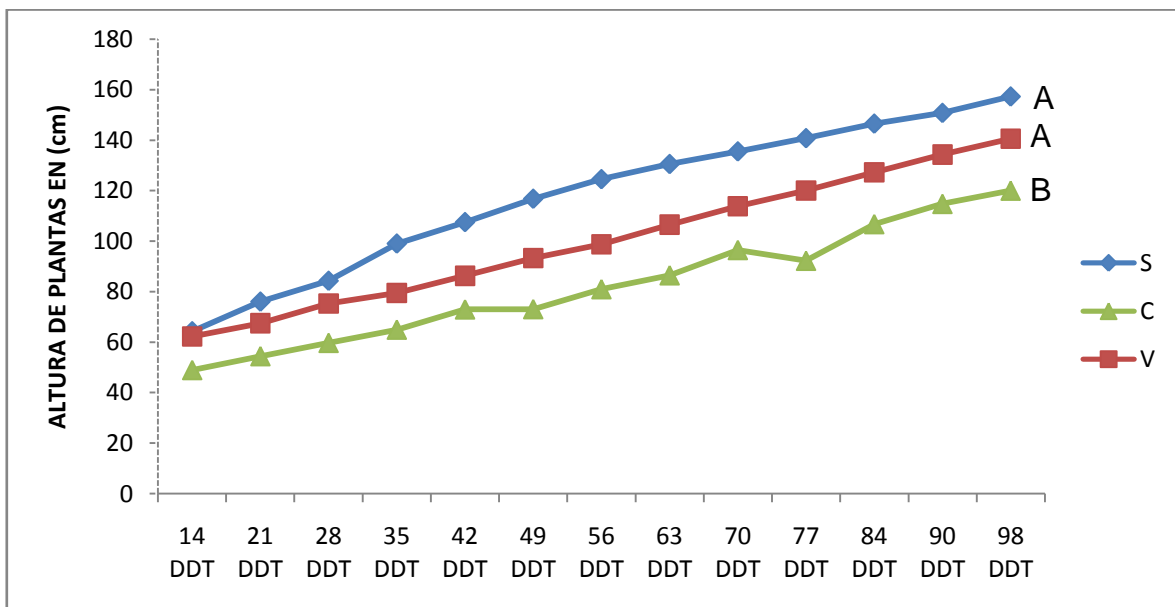


Figura 4.1. Altura de planta (cm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre fechas son estadísticamente similares

El tratamiento fertilizado con Steiner fue el que presentó mayor altura. Las plantas que se fertilizan de forma química toman los fertilizantes más rápido, esto debido a las características propias de los mismos por lo tanto presenta una respuesta más rápida en su crecimiento en general.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Cano, (2008), donde obtuvo en la variable altura de plantas con 139.56 cm a los 100 días quien evaluó genotipos de tomate con te de compost bajo condiciones de invernadero, utilizando como sustrato vermicompost y arena, para esta variable altura de plantas.

4.1.2 Grosor de tallo

Para la variable grosor de tallo, no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo las plantas regadas con Solución de Steiner alcanzaron el máximo valor con 1.92 mm, como puede observarse en la Figura 4.2.

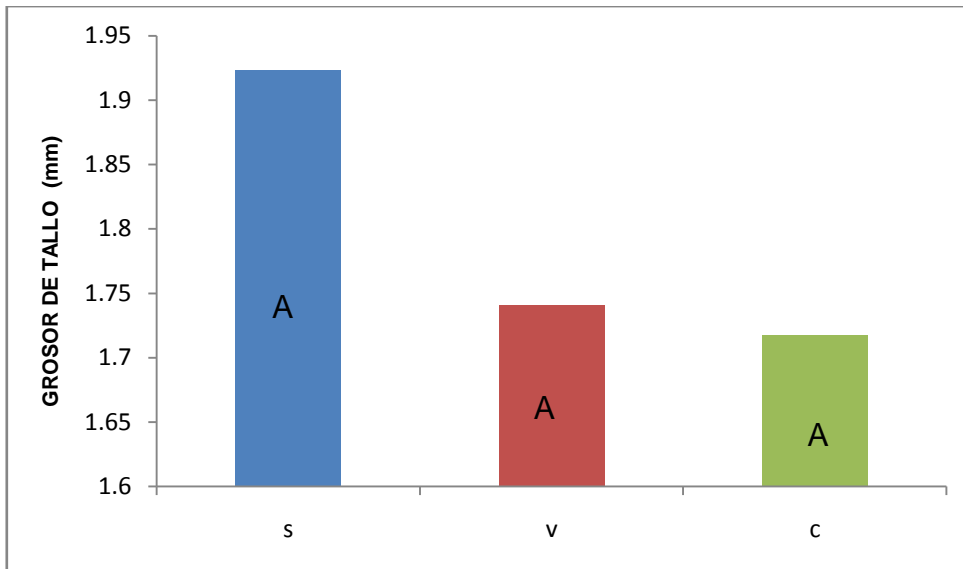


Figura 4.2. Grosor de tallo (mm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

Probablemente la concentración de elementos que presenta Steiner, que en este caso sobresalió entre los tratamientos evaluados, para la variable grosor de tallo, de deba a la poca concentración de sales, misma que probablemente influyo para el desarrollo y grosor de tallo.

Estos resultados se difiere a los obtenidos por Cano,(2008), donde obtuvo para la variable grosor de tallo con 1.75 mm a los 120 ddt, quien evualó genotipos de tomate con te de compost bajo condiciones de invernadero, utilizando como sustrato vermicompost y arena, para esta variable grosor de tallo.

4.1.3 Peso por fruto

Para la variable peso por fruto se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzo el

mejor peso por fruto con 305.01 g, después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 158.21g, por último el tratamiento 3 (Té de compost) que presentó el menor valor de peso por fruto con 148.88g, como puede apreciarse en la Figura 4.3.

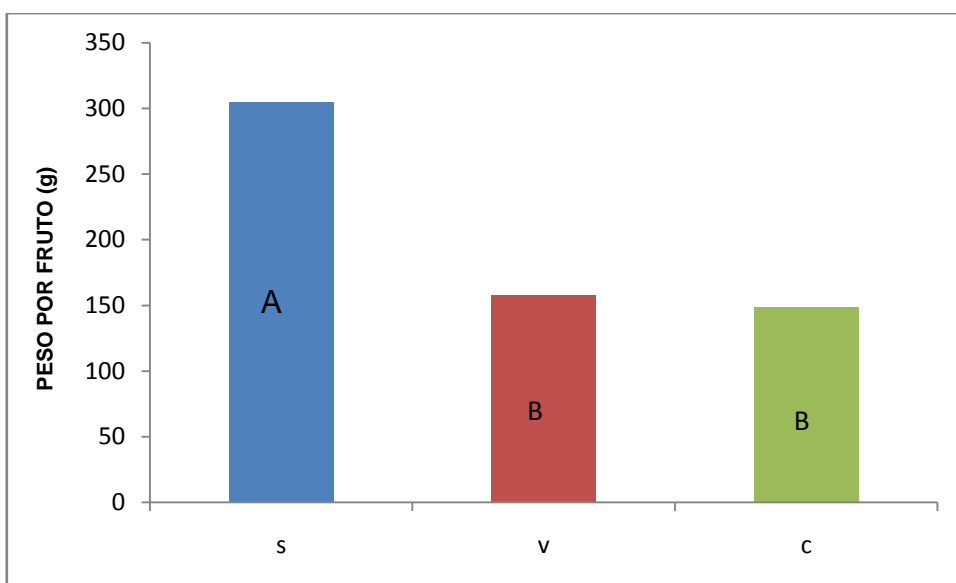


Figura 4.3. Peso por fruto (g) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

Probablemente el factor que influyó en el tratamiento compost para incrementar el peso fue la concentración de los microelementos en la solución, lo que quizás no tenía suficiente cantidad que favorecieron a los frutos a incrementar su peso.

4.1.4 Peso por racimos

Para la variable peso por racimo se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzó el mejor peso por racimo con 915.03 g, después le sigue el tratamiento 2 (Té de

vermicompost) con 474.65 g, por último el tratamiento 3 (Té de compost) que presento el menor valor de peso por racimo con 446.66 g, como puede apreciarse en la Figura 4.4.

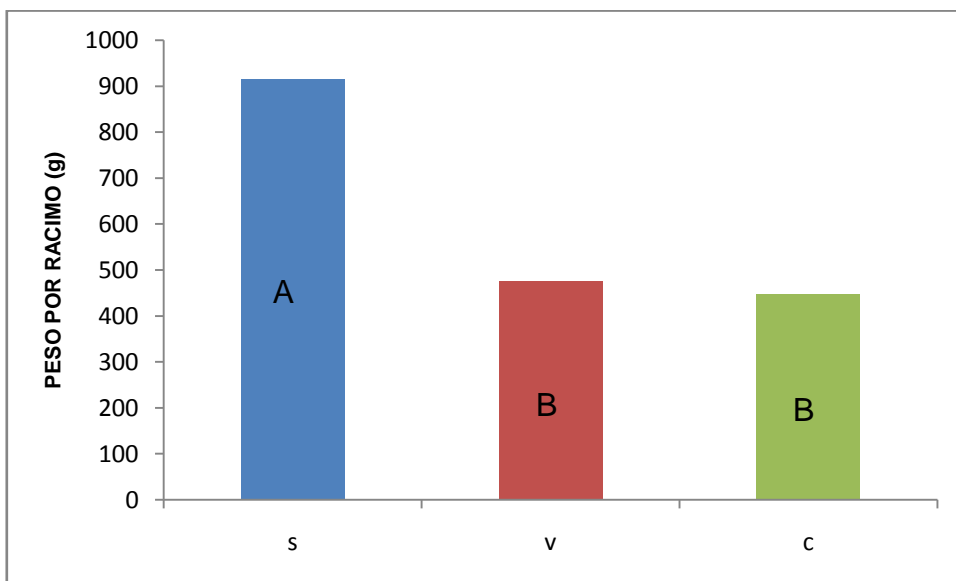


Figura 4.4. Peso por racimos (kg) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

Probablemente el factor que influyó en el tratamiento compost para incrementar el peso fue la concentración de los microelementos de la solución, lo que quizás no tenía suficiente cantidad que favorecieron a los frutos a incrementar su peso.

4.1.5 Rendimiento por planta

Para la variable rendimiento por planta se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzo el mejor rendimiento por planta con 3660.15 g, después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 1883.60 g, por último el tratamiento 3 (Té

de compost) que presento el menor valor de rendimiento por planta con 1788.20 g, como puede apreciarse en la Figura 4.5.

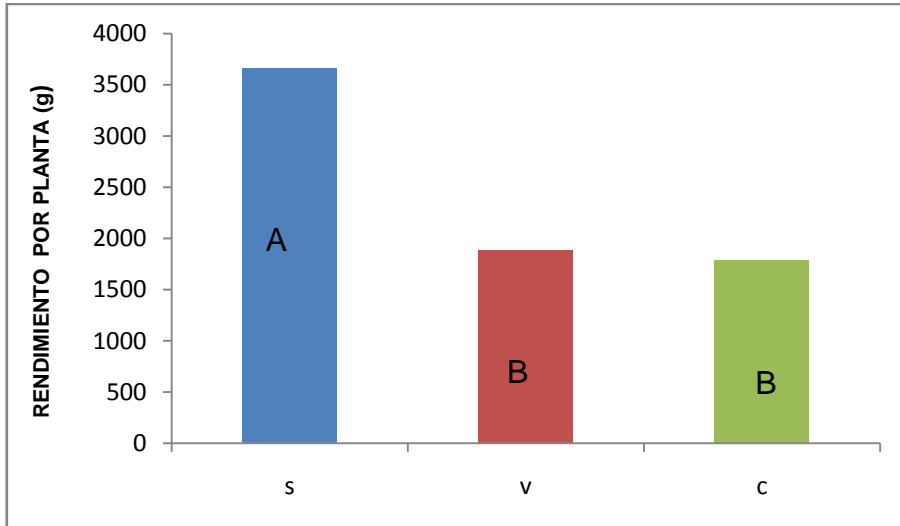


Figura 4.5. Peso por planta (kg) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

El tratamiento de Steiner fue mejor, que los otros tratamientos probablemente fue favorecido con la cantidad de elementos que contenía, lo que favoreció el óptimo amarre de fruto y su desarrollo como tal. Sin embargo existe la incertidumbre con respecto al tratamiento Compost quien presento menor rendimiento por la insuficiente cantidad de elementos que posee.

Estos resultados se difiere a los obtenidos por Preciado *et al.* (2011), donde obtuvo para el variable rendimiento por planta solución Steiner con 3.05 kg, Té de vermicompost con 2.42 kg, Te de compost 1.45 kg, quienes evaluaron soluciones nutritivas bajo condiciones de invernadero, usando arena y vermicompost como sustrato a lo que se refiere rendimiento kg por planta.

4.2 Características internas del fruto

4.2.1 Número de lóculos

Para la variable número de lóculos se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzó el mejor número de lóculos con 5.86, después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 5.20 por último el tratamiento 3 (Té de compost) que presentó el menor número de lóculos con 5.08 g, como puede apreciarse en la Figura 4.6.

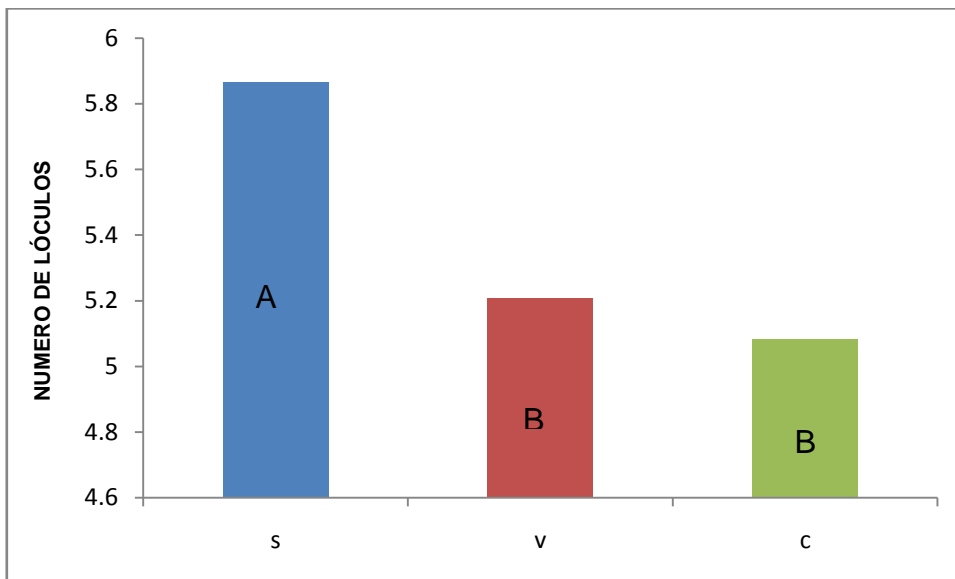


Figura 4.6. Número de lóculos posterior al trasplante del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

El tratamiento de compost fue el más bajo, cabe la probabilidad de que la solución nutritiva de compost, presentaba una alta Conductividad Eléctrica traía consigo una alta concentración de sales.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Cano, (2003), donde obtuvo para la variable número de lóculos con 5.47, quien evaluó sustratos evaluados

en rendimiento de tomate orgánico bajo invernadero para esta variable numero de loculos.

4.2.2 Grosor de pulpa

Para la variable Grosor de pulpa se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzo el mejor Grosor de pulpa con 1.27, después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 0.60, por último el tratamiento 3(Té de compost) que presento el menor Grosor de pulpa con 0.55 como puede apreciarse en la Figura 4.7.

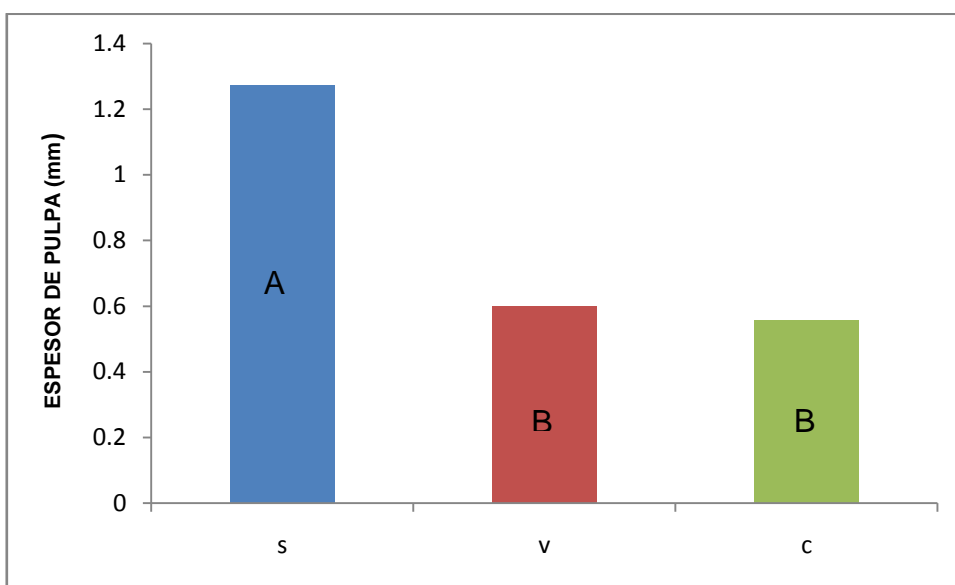


Figura 4.7. Grosor de pulpa (mm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

Existe la probabilidad de la concertación Steiner que fue el mejor influyo para el desarrollo y grosor de pulpa en los frutos, del mismo modo que se puede creer

que las concentración de compost que fue el más bajo influye para la escasas en el desarrollo del grosor de pulpa.

Estos resultados se difieren a los obtenidos por Cano,(2003), donde obtuvo para el variable grosor de pulpa con 0.77 cm, quien evaluó sustratos en la producción de tomate orgánico bajo invernadero con fertilizantes orgánicos para este variable número de lóculos.

4.2.3 Grados Brix (Sólidos solubles)

Para la variable, Grados Brix no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo las plantas regadas con Solución de Steiner alcanzaron el máximo valor con 3.99 como puede observarse en la Figura 4.8.

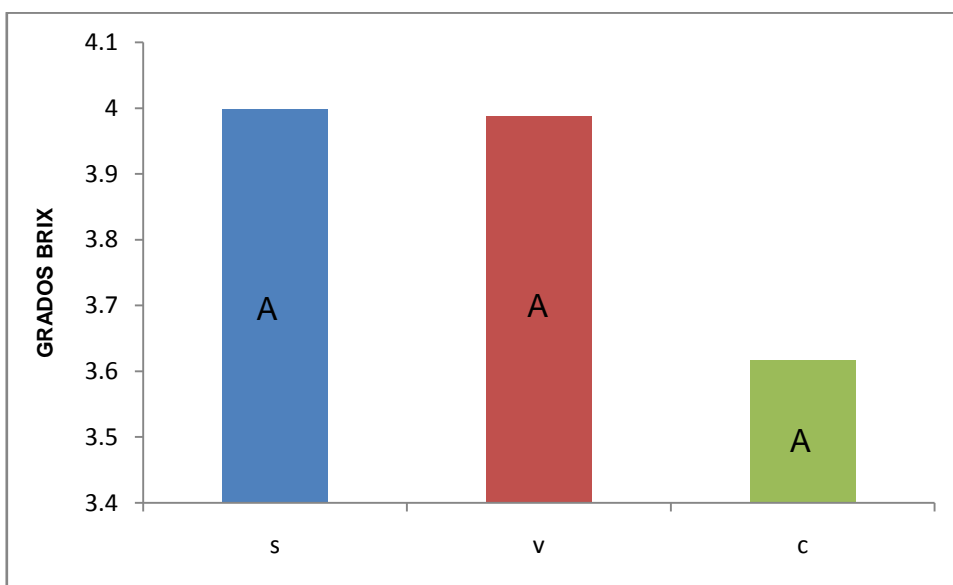


Figura 4.8. Grados Brix posterior al trasplante, del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

El tratamiento Steiner fue el que sobresalió para grados brix y cabe la probabilidad que el tratamiento compost, influyo en los contenidos de microelementos para este tratamiento, para esta variable.

Estos resultados se difiere a los obtenidos por Preciado et al., (2011), donde obtuvo para el variable grados brix, solución Steiner con 4,1, vermicompost con 4,4 y compost con 4,5, quienes evaluaron soluciones nutritivas bajo condiciones en invernadero y usando arena y vermicompost como sustrato.

4.3 Características externas del fruto

4.3.1 Diámetro ecuatorial

Para la variable, diámetro ecuatorial no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, sin embargo las plantas regadas con Solución de Steiner alcanzaron el máximo valor con 7.85 como puede observarse en la Figura 4.9.

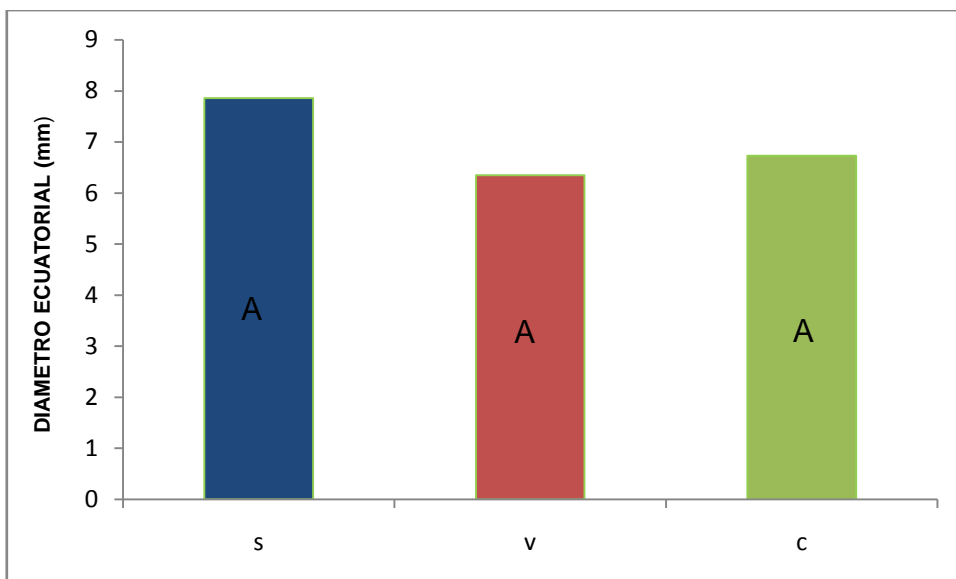


Figura 4.9. Diámetro ecuatorial (mm) posterior al trasplante del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnasson estadísticamente similares

El tratamiento de vermicompost fue el más bajo, el factor que influyó cabe la probabilidad la concentración de sales para que los frutos no se desarrollaran para lo que se refiere al diámetro ecuatorial.

Estos resultados se difiere a los obtenidos por Preciado et al., (2011), donde obtuvo para el variable diámetro ecuatorial, solución Steiner con 59,0, Té de vermicompost con 55,2 y Té de compost 53.9, quien evaluó soluciones nutritivas bajo condiciones de invernadero y usando arena y vermicompost como sustrato a lo que se refiere diámetro ecuatorial.

4.3.2 Diámetro polar

Para la variable diámetro polar se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzo el

mejor diámetro polar con 6.88 mm, después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 5.57 mm, por último el tratamiento 3 (Té de compost) que presentó el menor diámetro polar con 5.55 mm como puede apreciarse en la Figura 4.10.

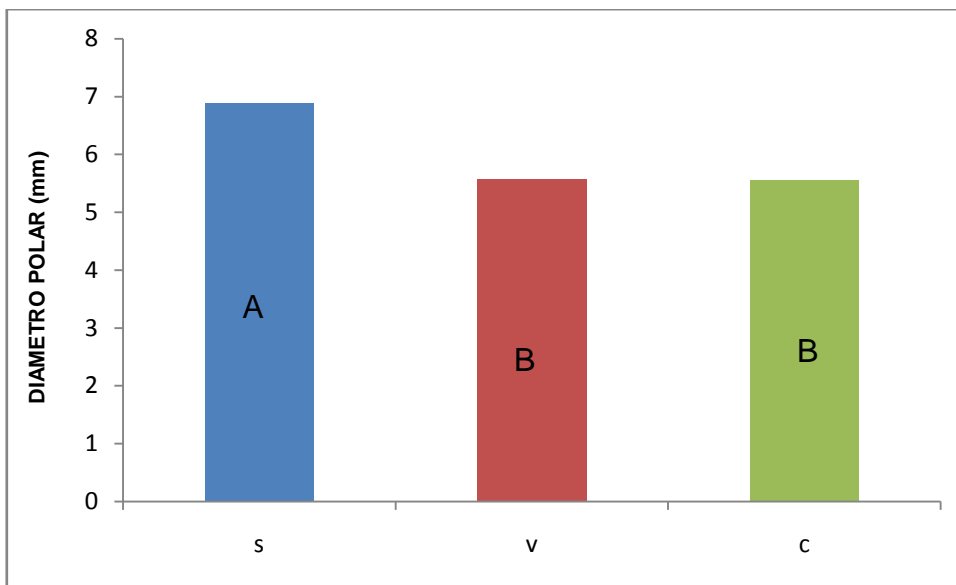


Figura 4.10. Diámetro polar (mm) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

Existe la probabilidad de que el tratamiento Steiner que fue el mejor, la conductividad eléctrica se mantenía estable de acuerdo lo que estaba considerado, en cambio el tratamiento compost aumentaba la conductividad eléctrica por el cual no favoreció el desarrollo del fruto.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Preciado et al., (2011), donde obtuvo para el variable diámetro polar, solución Steiner con 61,6 mm, Té de vermicompost con 61,0 mm y Té compost con 58.72 mm, quienes evaluaron soluciones nutritivas bajo condiciones de invernadero y usando arena y

vermicompost como sustrato obtuvo resultados similares a los aquí obtenidos a lo que se refiere diámetro polar.

4.3.4 Rendimiento total

Para lo que se refiere rendimiento total, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, sobresaliendo el tratamiento 1 (Solución Steiner) que alcanzó el mejor con rendimiento total 91.5 tonha^{-1} , después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 47.07 tonha^{-1} por último el tratamiento 3 (Té de compost) que presentó el menor rendimiento total con 44.7 tonha^{-1} como puede apreciarse en la Figura 4.11.

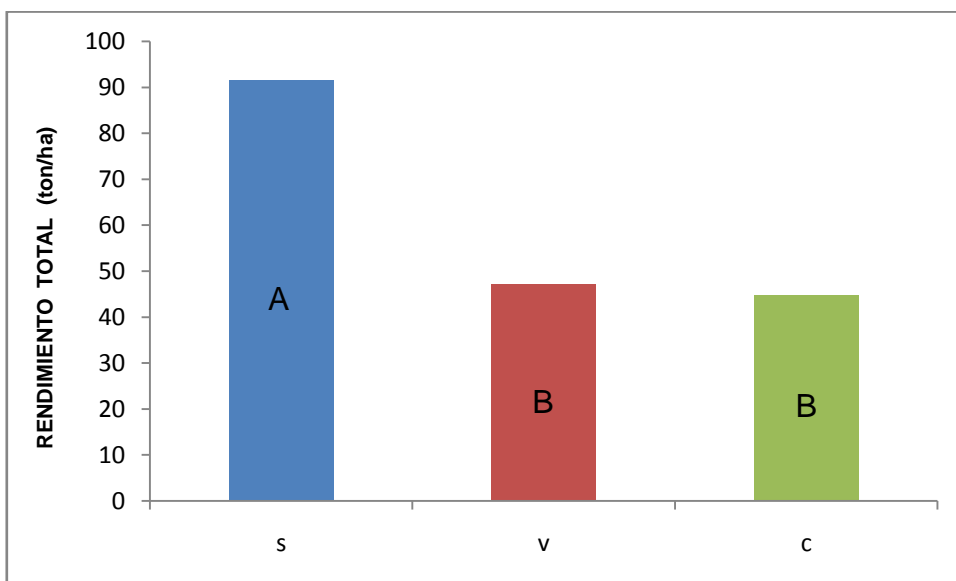


Figura 4.11. Rendimiento total (tonha^{-1}) del híbrido de tomate (CLX 37304 F1) tipo bola en producción hidropónica bajo invernadero.

* Letras iguales entre columnas son estadísticamente similares

Para el tratamiento Steiner fue el mejor, que presento mayor rendimiento total, cabe la probabilidad, que las plantas obtienen nutrientes más eficientes cuando se emplea una solución balanceada en formas iónicas que ellas puedan aprovechar al máximo.

Estos resultados se difieren a los obtenidos por Preciado et al., (2011), quienes evaluaron soluciones nutritivas bajo condiciones de invernadero y usando arena y vermicompost como sustrato obtuvo resultados similares a los aquí obtenidos a lo que se refiere rendimiento total.

V CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tratamiento 1 (solución Steiner) es el que sobresalió en todas las variables: altura de planta, grosor de tallo, peso por fruto, racimo por planta, número de lóculos, espesor de pulpa, diámetro polar, diámetro ecuatorial y rendimiento total, diferenciándose estadísticamente de los dos tratamientos restantes T2 (Té de vermicompost) y tratamiento 3 (Té de compost), estos dos, se comportaron estadísticamente de forma similar.

En rendimiento total el mejor tratamiento fue también el T1 (solución Steiner) con 91.5 tonha^{-1} después le sigue el tratamiento 2 (Té de vermicompost) con 47.07 tonha^{-1} por último el tratamiento 3 (Té de compost) que presentó el menor rendimiento total con 44.7 tonha^{-1} .

VI LITERATURA CITADA

- Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en invernadero. Tesis. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. De México. pp. 3-16, 103-233.
- Boris, C. 2004. Manual del cultivo de tomate. San Salvador, El Salvador. pp. 38.
- Buso, G. 2000. Tecnología de invernaderos para la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum*). Memoria de experiencia profesional para la licenciatura. U. A. Chapingo. México. pp. 1-8; 51-73
- Cano, R. P., Tratamientos evaluados en la producción de tomate orgánico bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2003. En línea. <http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtml#result> (fecha de consulta 05 de junio 2014)
- Cano, R. P., Moreno R. A., Márquez, H. C., Rodríguez, D. N., Martínez C. V., 2004. Producción Orgánica de Tomate bajo invernadero en la comarca lagunera. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. pp. 109, 110.
- Cano, R. P., Araiza, C. J., Figueroa, V. U., Martínez C. V. 2008. Evaluación de genotipos de tomate con te de composta bajo condiciones de invernadero. Tesis UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México.

Castellanos, J. Z., 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. Intagri, S. C. Impreso en México, Celaya, Guanajuato. pp. 193.

Castellanos, J. Z.;Uvalle, J. X. y Aguilar, A. 2010. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. Segunda edición. Colección INCAPA. San Miguel de Allende, Guanajuato, México. pp. 135-140.

CENTA, 2000.Guía Técnica Cultivo de Tomate. Ciudad Arce, La Libertad El Salvador.

CESAVEG, (comité estatal de sanidad vegetal de Guanajuato). 2008. (consulta en línea).

http://www.cesaveg.org.mx/html/folletos/folletos_11/folleto_jitomate_11.pdf

(fecha de consulta 18 de octubre 2013)

CNA, 2002. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica Programa de Hortalizas y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila.

CNA, 2011. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, subgerencia Regional Técnica Programa de Hortalizas y Administrativa del Agua. Torreón Coahuila.

Contreras, G. J. 1993. Evaluación de 12 variedades e híbridos de jitomate tipo industrial en el centro de Veracruz. Tesis de licenciatura. UAAAN. UL Torreón Coahuila. pp.17.

Cotter D. J., y Gómez, R. E. 1981. Cooperative extensión service.400 H11 pp.4.U
New México, USA.

De la Cruz, L. E., Estrada, B. M., Robledo, T.V., Osorio, O. R., Márquez, H. C.,
Sánchez, H. R. 2009. Producción de tomate en invernadero con compost y
vermicompost como sustrato. Universidad y Ciencia vol.25 no.1 ISSN 0186-
29-79. Revista Scielo. Disponible en:
[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018629792009000100004&scrip
t=sci_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018629792009000100004&script=sci_arttext) (fecha de consulta 21 de septiembre 2013)

Doorenbos, J. M. y Pruitt, W. O., 1976. Las necesidades del agua en los cultivos.
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la
Alimentación. Roma Italia.

Edwards, C. A., Askar, A., Vasco-Bennet, M., and Arancon, N. 2010. The use and
Effects of Aqueous Extracts from Vermicompost or Teas on Plant Grow and
Yields, in: Vermiculture Technology, ed. C.A. Edwards, N. Arancon and R.
Sherman.235-248. CRC Press, Boca Raton, FL.

FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia

Flores, C. 2012. Enfermedades del tomate. 1a ed. Yuto: Ediciones INTA. pp. 135.

Flota. 1993. Caracterización de genotipos variedades e híbridos bajo condiciones
de la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma
Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

- Fonseca, E. 2000. Costos de la producción hidropónica de tomate. pp. Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de la capacitación para la productividad agrícola. Guadalajara, Jalisco, México. pp. 399.
- Gaona, B. E., Juárez, L. R. 2005. Evaluación de variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero en Aquixtla, Puebla. Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 68.
- Garza, M. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero. Estado de Nuevo León, México. pp.183.
- González L.C. 1985. Introducción a la Fitopatología. IICA. San José Costa Rica.
- González, F. 1996. Fertilización, éxito agronómico, éxito económico. En revista hortalizas, frutas y flores. México. Julio pp. 17-20.
- Guzmán, M., y Sánchez, A. 2000. Sistemas de explotación y tecnología de producción en: J.Z. Castellanos y M. Guzmán Palomino (Eds.). Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de la Capacitación para la Productividad Agrícola S.C.
- Infoagro, 2004. El cultivo de tomate. En línea. http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate_raf.htm. (Fecha de consulta 20 de noviembre 2013)

- Jaramillo, N, J., Rodríguez V. P., Guzmán A. M., Zapata, M. A. 2006. Investigación en la producción de hortalizas bajo condiciones protegidas (Proyecto Piloto). Informe Final Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, C.I. La Selva. 54 p. Rio Negro, Antioquia.
- Juárez, L. P., Bugarín, M. R., Castro, B. R., Sánchez, M. A., Cruz, C. E., Juárez, R. C. R., Alejo, S. S., Balois, M. R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Revista Fuente Año 3 No. 8. ISSN 2007 – 0713. Disponible en: <http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf> (fecha de consulta el 20 de octubre 2013)
- Lesur L. 2006. Manual del cultivo de tomate. Una guía pasó a paso. Editorial trillas. pp. 23-30.
- López, E.J.L. 2003. Producción de 7 híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno del 2001-2002 en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN UL. Torreón Coahuila México
- López R. A, y Contreras, F. D. 2007. Sistemas de producción agrícola sostenible en los Andes de Venezuela: Agricultura Orgánica. Avances en Química, vol. 2, núm. 3. ISSN (Versión impresa): 1856-530. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93320305> (fecha de consulta 25 de noviembre 2013).

López, A. M., Poot, M. J.E., Mijangos, C. M.A. 2012. Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense* L Jacq) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. Pp.308. Revista Científica UDO Agrícola 12 (2): 307-312. 2012.

Manjarrez, M. M.J., Ferrera, C. R., González, C. M.C. 1999. Efecto de la Vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. TERRA VOLUMEN 17 NUMERO 1..Maroto, B. P., 1983. Horticultura herbácea especial. Ed. Mandí-prensa, Castello, 37 Madrid, España.

Márquez, H. C., Cano, R. P., García, H. J.L., Rodríguez, D. N., Preciado, R. P., Moreno, R. A., Salazar, S. E., Castañeda, G. G., De la Cruz-Lázaro E. 2010. AGRICULTURA ORGANICA: EL CASO DE MEXICO. Agricultura Orgánica Tercera parte. Pp.1

Miranda, I. G. 2000. Efecto de tres volúmenes de agua en la productividad y calidad de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero.[http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/7art%202\[2\].pdf](http://www.biotecnia.uson.mx/revistas/articulos/7art%202[2].pdf) (fecha de consulta 24 de octubre 2013).

Moreno, R. A., Valdés, P. M.T., Zarate, L. T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura técnica. Vol.65 n.1. ISSN 0365-2807.

- Moreno, R. A., Gómez, F. L., Cano, R. P., Martínez, C. V., Reyes, C. J.L., Puentes M. J.L. Rodríguez, D. N. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. Terra Latino Americana 104 volumen 26 número 2. pp. 104.
- Muñoz, J. J. 2003. La producción de plántula en invernadero. En J. J. Muñoz y J. Z. Castellanos. Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. Pp. 187-225.
- Nieto, G. A., Murillo, A. B., Troyo, D. E., Larrinaga, M. J.A., García, H. J.L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicum annum* L) en zonas áridas.
- Nuez, F. 1995. El cultivo de tomate. Ediciones Mandí-Prensa, Barcelona España, pp. 15-766.
- Nuez, F. 2001. El cultivo de jitomate. Ediciones Mandí-prensa, Barcelona España, pp. 15- 766.
- Nuño, R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California. (En línea) <http://www.sfa.gob.mx/DESCARGAS/TomateInvernaderoMXL.pdf>. (fecha de consulta 18 de septiembre 2013).

Olivares, S. E. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5.
Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.

Pacheco, A. J.A., 2013. FUNDAMENTOS TECNICOS PARA EL DISEÑO Y
CONSTRUCCION DE INVERNADEROS. MEMORIA: Producción de
hortalizas bajo invernadero. Fundación Produce Sinaloa, A.C. pp. 14.

Pérez, M. y Castro, B. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en
invernadero. Boletín de divulgación 3. Departamento de fitotecnia, U. A.
Chapingo. Chapingo, México.

Pérez, M. D. 2001 Evaluación de micronutrientes aplicados en la solución nutritiva
y foliamente para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill)
bajo condiciones de hidroponía. Tesis de licenciatura. U.A.A. Antonio Narro
UL. Torreón Coahuila México. pp.35.

Ponce, C., P., 2011. Horticultura Protegida investigación de mercados.

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

Ramos, G. F., Ruvalcaba, A. J. A., López, G. M.A., Vázquez, M. O., 2011. Efectos
de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de chile ancho
(*Capsicum annum* L.) y sobre las características químicas del suelo de la
parcela experimental. Investigación y ciencia de la universidad autónoma

de Aguascalientes. Número 51, (3,9) pp.4 Pp.40. Revista: Productores de hortalizas abril 2011.

Ríos J. A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* mil.) Bajo Condiciones de Invernadero de la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Coahuila México.

Ríos, J. 2012. Guía ilustrada de plagas y enfermedades asociadas al cultivo de tomate en México. Universidad veracruzana. pp.552.

Rodríguez, D. N., Cano, R. P., Favela, C. E., Figueroa, V., De Paul, Á. V., Palomo, G. A., Cándido M. H., Moreno, R. A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo. Serie Horticultura, vol. 13, núm. 2. pp.186. ISSN 0186-3231.

Rojas, M. 1982. fisiología vegetal aplicada. Segunda edición. Edit. McGraw-Hill México D. f. pp. 108-118.

Rodríguez, R. R. Tavares J. M., Medina, J. A. 2001. Cultivo moderno del tomate. Mandí-prensa. Madrid España. pp.255.

SAGARPA, 2004. Cultivos orgánicos y no tradicionales permiten exportaciones por alrededor de 140 millones de dólares. (En línea). [Http://www.sagarpa.gob.mx./cgcs/boletines/2004/enero/B003.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx./cgcs/boletines/2004/enero/B003.pdf). (fecha de consulta 23 de septiembre 2013)

SAGARPA, 2009. Manejo integrado de la Paratrioza. Comité de Sanidad Vegetal del Estado de México. Boletín agosto 2009, No. 14.

SAGARPA, 2009. Programa de ejecución directa de agricultura protegida.

<http://www.amhpac.org/contenido/plan%20nacional%20de%20agricultura%20protegida%202009.pdf>(fecha de consulta 23 de septiembre 2013).

Santiago, j. 1998., Mendoza, M., Borrego, F. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. En UAAAN.

Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. Tipográfica Reza S. A. Torreón, Coahuila, México. pp. 31-39.

Santos, B. M., Obregón, O. H. A., Salomé, D, T.P., 2010. Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la agricultura protegida. Horticultural Sciences Department. Publicación HS1182.