

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con diferentes niveles de compost como sustrato orgánico en invernadero.

POR:

RAFAEL ALARCON MIRAFUENTES

TESIS:

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE, 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con diferentes niveles de compost como sustrato orgánico en invernadero.

POR:

RAFAEL ALARCON MIRAFUENTES

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA
APROBADA POR

ASESOR PRINCIPAL:


DR. PEDRO CANO RÍOS

ASESOR:


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:


ING. ALFREDO OGAZ

ASESOR:


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS


DRA. MA. TERESA VALDÉS PEREZGASGA



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con diferentes niveles de compost como sustrato orgánico en invernadero.

POR:

RAFAEL ALARCON MIRAFUENTES

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL:




M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:



ING. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS



DRA. MA. TERESA VALDÉS PÉREZGASGA



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS
AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE, 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Gracias por darme la vida, por permitirme ser feliz al lado de los que quiero, por darme la capacidad de realizar mis objetivos, y por darme a los mejores padres del mundo, Un gracias no basta para demostrarte la gratitud.

A mis padres

Celso Nazario Alarcón Roldan y Obdulia Mirafuentes Sánchez

Gracias por ser unos padres ejemplares, por darme la vida, su cariño, amor, consejos y apoyo incondicional en los momentos difíciles, en cada etapa de mis estudios, sobre todo la confianza que depositaron en mí, por creer en lo que un día fue un sueño gracias a ustedes ahora es realidad. Éste logro no hubiese sido posible sin su apoyo. Gracias por todo los amo mucho.

A mi hermana

Johana Alarcón Mirafuentes

Gracias por ser la mejor hermana, tus consejos han sido un motivo de superación personal y me impulsaron para seguir adelante, éste logro muy importante en mi vida y te digo hermana muchas gracias por siempre desearme lo mejor en la vida y este trabajo es tuyo también se lo dedico con mucho cariño.

A mi sobrina

Ivonne Alarcón Mirafuentes.

Gracias por tu cariño y llenar a la familia de dicha, alegría y felicidad en todo momento, te quiero mucho y eres como una hija para mí, te amo.

DEDICATORIAS

A mi Dios. Por darme la vida, salud y una gran familia llena de bendiciones, sobre todo por guiarme en cada paso de mi vida, en los momentos adversos y por permitirme hacer realidad uno de mis sueños.

AL Dr. Pedro Cano Ríos Por su confianza, tiempo, dedicación, conocimiento, amabilidad y paciencia que depositó en mí en todo momento durante la realización de este trabajo de investigación. Y por también ser parte de mi formación académica como maestro y por ser mi tutor de estudios durante mi carrera.

A mis asesores: Dr. Alfredo Ogaz. Ing. M.E. Víctor Martínez Cueto. Ing. Juan Manuel Nava Santos, por colaborar y llevar a cabo este proyecto.

A mi “Alma Terra Mater”. Por tener grandes y ejemplares profesores por permitirme adquirir conocimientos y formarme como profesional con valores y principios éticos para desempeñarme en el campo mexicano y ser parte de esta gran institución, vestir sus colores característicos y el orgullo de ser BUITRE de corazón.

A mis amigos y compañeros. Por haber tenido la dicha y la oportunidad de conocer a grandes personas como ustedes, Gracias por su valiosa amistad los recordare siempre.

Departamento de Horticultura. Por tener grandes profesores y como personas dignos de respeto, a través de sus conocimientos me forme como profesional y una persona con valores y principios éticos para desempeñarme como ingeniero.

A mis padres: Celso Alarcón Roldan y Obdulia Mirafuentes Sánchez les dedico este trabajo de investigación con mucho cariño.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	ii
DEDICATORIAS	ii
INDICE DE CONTENIDO.....	iii
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE APENDICE	viii
RESUMEN	ii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Hipótesis	2
1.3 Metas	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Generalidades del Tomate.....	3
2.1.1 Origen del Tomate	3
2.1.2 Importancia del Tomate	3
2.1.3 El Tomate como Hortaliza.....	3
2.1.4 Descripción Taxonómica.....	4
2.2 Descripción Botánica de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill)	4
2.2.1 Semilla	4
2.2.2 Raíz	5
2.2.3 Tallo	5
2.2.4 Hojas.....	6
2.2.5 Flor.....	6
2.2.6 Fruto	7
2.3 Generalidades del Invernadero	7
2.3.1 Clasificación de los Invernaderos	8
2.4 La Agricultura Protegida en México	9
2.5 El cultivo del Tomate en la Agricultura Protegida.....	9
2.5.1 Ventajas de la producción bajo invernadero.	10
2.5.2 Desventajas de la producción bajo en invernadero.	11

2.6 Condiciones Óptimas para el Cultivo de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum mill</i>)	11
2.7 Requerimientos Ambientales en el Cultivo de Tomate.....	11
2.7.1 Temperatura	11
2.7.2 Luz y Fotoperiodo	12
2.7.3 Humedad Relativa	13
2.7.4 Altitud.....	13
2.8 Requerimientos Edafológicos.....	13
2.8.1 Suelo.....	13
2.8.2 Características físicas y químicas del suelo:	14
2.9 Elección del Material Vegetal.....	14
2.10 Manejo del Cultivo.....	15
2.10.1 Trasplante	15
2.10.2 Riego	16
2.10.3 Fertilización.....	16
2.10.4 Poda de formación.....	17
2.10.5 Aporcado y rehundido.....	17
2.10.6 Tutorado	17
2.10.7 Poda de brotes axilares o “botones”	18
2.10.8 Poda de hojas o deshojado	18
2.10.9 Poda de brote apical	19
2.10.10 Despunte de inflorescencia.....	19
2.10.11 Polinización.....	19
2.12 Índice de Cosecha y Calidad del Fruto	20
2.12.1 Generalidades de Cosecha	20
2.12.2 Calidad de Fruto	20
2.13 Sustratos.....	21
2.13.1 Generalidades de los sustratos.....	21
2.13.2 Tipos de sustratos.....	21
2.12.3 Materiales orgánicos.....	22
2.12.4 Materiales inorgánicos.....	22

2.14	Función de los sustratos	23
2.15	Clasificación de los sustratos	23
2.15.1	Propiedades físicas de los sustratos.....	23
2.15.2	Propiedades químicas de los sustratos	24
2.16	Plagas y Enfermedades del Tomate	24
2.16.1	Plagas del tomate	24
2.16.2	Principales plagas del tomate	25
2.16.3	Manejo integrado de plagas (MIP).	25
2.16.4	Enfermedades del Tomate.....	26
2.16.5	Principales Enfermedades del Tomate	26
2.16.6	Manejo Integrado de Enfermedades (MIE).	26
2.17	Antecedentes Marco de Referencia	27
2.17.1	Producción Orgánica de Tomate en México	27
2.17.2	Agricultura Orgánica	28
2.17.3	Uso de Composta	28
2.17.4	Importancia de la Composta.	29
2.17.5	Té de Composta como Solución Nutritiva	29
2.17.6	Beneficios del uso del Té de Composta.....	30
III.	MATERIALES Y METODOS	32
3.1	Ubicación del lugar.....	32
3.2	Descripción del área de estudio	32
3.3	Material genético.....	32
3.4	Condiciones del invernadero.....	32
3.5	Acondicionamiento del invernadero	33
3.6	Material como sustrato (composta, arena, perlita)	33
3.6.1	Composta.....	33
3.6.2	Perlita.....	33
3.6.3	Arena	34
3.7	Preparación de macetas	34
3.8	Diseño experimental	34
3.9	Trasplante	35

3.10 Elaboración de te composta y solución nutritiva riego	35
3.12 Manejo de plagas y enfermedades	36
3.13 Manejo del Cultivo.....	37
3.13.1 Tutorado	37
3.13.2 Polinización.....	37
3.13.3 Cosecha.....	37
3.14 Variables Evaluadas	37
3.14.1 Numero de lóculos	38
3.14.2 Peso por fruto	38
3.14.3 Diámetro polar	38
3.14.4 Diámetro ecuatorial.....	38
3.14.5 Diámetro de pulpa.....	38
3.14.6 Solidos solubles	39
3.14.7 Rendimiento total	39
1.14.8 Análisis estadístico.....	39
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. Rendimiento ton/ha ⁻¹	39
4.2. Calidad de fruto	39
4.2.1. Peso del fruto	39
4.2.2. Diametro polar	39
4.2.3 Diametro Ecuatorial	39
4.2.4. Espesor de pulpa	39
4.2.5. Numero de loculos	39
4.2.6. Solido soluble °Brix	39
V. CONCLUSION	48
VI. LITERATURA CITADA.....	499
VII. APÉNDICE.....	55

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro.1. Clasificación de invernaderos según su nivel tecnológico	8
Cuadro.2. Crecimiento de la superficie en agricultura protegida	9
Cuadro.3. Fertilizantes utilizados y dosis para aplicar al cultivo testigo	36
Cuadro.4. Fertilizantes utilizados y dosis para aplicar, microelementos.	36
Cuadro.4.1. Medias obtenidas para la variable, rendimiento por hectárea de tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. Donde solo se tomó en cuenta hasta el racimo número 5. UAAAN-UL.2014.....	41
Cuadro.4.2. Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable dinámica de crecimiento en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL. 2014.	41
Cuadro.4.3. Ecuaciones de regresión para la variable dinámica de crecimiento evaluado de los tratamientos para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014.....	42
Cuadro.4.4 Medias obtenidas para la variable peso de fruto en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014	43
Cuadro.4.5. Medias obtenidas para la variable diámetro polar en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014	44
Cuadro.4.6. Medias obtenidas para la variable diámetro ecuatorial en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014.....	45
Cuadro.4.7. Medias obtenidas para la variable, espesor de pulpa en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014.....	46
Cuadro.4.8. Medias obtenidas para la variable de números de lóculos en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014.....	46
Cuadro.4.9. Medias obtenidas para la variable para determinar los, °brix en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014.....	47

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza para, para peso de fruto en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL.2014.	56
Cuadro A2. Análisis de varianza para, para diámetro polar en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL.2014	56
Cuadro A3. Análisis de varianza para, para diámetro ecuatorial en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL.2014.	56
Cuadro A4. Análisis de varianza para, espesor de pulpa en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL. 2014	57
Cuadro A5. Análisis de varianza para, números de lóculos en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL. 2014	57
Cuadro A6. Análisis de varianza para, determinar el ° Brix en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL. 2014.	57
Cuadro A7. Análisis de varianza para, rendimiento por hectárea en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL. 2014.	58

RESUMEN

En la producción actual de la agricultura, enfrenta una serie de grandes retos como el uso incontrolado de agroquímicos con la finalidad de aumentar la producción, trae consigo problemas de contaminación al medio ambiente y a la salud humana. Mientras tanto la agricultura orgánica por su parte propone la producción de alimentos libres de contaminantes. Diversos trabajos señalan que la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional y que más que una tecnología de producción, es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también en un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa.

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos del lugar dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la capacidad biológica y al mismo tiempo a minimizar el uso de recurso no renovable. En este trabajo de investigación se evaluaron sustratos de compost al 20% y compost al 35%, con una solución nutritiva basada en te de compost. Como testigo fue el sustrato arena al 100%, SN convencional, en macetas de 20 kg.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de compost como sustrato, para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) variedad Aquiles, cultivado en condiciones de invernadero, con soluciones nutritivas orgánicas. Donde se utilizó un diseño de bloques al azar con dos repeticiones. Donde se obtuvieron rendimientos 61ton.ha⁻¹ sustrato 3 arena, seguido por el compost al 35% con 51.279ton.ha⁻¹ y por último compost al 20% con un rendimiento de 44.224ton.ha⁻¹, en este trabajo se evaluó hasta el quinto racimo del ciclo primavera-verano 2014.

PALABRAS CLAVE: *Lycopersicon esculentum* Mill, compost, agricultura orgánica, invernadero.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), es considerado 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 marginados para el mismo, debido a las condiciones climáticas adversas, (Aquino 2014).

Desde el punto de vista económico, el tomate es una de las especies hortícolas más importantes de nuestro país debido al valor de su producción y a la demanda de mano de obra que genera; además, es el principal producto hortícola de exportación.

Castellanos (2010), menciona que en México se cultiva una superficie estimada al mes de junio de 2008, de 8,934 hectáreas de 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 solo 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 varían 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).

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. (Cano, *et al.*, 2004).

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. (Aquino, 2014).

FAO, (2001). Dice para 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.

1.1 Objetivos

Evaluar el efecto de diferentes niveles de compost como sustrato, para la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Variedad Aquiles F1 cultivado en condiciones de invernadero, con soluciones nutritivas orgánicas.

Evaluar el efecto de diferentes porcentajes de compost en el crecimiento y rendimiento de tomate.

1.2 Hipótesis

Es posible mejorar el rendimiento del tomate en invernadero con el uso de compost a diferentes niveles como sustrato y aplicación de té de composta, como fertilización orgánica.

1.3 Metas

Mejorar la producción de tomate en invernadero con una tecnología orgánica usando compost como sustrato y una solución nutritiva orgánica.

Conocer la mejor combinación óptima de la mezcla de compost – arena y perlita y fertilización orgánica que presente mayor rendimiento y mejor calidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.1.1 Origen del tomate

El tomate es originario de América del Sur, de la región andina (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres; excepto (*Lycopersicon cheesmanii* Riley), el cual se encuentra en las Islas Galápagos. Sin embargo, existen evidencias de que fue domesticada en México (Rodríguez *et al.*, 2001).

2.1.2 Importancia del tomate

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio.

En México, el tomate es el cultivo hortícola de mayor importancia económica y social, por la superficie sembrada, el volumen en el mercado nacional, y las divisas generadas. Su popularidad se debe al aceptable sabor y disponibilidad del fruto en una amplia gama de ambientes, así como a su relativa facilidad para ser cultivado (Cruz, 2007).

2.1.3 El tomate como hortaliza

Para el consumidor, uno de los atractivos de cualquier producto es su diversidad, el tomate es una hortaliza que presenta una extensa variedad: los hay con distinta (forma, tamaño y color) e interior (sabor, textura, dureza); tanto como consumo en fresco y procesado. En general, las características más apreciadas del tomate para su consumo en fresco son su sabor atractivo y gran versatilidad del producto: se puede servir crudo, cocido, o en combinación con otros alimentos.

Es una de las especies hortícolas de gran importancia económica y nutricional; en el caso de la parte nutricional se reporta que es fuente de proteína y

vitamina C en altos contenidos, así como de hierro y vitamina A. pocos productos agrícolas se presentan para tantos usos como el tomate según, (Villareal, *et al.*, 1982).

2.1.4 Descripción Taxonómica

<i>Nombre común</i>	<i>Tomate o jitomate</i>
<i>Reino:</i>	<i>Vegetal</i>
<i>División:</i>	<i>Espermatofita</i>
<i>Clase:</i>	<i>Dicotiledóneas</i>
<i>Orden:</i>	<i>Solanaceae</i>
<i>Familia:</i>	<i>Solanaceas</i>
<i>Tribu:</i>	<i>Solaneae</i>
<i>Género:</i>	<i>Lycopersicon</i>
<i>Especie:</i>	<i>esculentum Mill.</i>

Según Pérez, *et al.*, 2001.

2.2 Descripción botánica de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Planta: perenne de arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) según (León C. *et al.*, 2009).

2.2.1 Semilla

La semilla de tomate es aplanada y de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 3 x 2 x1 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 hipocotilo 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. Según (Nuez, *et al.*, 2001).

2.2.2 Raíz

La planta presenta una raíz principal pivotante que crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Este sistema radicular puede ser modificado por las prácticas culturales, de tal forma que cuando la planta procede de un trasplante, la raíz pivotante desaparece siendo mucho más importante el desarrollo horizontal (Rodríguez *et al.*, 2001), donde las raíces laterales y adventicias crecen tanto como la principal. Según (Curtis, *et al.* 1996).

Todo lo cual conforma un amplio sistema radicular que puede abarcar una extensión de 1.5cm de profundidad, en lo cual el 75% del mismo se encuentra entre los primeros 45 cm del terreno. (Rodríguez *et al.*, 2001).

2.2.3 Tallo

El tallo es cilíndrico y erguido en planta joven, a medida de que esta crece, el tallo se vuelve anguloso. Presenta vellosidades (tricomias) en la mayor parte de sus órganos y glándulas que segregan una sustancia color verde aromática. El tallo puede llegar a medir de 45 a 250cm. Muestra ramificación abundante y yemas axilares, así al final del crecimiento las ramificaciones exhiben yemas reproductivas, estas se clasifican como de crecimiento determinado; y si terminan con yemas vegetativas, son de crecimiento indeterminado (Rodríguez, *et al.*,1984; Valdez, 1990).

El tallo de una planta en el invernadero puede llegar a crecer hasta 10 m en un año (Rick, 1978), si las condiciones son sombrías, los entrenudos son largos y el tallo puede alcanzar más longitud. (Garza, *et al.*, 1985).

2.2.4 Hojas

Las hojas son cortas de tamaño medio o largas y tipo patata (George, *et al.*, 1999) compuestas y se insertan sobre los diversos nudos en forma alterna, limbo fraccionado de 7 a 11 foliolos. Al igual que el tallo está cubierta por glándulas secretoras de sustancias aromáticas. Las dos primeras hojas verdaderas son 8 simples y luego aparecen las compuestas (sectadas), hasta llegar a las típicas imparipinadas con las que completa el desarrollo vegetativo. (Rodríguez, *et al.*, 2001).

2.2.5 Flor

Las flores aparecen en racimos, siendo sencillos en la parte baja y después más divididos y ramificados. Las flores son pequeñas, pedunculadas, de color amarillo y forman corimbos axilares. El cáliz tiene 5 sépalos, la corola tiene 5 pétalos que conforman un tubo pequeño pues esta soldada inferiormente, los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. (Castellanos, *et al.*, 2009).

El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 a 6 flores; en tomates de mediano calibre aumenta de 10 a 20 flores por ramillete y en tomates de tipo cereza o “cherry” se desarrollan hasta 100 flores por racimo. (Castellanos, *et al.*, 2009). Aparte de conocer la morfología de las flores, conviene saber la tasa de formación de los ramilletes, esta varía con el cultivar y las condiciones ambientales, sin embargo una buena referencia es que aparece un ramillete cada semana. Es fundamental vigilar que ocurra una buena polinización, frutos no polinizados no desarrollan semillas ni

tamaño. Las condiciones que favorecen la polinización son una temperatura de 24°C y una humedad de 60% (Cadenas, *et al.*, 2003).

2.2.6 Fruto

La forma, el tamaño y el peso de los frutos, depende de la variedad y del manejo, aspectos importantes a considerar al momento de definir que variedad plantar. (Castellanos, *et al.*, 2009).

El fruto es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia de licopeno y caroteno; el más común es el rojo en la madurez, la pulpa contiene una proporción del 33% del peso en fresco del fruto (Ortega, *et al.*, 2010). El fruto tiene dos o más lóculos, se desarrolla a partir de un ovario de cinco a diez miligramos y alcanza un peso final en la madurez que oscila entre los 5 y los 500 g. en función de la variedad, (castellanos, *et al.*, 2009). Su forma puede ser redondeada, achatada o en forma de pera y su superficie lisa o asurcada; están compuestos de carne (paredes del pericarpio carnosos desarrollados de un ovario). Una variedad comercial contiene alrededor de 150 a 300 semillas por fruto (Desai, *et al.*, 1997).

2.3 Generalidades del invernadero

Se define a la agricultura protegida como una serie de técnicas o sistemas de producción que permiten modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de alcanzar un crecimiento vegetal óptimo, y, con ello, un alto rendimiento, o bien obtener cosechas en fechas en las que con los cultivos conducidos tradicionalmente no pueden obtenerse si no es con un alto riesgo. (Sánchez, *et al.*, 2008).

Por otra parte. Castilla, *et al.*, (2005). Menciona que, el cultivo protegido es un sistema agrícola especializado en el cual se lleva a cabo un cierto control del

medio edafoclimático alterando sus condiciones (suelo, temperatura. Radiación solar, viento, humedad y composición atmosférica.

El objetivo del cultivo protegido es obtener producciones de alto valor añadido, hortalizas, frutas, flores, ornamentales y plantas de vivero.

2.3.1 Clasificación de los invernaderos

Los invernaderos son estructuras construidas con diversos materiales, cuya altura es mayor de dos metros en la parte útil, con anchos mayores de seis metros y largos variables. Uniendo varias naves o módulos se obtienen grandes dimensiones de superficies cubiertas, conocidas como invernaderos en batería. Por su tamaño, permiten que todas las labores y prácticas que requieren los cultivos se realicen en el interior de las instalaciones. (Juárez. P, *et al.*, 2007).

Los invernaderos se pueden ser clasificados de acuerdo al equipamiento con que cuentan y también por su nivel tecnológico. Según (Bastida *et al.*, 2008).

Cuadro .1. **Clasificación de invernaderos según su nivel tecnológico**

Nivel	Manejo	Estructuras y equipo
Bajo	Manual	Rusticas, sin equipo.
Medio	Mecánico	Equipadas con dispositivo mecánico y motores.
Alto	Automatizado	Equipadas con sensores y actuadores automatizados ya sean en el suelo o sustrato.
Muy alto	Computarizado	Dispositivos controlados por computadoras con programas inteligentes que permiten el control ambiental, uso de CO ₂ y agua para calefacción.

Fuente, Bastida, *et al.*, (2008).

Formas más comunes de los invernaderos utilizados para producción de tomate en México son: tipo velo, dientes de sierra, multitunel simétrico, multitunel simétrico de ojiva, multicapilla asimétrico y multicapilla simétrica.

2.4 La agricultura protegida en México

La horticultura protegida en México se ha venido desarrollando bajo condiciones muy heterogéneas, desde costosos invernaderos de vidrio, con muy elevadas inversiones que superan los 100 USD/m², hasta económicas instalaciones como las denominadas “casas sombra” con costos de 7 a 8 USD/m². (Castellanos, *et al.*, 2009).

Los primeros invernaderos operados con fines de producción comercial aparecieron en los 70's. Tenía como objetivo la producción de plántula para los productores de hortalizas de campo abierto en la región norte y centro del país. Inicialmente se instalaron cerca de la costa y poco a poco fueron desplazándose hacia zonas más elevadas. Estos invernaderos fueron importados, principalmente de Holanda, Israel, España, Canadá y Francia, a partir de 1980 los productores de flores adoptaron la tecnología de invernaderos principalmente con diseños provenientes de agricultura de Israel y Colombia. Sin embargo, es el periodo 1985- 1990, cuando la tecnología de agricultura protegida se adoptara para la producción de hortalizas y flores. Según (AMCI, *et al.*, 2014).

Cuadro.2 Crecimiento de la superficie en agricultura protegida

Crecimiento de la superficie en agricultura protegida.	
Año	Superficie (ha)
1980	300
1999	721
2005	3,214
2008	9,948
2010	11,760
2011	15,300

Fuente: Perea, *et al.*, (2011).

2.5 El cultivo del tomate en la agricultura protegida

Los invernaderos se utilizan para asegurar la producción y calidad de los cultivos, ya que en campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera adecuada a lo largo de todo el año. El concepto de cultivos bajo

invernadero, representa el paso de producción extensiva de tomate a producción intensiva. Para ello, las plantas han de reunir condiciones óptimas de la raíz a las hojas. El invernadero es una estructura, en la que las partes correspondientes a las paredes y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo y otras más sofisticadas con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. (Jaramillo, *et al.*, 2006).

Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otras. (Jaramillo, *et al.*, 2006).

Por otra parte. Castellanos, *et al.*, (2009). Considerando la superficie dedicada a su cultivo y el valor de su producción, el tomate es la hortaliza número uno en el mundo. Es una planta arbustiva e indeterminada, puede tener un ciclo de vida superior a un año, aunque se cultiva como anual. Para invernaderos se utilizan las variedades de crecimiento indeterminado, pues permiten tener producción durante periodos largos si se manejan de forma adecuada, el manejo del cultivo es la clave para obtener altos rendimientos y calidad del fruto.

2.5.1 Ventajas de la producción bajo invernadero.

Jaramillo, (2006).

- ❖ Protección contra condiciones climáticas extremas
- ❖ Obtención de cosechas fuera de época
- ❖ Mejor calidad de la cosecha
- ❖ Preservación de la estructura del suelo
- ❖ Siembra de materiales seleccionados
- ❖ Aumento considerable de la producción
- ❖ Ahorro en costos de producción
- ❖ Disminución en la utilización de pesticidas

2.5.2 Desventajas de la producción bajo en invernadero.

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

2.6 Condiciones óptimas para el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*)

La productividad del cultivo de tomate en cierto grado suele estar limitada por luz, temperatura, nutrición y abastecimiento de agua. Por ejemplo, en el altiplano del centro norte de México no es posible producir tomate de calidad durante el invierno sin el apoyo de calefacción (Muñoz y Medina, 2004)

El tomate es una especie de estación cálida razonablemente tolerante al calor y a la sequía y sensible a las heladas. Es menos exigente en temperatura que la berenjena y el pimiento. Aunque se produce en una amplia gama de condiciones de clima y suelo, prospera mejor en climas secos con temperaturas moderadas (Escalona, 2009)

2.7 Requerimientos ambientales en el cultivo de tomate

2.7.1 Temperatura

Según Castellanos (2009). El óptimo térmico para el desarrollo del tomate durante el día es de 23-25°C y de 15-17°C durante la noche. Las temperaturas por debajo de los 8°C y por encima de los 30°C, alteran el desarrollo del tomate y suelen provocar una deficiente fructificación. La temperatura influye en todas las funciones vitales de la planta, transpiración, fotosíntesis, germinación, entre otras. Es una planta de clima cálido que requiere de mucho calor para el tomate. Según (Castaños, *et al.*, 1993).

Los principales agentes del medio físico, como la temperatura, la luz y la humedad juegan un papel importante para que los procesos fisiológicos de cuajado y amarre de fruto se produzcan de forma normal (Maroto, *et al.*, 2002). Cuando se registran temperaturas altas de 38°C durante 5 a 10 días antes de la antesis; se reduce el amarre de fruto debido a que se destruyen los granos de “polen” por deshidratación. (Escalona, *et al.*, 2009).

La temperatura óptima para la maduración es entre 18-24°C, al respecto. (Salunkhe y Kadam, 1998), menciona que el rango óptimo es entre 15-20°C. Por otro lado, si la temperatura es menor a 13°C los frutos tienen una maduración muy deficiente; situación similar sucede cuando la temperatura es mayor de 32°C, debido a que la coloración roja “licopeno” es inhibida y los frutos se tornan amarillos.(Valdez, 1990,. Escalona, 2009).

2.7.2 Luz y fotoperiodo

El tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación. Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implican mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción (Nuez, *et al.*, 2001).

Valores de radiación total diaria en torno a 0,85 MJ/m² son los umbrales considerados mínimos para la floración y cuajado, siendo preferible mayor iluminación en menor período de tiempo que iluminaciones más débiles durante más tiempo (Nuez, *et al.*, 2001).

La densidad de plantación, el sistema de poda y el en tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es más limitante. Maximizar la radiación que penetra dentro del invernadero en esa época es objetivo deseado, pues la reducción de radiación implica una reducción lineal de cosecha (Castilla, N. *et al.*, 1991).

2.7.3 Humedad relativa

En el cultivo de tomate, humedades relativas inferiores al 90% son de deseables. Según (Nuez, *et al.*, 2001). La humedad relativa óptima para el desarrollo del cultivo de tomate debe estar entre un 60 y un 80%. Cuando la humedad relativa es alta, favorece el desarrollo de enfermedades, se presentan una serie de desórdenes que afectan la calidad de los frutos, se dificulta la fecundación por la compactación del polen y además las flores pueden caerse. (Jaramillo, *et al.*, 2006).

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

Según Resh (1993). Menciona que se ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, cuajado de fruto y posterior desarrollo de este.

2.7.4 Altitud

El tomate puede cultivarse desde los 20 a los 2000 msnm, tomando en cuenta la capacidad de adaptación de cada variedad o híbrido. Según (Rodríguez *et al.*, 2006).

2.8 Requerimientos Edafológicos

2.8.1 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, ricos en materia orgánica y con buena capacidad para retener humedad, se desarrollan perfectamente en suelos arcillosos enarenados. Según. (Paredes, *et al.*, 2009).

2.8.2 Características físicas y químicas del suelo:

Físicas	Franco a franco arcillosa
Textura	>80 cm
Profundidad efectiva	1.20 g/cc
Densidad aparente	Oscuro
Color	>3.5%
Contenido de materia orgánica	Bueno
Drenaje	Buena
Capacidad de retención de humedad	Plano o semi-plano
Topografía	Estructura Granular
Rango optimo	
Químicas	Rango optimo
PH	5.5 - 6.0
Nitrógeno	Según tipo de suelo
Fósforo	13-40 ppm
Potasio	5%
Calcio	15%
Magnesio	18%
Acidez total	<10.0%
Conductividad eléctrica	0.75-2.0 mmho/cm ²

Según. Paván, MA. 1995

2.9 Elección del material vegetal

La producción final del cultivo tiene mucho que ver con la decisión que se haya tomado a la hora de elegir el material. Según (Castellanos, *et al.*, 2004). Toda elección lleva consigo el temor a equivocarse, pero si una cosa debe quedar clara es la absoluta seguridad que debe dar el técnico al productor, en el momento

de decidir que tomate elegir y no basta con decir la variedad. Por ello es importante tener en cuenta diversos criterios. Según (Cadenas, *et al.*, 2003).

En primer lugar, la variedad tiene que ser del tipo de tomate que demande el mercado y buen comportamiento en vida de anaquel. Además, debe ser productiva tanto cuantitativa como cualitativamente bajo las condiciones de clima, suelo, sistema de cultivo e infraestructura y medios que se dispongan. (Castellanos, *et al.*, 2004).

En cuanto a la elección de la variedad para producción orgánica (Brandt *et al.*, 2006). Menciona que la elección de la variedad es muy importante para el sabor, apariencia y longevidad en el punto de venta. Pero variedades con muy buen sabor, apariencia y gran longevidad muchas veces no dan grandes ingresos.

Según. Díez *et al.*, (2001). Menciona que los principales criterios de elección para los genotipos son los siguientes:

1. Características de la variedad comercial, es decir, el vigor de la planta tipo de fruto, resistencia a enfermedades y plagas.
2. Tolerancia a los factores del clima.

2.10 Manejo del cultivo

2.10.1 Trasplante

Es el paso de la planta desde el semillero al asiento definitivo del cultivo. El riego por goteo estará colocado según el marco, la densidad y la orientación de la planta. En el cultivo en suelo, previo al trasplante se da un riego abundante, para humedecer el suelo del terreno, desplazar las sales y bajar la salinidad del suelo, la cual debe ser menor que la CE del medio de trasplante. Según, (Castellanos, *et al.*, 2009).

Según Nuez, *et al.*, (2009). Si se usan plantas con cepellón, es conveniente emplear un plantador, que extraiga una cantidad de volumen de suelo

igual que la del cepellón. En cultivo enarenado, el cepellón debe colocarse entre la arena y el suelo evitando que el cuello de la planta quede demasiado enterrado. En algunas regiones, antes de plantar es usual sumergir o mojar el cepellón con algún fungicida (Rodríguez, *et al.*, 1984). Dice es importante no demorar el trasplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción.

2.10.2 Riego

El riego es empleado para mantener la humedad del suelo, su frecuencia depende del tipo de suelo, de la estación y la variedad. Existen distintos sistemas de riego como el localizado, donde la aplicación de agua es en una zona más o menos restringida del volumen radicular, dentro del cual se encuentra el riego por goteo, donde se aplica un caudal no superior a los 15 L/h⁻¹, por un punto de emisión o metro lineal de manguera. Según (Baustista y Alvarado., 2006).

2.10.3 Fertilización

Para obtener rendimientos altos y con buena calidad es necesario realizar una fertilización complementaria con macronutrientes (N, P, K, Ca, S Y Mg) y micronutrientes (Fe, Mn, Cu, Zn y B). Estos deben ser suministrados en cantidades diferenciadas y oportunamente, de acuerdo al estadio de desarrollo de las plantas. (Crespo, *et al.*, 2010).

Una forma de suministrar estos nutrientes es a través del riego por goteo “fertirrigación”, ya que se logra una asimilación más eficiente.

En la etapa inicial, se recomienda una relación de N-P-K de 2-1-1. En la etapa de floración, se recomienda una relación de N-P-K de 1-2-2. En la etapa de fructificación, se recomienda una relación de N-P-K de 1-1-2. Según, (Paredes, *et al.*, 2009).

2.10.4 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 aeración del cuello. Se denomina poda de formación porque es en este momento, cuando se determina el número de tallos que vamos a dejar a la planta. La poda se puede hacer a uno o dos brotes (brazos), aunque lo más usual es la poda a un solo brazo, para conseguir mayor tamaño de fruto. Según (Cadenas, *et al.*, 2003).

2.10.5 Aporcado y rehundido

El aporcado es una práctica que consiste en abrigar la planta con arena o tierra con objeto de fomentar la creación de un mayor número de raíces, y se hace después de la poda de formación. El rehundido es una variante del aporcado y consiste en doblar la planta hasta que ésta entra en contacto con la tierra, rascando un poco en ella y depositando con cuidado la misma, echando después arena y dejando fuera la yema terminal y un par de hojas. Esta última operación está en desuso, por lo que carece de importancia en agricultura moderna. Debido a la intensificación de cultivos, se tiende a aminorar mano de obra y como consecuencia la plantación se está haciendo últimamente sobre la arena evitando ser aporcadas posteriormente, sin observarse ninguna variación en la producción del tomate. Según (Cadenas, *et al.*, 2003).

2.10.6 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. Según, (Paredes, *et al.*, 2009).

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 anillos) y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima de la planta (1,8-3,4 m sobre el suelo). Conforme la planta va creciendo se va liando en el sentido contrario de las agujas del reloj, hasta que la planta alcance el alambre. Según (Cadenas, *et al.*, 2003)

2.10.7 Poda de brotes axilares o “botones”

Consiste en la eliminación de los brotes cuando son pequeños, debe realizarse su eliminación con la mayor frecuencia posible de 7 a 10 días, para evitar la pérdida de biomasa fotosintéticamente activa y la realización de heridas grandes. Según (Crespo, *et al.*, 2010).

Cuando el tallo se corta muy pequeño no es necesario ninguna herramienta, porque la herida producida es muy leve y cicatriza rápidamente. Si por descuido el grosor del tallo a eliminar es grande y estamos en época con condiciones favorables para el desarrollo de enfermedades que se instalarían en las heridas producidas, se procederá a dar un tratamiento fitosanitario con algún fungicida. Según (Cadenas, *et al.*, 2003).

2.10.8 Poda de hojas o deshojado

Es recomendable tanto en las hojas senescentes, para facilitar la aireación, disminuir la humedad relativa y mejorar el color de los frutos, como en la poda de formación. Las hojas enfermas deben sacarse inmediatamente del invernadero eliminando así fuentes de inóculo. Esta poda facilita el manejo de los problemas sanitarios y permite mayor entrada de luz a la planta. La primera poda de hojas se debe hacer cuando el segundo racimo haya florecido completamente,

y se eliminan las primeras 5 hojas basales, dejando 2 hojas por debajo del primer racimo; la segunda poda se hace cuando florezca el tercer racimo, y se debe eliminar la segunda hoja del primer entrenudo, o sea, la hoja de la mitad entre el primero y el segundo racimo. Según (Paredes, *et al.*, 2009).

2.10.9 Poda de brote apical

Consiste en eliminar la parte apical del tallo con objeto de detener el crecimiento vertical en las variedades indeterminadas y lograr con ello mayor precocidad en la producción de frutos. Esta poda puede variar según las características del cultivar; generalmente se realiza entre el 9º y 10º racimo floral. Según (Rodríguez, *et al.*, 2006)

2.10.10 Despunte de inflorescencia.

La eliminación de flores cuando existe un excesivo número de ellas, así como la eliminación de frutos recién cuajados con malformaciones, es una práctica deseable y poco usual hace unos años, aunque con el mercado del tomate en ramo, en los últimos años se está consiguiendo que se empieza a llevar a cabo, estando demostrado el aumento de calibre, homogeneidad y calidad de los frutos restantes, así como la disminución de destrío. (Rodríguez, *et al.*, 2006).

2.10.11 Polinización

Para que ocurra una buena fecundación “cuaje” de frutos se necesita una temperatura nocturna que sea menor que la diurna, en aproximadamente 6°C. La temperatura nocturna debe oscilar entre el rango de los 13-26°C, para la mayoría de las variedades, porque si la temperatura interna del fruto es mayor a 30°C, se inhibe la síntesis del licopeno del fruto y se producen frutos con maduración y coloración desigual. Según (Rodríguez, *et al.*, 2006).

Los tomates son polinizados por el viento cuando crecen al aire libre, pero en invernaderos; el movimiento del aire es insuficiente para que las flores se polinicen por sí mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización. Los vibradores se acercan durante breves momentos a las ramas portadoras de los racimos florales, pudiendo observar la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y estas se encuentran en estado receptivo. Según (Solís, *et al.*, 2007).

2.12 Índice de cosecha y calidad del fruto

2.12.1 Generalidades de cosecha

Según. Garza, *et al.*, (2008). La recolección del tomate cultivado en invernadero inicia cuando los frutos han llegado a su madurez fisiológica, esto se consigue a los 90-100 días después del trasplante, o a los 50-60 días después de la apertura floral. La madurez fisiológica de un tomate se define como el estado en el cual el fruto alcanza su tamaño definitivo e inicio la maduración en su interior, y a partir de ese momento ya nada ni nadie detendrá el proceso de maduración asociada al color rojo expresado en su exterior.

2.12.2 Calidad de fruto

La calidad, se evalúa por la apariencia, color, textura, valor nutricional, composición en madurez de consumo, seguridad “sanidad”, sabor y aroma. El sabor es medido por los sólidos solubles y ácidos orgánicos. Según (San Martín, *et al.*, 2012).

Cadenas, *et al.*, (2003). Menciona que. Antes de aparecer las variedades de larga vida, el tomate había que recolectarlo verde o como mucho pintón, para que llegara en buen estado a los mercados. En la actualidad, se puede recolectar maduro en planta sin ningún problema de conservación.

Como novedad de los últimos años tenemos la recolección de ramilletes enteros con todos sus tomates maduros.

Por otro lado. Casierra, *et al.*, (2005). Menciona que la. Calidad Suprema. Es la calidad certificada que presenta un producto agroalimentario al garantizar el cumplimiento y valor agregado que brinda el empaque, etiquetado y calidad por atributos (color, sabor, apariencia, textura, etc.), adicionalmente a la minimización y ausencia de riesgos biológicos, químicos y físicos para la salud humana, animal y vegetal.

2.13 Sustratos

2.13.1 Generalidades de los sustratos

El suelo es un medio en el que tienen lugar muchas funciones de importancia para la vida de plantas. Con frecuencia, es el lugar en el que se dan condiciones, limitantes que, en diferentes grados, impiden buenos resultados agronómicos. Por este motivo en la horticultura es frecuente remplazar el suelo natural con sustratos de origen diverso que, en algunas o en todas las fases de un cultivo, permitan superar condiciones limitantes y acerca del sistema radicular la planta completa. (Ortega, *et al.*, 2010).

El termino sustrato se aplica a todo material sólido, distinto del suelo, cuyo origen puede ser natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando por lo tanto un papel de soporte para la planta. Según (Gallardo, *et al.*, 2003).

2.13.2 Tipos de sustratos

Los tipos de sustratos son, y se basan en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc. Sin embargo los tipos pueden ser, orgánicos e inorgánicos. Según (Abad *et al.*, 1995).

2.12.3 Materiales orgánicos.

De acuerdo a su origen los sustratos pueden ser de tres tipos:

- a) Natural: son de materiales que están sujetos a descomposición biológica, Ej. turba, tierra de monte, etc.

- b) Sintéticos, normalmente denominados plásticos: polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química.

- c) Residuos y subproductos de diferentes actividades de producción y consumo: los materiales de este grupo requieren una previa maduración o estabilización de su materia orgánica para poder ser adecuados como sustratos. Según (Zarate, *et al.*, 2007).

2.12.4 Materiales inorgánicos.

Se describen en tres tipos:

- a) De origen natural: son materiales obtenidos a partir de rocas o minerales de origen diverso, no son biodegradables. Ej. Arena, grava, roca volcánica, zeolita, etc.

- b) Transformados o frotados industrialmente: son materiales provenientes de rocas o minerales, que han sufrido un proceso químico o físico, con el objetivo de obtener fibras y/o gránulos ligeros muy porosos.

- c) Residuos y subproductos: son materiales provenientes de diversas actividades industriales residuos de procesos de combustión, desechos de minería, etc. Según (Bures, *et al.*, 1997).

2.14 Función de los sustratos

Son el medio de soporte de las plantas y suministran a las raíces el agua y los nutrientes requeridos para el crecimiento vegetal. Según (Gallardo, *et al.*, 2003).

2.15 Clasificación de los sustratos

Ortega, (2010). Menciona que. Atendiendo a los diferentes tipos de materiales utilizados como sustratos, estos se pueden clasificar según su origen y proceso de manufacturación de la siguiente forma: Orgánicos químicamente activos: turbas, cortezas de pino, vermiculita, composta, vermicomposta, etc. Inorgánicos: químicamente inertes, arena, grava, perlita, lana de roca entre otros. La diferencia entre ambos tipos de materiales viene determinada por la capacidad de intercambio catiónico, una propiedad físico-química directamente relacionada con la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Según (Abad y Noguera, *et al.*, 2000).

2.15.1 Propiedades físicas de los sustratos

Las propiedades físicas de los sustratos son consideradas las más importantes, ya que si estas son inadecuadas, difícilmente se podrán mejorar una vez que se ha establecido el cultivo. La caracterización física permite conocer la distribución volumétrica del material sólido, el agua y el aire, así como sus variaciones.

1. Granulometría
2. Espacio poroso total
3. Densidad aparente
4. Agua fácilmente disponible
5. Capacidad de aireación.

Esto es según, (Baixauli. S, Aguilar. O, *et al.*, 2002).

2.15.2 Propiedades químicas de los sustratos

Los sustratos que más se están utilizando en los sistemas de cultivo sin suelo para el cultivo de hortalizas, son aquellos que tienen una baja actividad química y que por lo tanto, apenas interfieran en la solución nutritiva aportada.

1. Capacidad de intercambio catiónico. C.I.C
2. Disponibilidad de los nutrientes
3. Salinidad
4. Ph.
5. Relación C/N

Esto es según. Baixauli. S, Aguilar. O, *et al*, (2002).

2.16 Plagas y enfermedades del tomate

2.16.1 Plagas del tomate

La finalidad que persigue la producción de tomate bajo el concepto de agricultura protegida es la obtención de productos en oportunidad con alta calidad y cantidad por unidad de superficie por lo que es importante considerar los factores que influyen directamente en la productividad y la calidad del tomate de invernadero. Según (Paredes, *et al.*, 2009)

Por otra parte castellanos, *et al.*, (2009). Menciona. En la producción de tomate en invernadero se requiere desarrollar un plan de manejo fitosanitario. Este debe considerar los aspectos agronómicos, biológicos, culturales, químicos, y legales. El monitoreo es fundamental para el buen funcionamiento de un programa de MIP. Y de ahí la importancia de conocer los hábitos tanto del insecto plaga como del insecto benéfico.

2.16.2 Principales plagas del tomate

Entre las principales plagas que atacan al tomate en invernaderos se encuentran la mosca blanca, araña roja, trips, pulgón, acaro bronceador, chinche lygus, minadores de la hoja, orugas y nematodos.

2.16.3 Manejo integrado de plagas (MIP).

Natural: consiste en desarrollar métodos de control basados en el conocimiento de las condiciones ambientales que favorecen o limitan el desarrollo de la plaga.

Cultural: involucra las diferentes prácticas de manejo agronómico realizadas a lo largo del ciclo del cultivo, con el objetivo de reducir al máximo el establecimiento y desarrollo del insecto plaga.

Legal: está relacionado con todas las disposiciones oficiales, realizadas por los gobiernos de los diferentes países, para evitar la introducción de especies exóticas a ecosistemas donde el insecto no existe.

Mecánico: se basa en el establecimiento de barreras físicas que eviten el establecimiento de la plaga en el cultivo.

Biológico: el control biológico es uno de los componentes de mayor importancia dentro del manejo integrado de plagas y se define como la suma de acciones emprendidas para favorecer la acción de parásitos, depredadores, y patógenos, en el control de los insectos plaga.

Químico: se considera como el último escalón de un programa de MIP. Su uso se presenta cuando ya se han aplicado todas las anteriores alternativas y las poblaciones de la plaga representan un problema grave.

Según (Castellanos, *et al.*, 2009) cita a (IRAC, 2009).

2.16.4 Enfermedades del tomate

Así como se hace necesario establecer un programa de manejo integrado de plagas en la producción de tomate en invernadero, también es vital contar con un programa de manejo integrado de enfermedades “MIE”, con el mismo enfoque ecológico y con respeto al medio ambiente.

2.16.5 Principales enfermedades del tomate

Entre las principales enfermedades del tomate son: Damping off, fusarium sp, verticilosis del tomate, cenicilla del tomate, tizón tardío, tizón temprano, botrytis cinérea pers, cáncer bacteriano clavibacter, mancha bacteriana, marchitez bacteriana y nematodos. Según (Ramírez, *et al.*, 2006).

2.16.6 Manejo Integrado de Enfermedades (MIE).

Natural: consiste en desarrollar métodos de control basados en el conocimiento de las condiciones ambientales que favorecen o limitan el desarrollo de la enfermedad. Es decir conocer sus requerimientos climáticos, para evitarlos hasta donde sea posible.

Cultural: involucran las diferentes prácticas de manejo agronómico realizadas a lo largo del ciclo de cultivo, con el objetivo de reducir al máximo el desarrollo y desimanación de una enfermedad.

Legal: está relacionado con todas las acciones legales realizadas por los gobiernos de los diferentes países, para evitar la introducción de especies exóticas a ecosistemas totalmente diferentes a su habitat, que representen un riesgo potencial de convertirse en una nueva enfermedad en la región o país.

Mecánico: se basa principalmente en establecer barreras físicas que eviten la infección y proliferación de una enfermedad en el cultivo, como son los acolchados, tapetes sanitarios, guantes etc.

Biológico: está fundamentado en la identificación de agentes antagónicos, de los patógenos y la enfermedad a manejar, con el propósito de aumentar sus poblaciones en el cultivo y ejerce un control, biorracional mediante el antagonismo.

Químico: su uso se presenta cuando ya se han aplicado todas las anteriores alternativas. La utilización de los productos químicos debe ser precisa ya que se tiene que considerar la rotación de los ingredientes activos para reducir la los efectos de resistencia.

Según (Castellanos, *et al.*, 2009) cita a (IRAC, 2009).

2.17 Antecedentes marco de referencia

2.17.1 Producción orgánica de tomate en México

Según García, (2010).La producción orgánica en México es relativamente nueva, sin embargo, el sistema de producción de alimentos de nuestros antepasados era agricultura orgánica. El desarrollo de la agricultura ecológica en México ha sido sorprendente; surgió desde la década de los años ochenta en solo algunos lugares y en pocos años se ha extendido a muchos otros multiplicando su superficie e incursionando cada vez más en nuevos productos, constituyéndose en una opción económicamente viable para miles de productores campesinos e indígenas de escasos recursos. (Pérez, *et al.*, 2004).

Beltrán (2009) mencionan que la práctica de la agricultura orgánica en Baja California Sur se inició a mediados de los años 80's y en su sistema de producción debían cumplir las normas del NOP de los Estados Unidos.

La producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de pesticidas, fertilizantes sintéticos y con alto valor nutricional. (De la cruz, *et al.*, 2009).

La tendencia en los consumidores es preferir alimentos, inocuos y con alto valor nutricional, en especial aquellos que son consumidos en fresco. La producción orgánica ha representado una opción para la generación de este tipo de alimentos, ya que es un método agrícola que no utiliza fertilizantes ni plaguicidas sintéticos (Márquez, *et al.*, 2006).

2.17.2 Agricultura orgánica

Diversos trabajos señalan que la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional y que más que una tecnología de producción, es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también en un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa.

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos del lugar dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la capacidad biológica y al mismo tiempo a minimizar el uso de recurso no renovable. Fuente: (SAGARPA, 2009).

En los sistemas orgánicos de producción certificada, la normatividad de la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Biológica, mencionó que debe de transcurrir un período de tres a cinco años, sin aplicación de agroquímicos, que incluye los fertilizantes sintéticos. (Gómez, *et al.*, 2004).

2.17.3 Uso de composta

El compostaje es un proceso bio-oxidativo controlado, que se desarrolla sobre sustratos orgánicos en condiciones de humedad adecuadas, por la acción

de diversos microorganismos. Quesada, *et al.*, (2011). Menciona que. A partir de este proceso se obtiene el compost, conformado por materia orgánica estabilizada, inocua y sustancias fitotóxicas, este material terminado puede ser utilizado para fines hortícolas sin efectos negativos sobre la planta.

La composta es un abono orgánico que se forma por la degradación microbiana de materiales acomodados en capas y sometidos a un proceso de descomposición; los microorganismos que llevan a cabo la descomposición o mineralización de los materiales ocurren de manera natural en el ambiente, el método para producir este tipo de abono es económico y fácil de implementar. La composta es el material orgánico que se obtiene como producto de residuos orgánicos tales como hojas, rastrojos, zacates, cascaras, basuras orgánicas caseras, subproductos maderables aserrín y virutas, estiércol vacuno, equino, caprino etc. Fuente (SAGARPA. 2009).

2.17.4 Importancia de la composta.

- ❖ Mejora la sanidad y el crecimiento de las plantas, al igual que las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.
- ❖ Es fuente importante de nutrientes para las plantas y aumenta la capacidad de retención de humedad y la capacidad de intercambio catiónico del suelo.
- ❖ Es una fuente de alimentos para los microorganismos.
- ❖ Amortigua los cambios de pH en el suelo.
- ❖ Disminuye los cambios bruscos de temperatura.
- ❖ Las plantas pueden absorber más nitrógeno como consecuencia de la relación C/N en el suelo. También logran la descomposición parcial o casi completa de algunos residuos agrotóxicos.

Según. SAGARPA. (2009).

2.17.5 Té de composta como solución nutritiva

Una de las prácticas más importantes en el manejo de los cultivos es la fertilización o solución nutritiva, que se implementa para corregir las deficiencias

nutritivas de las plantas o del suelo, mantener en los cultivos niveles adecuados y balanceados de los elementos para una óptima producción, incrementar la resistencia de las plantas a condiciones de estrés y ataque de plagas y enfermedades y mejorar la calidad del producto comercial (Guerrero, *et al.*, 2001).

Por otra parte Preciado, (2011). Menciona que. En la actualidad la técnica de cultivos sin suelo, es ampliamente utilizada para la producción hortalizas en invernadero. En este sistema se requiere un continuo abastecimiento de nutrimentos, los cuales son proporcionados por la solución nutritiva (SN), la cual contiene los elementos esenciales para el óptimo desarrollo de los cultivos.

El té de compost en términos simples es un extracto acuoso de compost, es conocido por diferentes nombres tales como té de estiércol y extracto de compost. Típicamente el compost es el principal ingrediente para esta solución; sin embargo, también se puede utilizar la vermicompost para la elaboración de este fertilizante. Según (Preciado, *et al.*, 2011).

2.17.6 Beneficios del uso del Té de Composta

Los siguientes beneficios del uso del té de compost han sido reportados en la literatura. Según. (Preciado, *et al.*, 2011).

- ❖ Disminución de enfermedades
- ❖ Proporciona nutrimentos para la planta y es fuente de alimento para los microorganismos.
- ❖ La inoculación de organismos en el suelo vuelve a incrementar la retención de nutrimentos, aumenta el ciclo de los nutrimentos en las formas disponibles para la planta y acelera la descomposición de material vegetal y las toxinas.
- ❖ Incrementa la calidad nutricional de la planta
- ❖ Reduce la exposición del trabajador a los daños químicos potenciales.
- ❖ Reduce los impactos negativos de los pesticidas, herbicidas y fertilizantes a base de químicos, en microorganismos en el ecosistema.
- ❖ Reduce los costos por insumos químicos
- ❖ Proporciona el crecimiento de la planta

E. Ochoa, *et al.*, (2009). Menciona que los resultados de la investigación señala que el rendimiento obtenido por los tratamientos orgánicos, tanto el té de composta como el sustrato de composta tuvieron un rendimiento inferior comparado con el uso de una SN, convencional. El té de composta elaborado aportó los nutrientes requeridos para el cultivo de tomate en invernadero. Sin embargo, fue posible producir más de 18 kg-m² de frutos de tamaño extra-grande con mayor cantidad de sólidos solubles.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Ubicación del lugar

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna que se encuentra ubicada en el predio de San Antonio de los Bravos, en la ciudad de Torreón, Coach., México, En el corazón de la Comarca Lagunera, sobre el periférico que conduce a Gómez Palacio, Dgo., y carretera a Santa Fe. Que Cuenta con una superficie de 37 ha. Se encuentra entre los paralelos 25° 25' y 25° 30' de latitud norte, y entre los meridianos 102° 51' y 103° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich.

3.2 Descripción del área de estudio

El trabajo experimental se realizó en el invernadero de 200 m². Cuenta con cubierta plástica, piso de grava y sistema de enfriamiento automático con pared húmeda y dos extractores, en el ciclo 2014, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL) situada en 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste y los paralelos 25° 05' y 26° 54' de latitud norte en Torreón, Coahuila. Esta región recibe una precipitación media anual de 235 mm, tiene una altitud 1.139 m.s.n.m. y su temperatura media anual es de 18,6°C.

3.3 Material genético

Para esta investigación se utilizó el material de tomate variedad Aquiles F1 (HMX 1854) saladette indeterminado. De la empresa (HARRIS MORAN).

Batch: D95706 Lote: PL 9993

3.4 Condiciones del invernadero

La forma del invernadero es semicircular, con estructura completamente metálica, cubierta con una película plástica transparente, el piso es de piedra granulada de color blanco, el sistema de enfriamiento consta de una pared

húmeda y un par de extractores de aire caliente, ambos sistemas están sincronizados para accionarse por los sensores, para el control climático.

3.5 Acondicionamiento del invernadero

Se realizaron actividades para mantener el invernadero en óptimas condiciones para el cultivo, se eliminaron cualquier tipo de maleza, se reparó y dio mantenimiento al sistema de enfriamiento automático tanto la pared humedad y los dos extractores así como la pila de agua y el bombeo de agua se le dio mantenimiento a la estructura metálica interior pintándola al piso de graba se niveló para él a como adecuado de las hileras de las macetas.

3.6 Material como sustrato (composta, arena, perlita)

Se utilizaron tres tipos de sustratos los cuales fueron composta sin cernir perlita con buena granulometría y arena que se describen a continuación:

3.6.1 Composta

El compost se obtuvo a partir de estiércol de ganado vacuno que se encuentra en la pequeña propiedad de “ampuero” cuyos animales están estabulados y reciben una dieta de forraje verde (alfalfa) y sales minerales para el metabolismo del mismo. Composición nutrimental de las diferentes proporciones de composta.

3.6.2 Perlita

Se empleó como mejorante de la estructura del sustrato. Es totalmente inerte, tiene bajo CIC y poder amortiguador, así como escasa retención de agua. Proporciona aireación al medio de cultivo y mantiene su estructura inalterable. El pH es neutro, la densidad aparente es pequeña y es un buen estabilizador de la temperatura. Algunas posibles desventajas son el riesgo de toxicidad por alta temperatura en plántulas, cuando el pH es bajo y la escasa capacidad de

suministro de agua en condiciones de gran transpiración, lo que hace necesario el riego más frecuente.

3.6.3 Arena

Ofrece la características para ser empleados en cultivos sin suelos reduce la porosidad del medio de cultivo. La porosidad de la arena es alrededor del 40% del volumen aparente. Las partículas deben ser de 0,5 a 2 mm de diámetro. No contiene nutrientes y no tiene capacidad amortiguadora. La CIC es de 5 a 10 meq/l. Se emplea en mezcla con materiales orgánicos.

3.7 Preparación de macetas

Con un cuidado fitosanitario se realizó la solarización de la composta, de esta forma se pretende eliminar cualquier tipo de patógenos que afecten a la investigación, esto se obtendrá humedeciendo el sustrato homogéneamente posteriormente se cubrirá con plástico durante 10 días esto aumentara la temperatura a un grado crítico para los microorganismos.

Al término del proceso de solarización se llevara a cabo el llenado de macetas con:

- 1.- composta al 20% - arena al 50% perlita al 30% para la repetición uno.
- 2.- composta al 35% - arena al 50% perlita al 15% para la repetición dos.
- 3.- arena al 100% para el testigo.

Se utilizaran bolsas de plástico de polietileno de 20 litros de capacidad.

3.8 Diseño experimental

El diseño utilizado fue en bloques al azar con dos repeticiones. La unidad experimental estuvo compuesta por una maceta en la cual se colocó una planta en cada una de ellas. Se evaluaron dos repeticiones cada una con 16 macetas.

3.9 Trasplante

Se realizó el 27 de mayo de 2014. Treinta días después de la siembra en charolas de polietileno con una altura de 15-18cm; se colocó una planta por maceta. Antes de realizar el trasplante se realizó un riego de agua para lavar excesos de sales y tener una humedad adecuada para no afectar a la planta a la hora de establecerla.

3.10 Elaboración de té composta y solución nutritiva riego

El té de compost se elaboró a partir del trasplante, el té de composta se elaboró de acuerdo a la metodología de Edwards cómo se describe a continuación:

Para eliminar el exceso de sales se utilizó un tambo de plástico con capacidad de 200 litros, se colocaron 200 litros de agua y se generó turbulencia durante dos horas con una bomba de aire colocándose en la parte baja del tanque, la cual provee un flujo continuo de oxígeno dentro de la solución y creando bastante turbulencia para eliminar exceso de sales contenido en el agua.

Luego, se colocaron 20 kilos de composta en una bolsa de plástico tipo red previamente se procedió a un lavado de sales solubles introduciendo la composta en un recipiente de 50 litros con 20 litros de agua por un tiempo de cinco minutos antes de someterla a oxigenación, en seguida se colocó la bolsa con la composta dentro del tanque con agua previamente aireada. Finalmente se agregó 20 gr de piloncillo como fuente de carbono soluble. La mezcla se dejó fermentar con la bomba de aire encendida. Se aplicó 1000 mililitros de té de composta a cada maceta sin diluir con este tratamiento.

El riego utilizado fue manual y se aplicó diariamente; el volumen por día vario con la etapa fenológica del cultivo, de 300 ml. por maceta en la etapa de trasplante a inicio de floración, a 900 ml de floración a la cosecha.

Por otra parte, para satisfacer las necesidades nutritivas del tratamiento testigo, este tratamiento se propuso para comparar los resultados junto con el tratamiento orgánico, por lo consiguiente se utilizó solución nutritiva utilizando las siguientes dosis mencionadas abajo.

Cuadro. 3, Fertilizantes utilizados y dosis para aplicar al cultivo testigo.

Tabla de macroelementos.		
Fertilizante	Mg/L	Gr/100 L
Fosfonitrato	102.86	10.29
Nitrato de potasio	428.34	42.83
Nitrato de calcio	106.60	10.66
Nitrato de magnesio	249.13	24.91
Ac. Nítrico	77.49	7.75
Ac. Fosfórico	53.23	5.32

Cuadro.4, Fertilizantes utilizados y dosis para aplicar, microelemntos.

Tabla de microelementos			
Fertilizante	elemento	Mg/l	gr/100
Sulfato de fierro eptahidratado	Fe	14.93	.49
Sulfato de cobre pentahidratado	Cu	0.77	.08
Sulfato de manganeso tetra hidratado	Mg	6.32	.63
Sulfato de zinc eptahidratado	Zn	1.32	.13
Ácido bórico	B	4.01	.40
Ácido molibdeno	Mo	0.10	.01

3.12 Manejo de plagas y enfermedades

Control biológico de plagas y enfermedades durante el ciclo de primavera-verano, para el manejo de las plagas se utilizaron productos orgánicos como preventivo. Estos fueron los siguientes durante todo el ciclo del cultivo:

1. FUNGÍ GAIA (LARREA T.)
2. PESTIL OUT.
3. REGALÍA MAXX.

3.13 Manejo del cultivo

3.13.1 Tutorado

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sostenido cada planta con rafia. Iniciándose cuando la planta alcanzo una altura de 35cm, 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. Se utilizó un amarre de la rafia en la base del tallo, evitando el estrangulamiento, ya que la planta va creciendo, el tutorado se realizaba cada semana o conforme la demanda del cultivo.

3.13.2 Polinización

Esta labor se realizó mecánicamente, mediante los aparatos que están colocados a una altura de 2mts. Ventiladores que tenían la función de vibrar la planta en las horas adecuadas a la polinización. A esta acción se le conoce como anemófila.

3.13.3 Cosecha

Esta actividad se realizó una vez por semana, en la cual se cosecharon frutos, cuando presentaron una coloración rojo firme. Este índice de cosecha también es conocido como $\frac{3}{4}$ o 90% de coloración. La cosecha comenzó a los 103 días (DDT). Se realizó solo hasta el quinto racimo de la planta para la investigación.

3.14 Variables Evaluadas

Se evaluaron las siguientes variables: peso por fruto, diámetro polar y ecuatorial, grosor de pulpa, numero de lóculos, solidos solubles ($^{\circ}$ Brix) y rendimiento por hectárea total.

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

3.14.1 Numero de lóculos

Para esta característica se partió el fruto contando los números de lóculos que en ella había. Y al mismo observado los frutos que contaban con más números de lóculos y los que contaban con menos ya que los que presentan mayor número de lóculos no es buen fruto para la comercialización. Mientras que los de menos lóculos es mejor.

3.14.2 Peso por fruto

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

3.14.3 Diámetro polar

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

3.14.4 Diámetro ecuatorial

Para medir el diámetro del tomate se tuvo que colocar en forma trasversal para poder tomar la lectura del vernier o pie de rey en centímetros.

3.14.5 Diámetro de pulpa

Para este paso se utilizó una regla milimétrica estándar midiendo la parte inferior de la cascara, hasta donde inicia la cavidad de los lóculos y así se obtuvo la medida exacta expresada en mm.

3.14.6 Sólidos solubles

Para este método u/o variable se utilizó un refractómetro, en el cual se colocaban de tres a cuatro gotas del tomate, sobre el cristal de lectura del refractómetro y se determinaron los sólidos solubles expresados en grados °Brix.

3.14.7 Rendimiento total

Para este método se tuvo que tomar en cuenta el peso de los frutos evaluados y de ahí estimar el rendimiento por hectárea. Para este variable se utilizó el método estadístico. FAUANL. Versión 1.1, olivares 2012

1.14.8 Análisis estadístico

Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 1.1 Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León, olivares 2012.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento ton.ha⁻¹

El análisis de varianza para este parámetro señaló que estadísticamente entre ellos no presento significancia, obteniendo como una media de 52.168 ton.ha⁻¹ y un coeficiente de variación de 19.58% (cuadro4.1) el tratamiento S3 a base de arena y fertilización inorgánica presento un mayor rendimiento alcanzando 61 ton.ha⁻¹. Posteriormente le continuo el S2 compost.35%+perlita.15%+arena.50% con una fertilización orgánica, con un rendimiento de 51.270 ton.ha⁻¹, y por último el S1 compost 20%+perlita30%+arena al 50%, con una fertilización orgánica presentó un rendimiento de apenas 44.225 ton.ha⁻¹ respectivamente (Cuadro4.1). Esta variable posiblemente fue que el compost siempre tenía los elementos necesarios para el cultivo y esto llevo a que estadísticamente fueran similares, ya que la arena tiene una mayor percolación.

Estos resultados fueron similares a los que obtuvo Aquino (2014) que evaluó tomate en invernadero con solución orgánica, que obtuvo los rendimientos para arena un rendimiento de 91 ton.ha⁻¹. Y para los tratamientos de 2 y 3 presentaron un rendimiento de 47.07 ton.ha⁻¹ y 44.7 ton.ha⁻¹. Mientras los datos que proporción por el experimento de Gómez (2003), comparación de dos genotipos de tomate bajo invernadero, obtuvo rendimientos de 81.14 - 78.47 y 74.44 ton.ha⁻¹.son muy superiores a los que obtuvimos en el experimento.

La adición de algunos fertilizantes orgánicos o té de compost a un sustrato que ya tenga compost puede incrementar los rendimientos ya que De León (2004), reporta rendimientos de 93.91 ton.ha⁻¹ tratamiento de vermicompost y arena al 50%, 89.88 ton.ha⁻¹ con el híbrido Bosky con el mismo tratamiento, y 71.27ton.ha⁻¹ el tratamiento de biocompost y arena a razón de 50%.

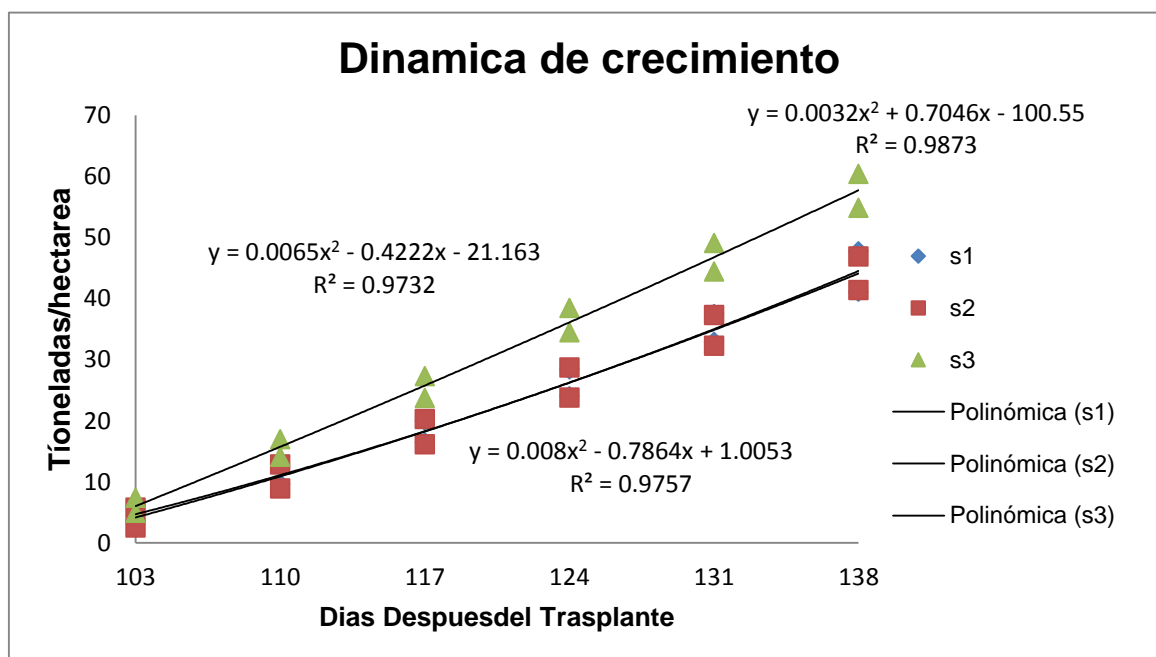
Cuadro.4.1. Medias obtenidas para la variable, rendimiento por hectárea de tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. Donde solo se tomó en cuenta hasta el racimo número 5. UAAAN-UL.2014

Tratamiento	Hibrido	Rendimiento/Ton.ha ¹	Significancia
S3	Aquiles F1	61.0	A
S2	Aquiles F1	51.270	A
S1	Aquiles F1	44.225	A

CV %	19.58%
DMS	82.113
MEDIA	52.168

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

Cuadro .4.2 Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable dinámica de crecimiento en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL. 2014.



S1: compost al 20% + perlita al 30% y arena al 50% con fertilización orgánica. **S2:** compost al 35%+ perlita al 15% y arena al 50% con fertilización orgánica. **S3:** arena al 100% con fertilización inorgánica.

Cuadro 4.3. Ecuaciones de regresión para la variable dinámica de crecimiento evaluado de los tratamientos para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014

Fertilización	Sustrato	Ecuación de regresión	r ²	Rendimiento estimado Ton.Ha ⁻¹	
				124(DDT)	138(DDT)
Inorgánica	Arena 100%	Y=0.0032x ² +0.70 46x-100.55	0.98 73	38.482	60.405
Orgánica	Compost 20%+ perlita30% y arena 50%	Y=0.0065x ² - 0.4222x-21.163	0.97 32	28.724	46.904
Orgánica	Compost 35% + perlita 15% y arena50%	Y=0.008x ² - 0.7864x+1.0053	0.97 57	28.384	47.736

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2 Calidad de fruto

4.2.1 peso del fruto

Para la variable peso de frutos evaluados por tratamiento se encontró que estadísticamente no hubo significancia entre tratamientos, mostrando una media de 6.26kg. Con un coeficiente de variación de 26.68%. El de mayor peso fue el tratamiento s3, arena al 100% con una media de 7.32kg, siguiendo el tratamiento 2, compost al 35% con una media de 6.15Kg, y por último el tratamiento1 con una media de 5.31Kg. (Cuadro 1). Cabe la posibilidad de que esta variable fuese afectada por la nutrición que en días nublados se prolongaba el riego para no tener exceso de humedad en el cultivo y no generar problemas con enfermedades.

Estos datos se obtuvieron calculando el peso de los frutos muestreados durante la investigación por cada tratamiento en las dos repeticiones para poder así obtener los resultados que se muestran anteriormente.

Cuadro 4.4 Medias obtenidas para la variable peso de fruto en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014

Tratamiento	Hibrido	Peso (Kg)	Significancia
S3	Aquiles F1	7.32	A
S2	Aquiles F1	6.15	A
S1	Aquiles F1	5.31	A
CV %		26.68%	
DMS		9.840	
MEDIA		6.26	

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.2. Diámetro Polar

Para esta variable el análisis encontró que estadísticamente no hay significancia entre los tratamientos, mostrando un media de 5.718cm, con un coeficiente de variación de 4.97% (Cuadro 2). El tratamiento con mayor valor fue el testigo arena con una media de 6.085cm, después le sigue el tratamiento s2 compost al 35% con una media de 5.66cm, y por último el tratamiento s1 que apenas obtuvo una media de 5.41cm, resultados del genotipo Aquiles F1. Posiblemente estos resultados obtenidos durante la investigación pudieron haberse afectado, para que estadísticamente fuesen iguales por el buen riego de las macetas de los tratamientos s1, s2 y un descuido del testigo.

Estos resultados fueron semejantes con los que obtuvo García (2006) quien reporto una media de 5.7 cm y Aguilar (2002) quien registro un diámetro polar para el genotipo André y Gabriela de 6.1 y 5.0 cm. López (2003) también determino un diámetro polar de 6.1cm. Por su parte Rodríguez, *et al.*, (2005) evaluando tomate con sustrato orgánico en el cultivo de tomate en invernadero obtuvieron una media de 5.7cm.

Cuadro 4.5. Medias obtenidas para la variable diámetro polar en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014

Tratamiento	Hibrido	Diámetro polar	Significancia
S3	Aquiles F1	6.085	A
S2	Aquiles F1	5.66	A
S1	Aquiles F1	5.41	A
CV %		4.97%	
DMS		1.676	
MEDIA		5.718	

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.3. Diámetro ecuatorial.

Para la variable, diámetro ecuatorial no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, mostrando una media de 4.358 y un coeficiente de variación de 13.86%. Sin embargo el testigo presentó mayor tamaño teniendo un diámetro polar de 6.085cm, después le siguió el tratamiento (Compost-35%) el cual tuvo un diámetro de 5.66cm. mientras que el (Compost-20%) mostro un diámetro de 5.31.

Estos resultados posiblemente, fueron semejantes entre ellos porque la compost a los niveles evaluados son los mejores para la producción de tomate bajo invernadero ya qué los nutrientes siempre estuvieron disponibles para el cultivo.

De acuerdo con la literatura citada, lo mencionado por Morales (2009) presentó una mejor respuesta con el compost al 50%+50% de arena en este experimento, mostrando una media de 6.5 y un coeficiente de variación de 13.2 evaluando tomates bajo invernadero con nutrición orgánica. 7.4cm y el mínimo fue de 5.6.

Cuadro 4.6. Medias obtenidas para la variable diámetro ecuatorial en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014

Tratamiento	Hibrido	Diámetro ecuatorial	Significancia
S3	Aquiles F1	6.085	A
S2	Aquiles F1	5.66	A
S1	Aquiles F1	5.31	A
CV %		13.86%	
DMS		3.559	
MEDIA		4.358	

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.4. Espesor de pulpa.

Para la variable grosor de pulpa se encontró que no hay diferencia que estadísticamente son iguales, presentando una media de 0.33mm, con un coeficiente de variación de 2.90%, presentando el s3 una media de 0.82 y s2 0.775mm y posterior el s1 0.72mm. (Cuadro) Estos resultados difieren mucho con los que obtuvo Aquino (2014), solución Steiner alcanzo un grosor de 1.27, el tratamiento 2 con 0.60 y por último el tratamiento1 con 0.55. Evaluando producción hidropónica de tomate bola en invernadero.

Los resultados obtenidos en este experimento superan a los que presento Melo (2007) una media de 0.61cm. Con una máxima de 0.79 y una mínima de 0.75cm. Gómez (2003) presenta valores de que varía de 0.86 a 8.7 cm de espesor de pulpa.

Cuadro 4.7. Medias obtenidas para la variable, espesor de pulpa en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014

Tratamiento	Hibrido	Espesor de pulpa	Significancia
S3	Aquiles F1	0.82	A
S2	Aquiles F1	0.775	A
S1	Aquiles F1	0.72	A
CV %		2.90%	
DMS		0.132	
MEDIA		0.33	

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.5. Número de lóculos

Para esta variable números de lóculos no se encontró diferencia a lo que nos lleva que estadísticamente son iguales, entre los tratamientos y el genotipo. Para esta variable se presentó una media de 2.33 y un coeficiente de variación de 8.36%. El tratamiento s2 presento una menor cantidad de lóculos.

Esto se puede considerar que al usar compost se incrementan más la conductividad eléctrica y trae consigo un incremento de sales.

Cuadro 4.8. Medias obtenidas para la variable de números de lóculos en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014

Tratamiento	Hibrido	#de lóculos	Significancia
S3	Aquiles F1	2.47	A
S2	Aquiles F1	2.265	A
S1	Aquiles F1	2.555	A
CV %		8.36%	
DMS		1.148	
MEDIA		2.33	

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

4.2.6. Sólido soluble ° Brix

Para la variable, grados °brix no se encontró diferencia estadística entre tratamientos, obteniendo una media de 3.7 °brix y un coeficiente de variación de 21.26%. Sin embargo las plantas del s1 alcanzaron el valor más alto con 4.2 como puede observarse en el (cuadro).

Estos resultados no superan a los obtenidos por Morales (2007) que evaluó tomate en invernadero reporta una media de 4.3°brix. Así tampoco los de Avalos (2003) evaluando tomate en invernadero con mezclas de vermicompost y arena encontró valores de 5.9-6.2°Brix. Márquez y cano (2004) mencionan que el uso de compost favorecen el incremento de sólido soluble ° Brix.

Cuadro.4.9. Medias obtenidas para la variable para determinar los, °brix en tomate en los sustratos evaluados para el genotipo Aquiles F1. UAAAN-UL.2014

Tratamiento	Hibrido	°Brix	Significancia
S1	Aquiles F1	4.295	A
S2	Aquiles F1	3.51	A
S3	Aquiles F1	3.34	A
CV %		21.26%	
DMS		4.653	
MEDIA		3.735	

Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales, DMS al 5%.

V. CONCLUSION

Al evaluar los efectos, de diferentes niveles de compost como sustrato de tomate en invernadero, encontramos que estadísticamente, no hay diferencias significativas en todas las fuentes de variación, para las variables de rendimiento/ton.ha⁻¹. Al igual que las de calidad de fruto, peso de fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pulpa, numero de lóculos y solido soluble °Brix. Aun así podemos ver que entre los tratamientos encontramos que el S3 (arena al 100%), siempre estuvo arriba que los demás, siguiéndole el S2 (compost-35%), y por último el S1 (compost-20%).

El rendimiento promedio por hectárea fue de 61 ton.ha⁻¹ - 51.270 ton.ha⁻¹ - 44.225 ton.ha⁻¹, con estos resultados podemos observar que el s3 obtuvo el mayor rendimiento y el menor fue el s1, esto no quiere decir que los tratamientos s2 y s1 no funcionen, al contrario estas dos mezclas de compost muestran que con un buen manejo se puede producir tomate orgánico sin que haya diferencia con lo inorgánico, con esto se puede comprobar que el compost se puede considerar un medio de crecimiento para producción orgánica en invernadero. Además de reducir costos de producción en cuanto a manejo de fertilizantes aplicados al cultivo.

VI. LITERATURA CITADA

- Abad. M. 1995. El cultivo del tomate. Sustratos para el cultivo sin suelo. España. Mundi-prensa. Actas de horticultura, p. 141-154.
- Abad. M. Noguera, M. et al., 2000. Los sustratos en cultivos sin suelo. En manual de cultivos sin suelo. Urrestarazu Gavilán, M. (Ed). Mundi-prensa. Almería, España.
- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. pp 46.
- AMCI. 2014. Asociación Mexicana de Constructores de Invernaderos, A.C. Norma Mexicana para el diseño y construcción de invernaderos, <http://www.amci.org.mx> (consulta noviembre13, 2014).
- Aquino, G. B., 2014. Producción hidropónica de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill). En invernadero. Tesis de licenciatura. U.A.A. Antonio Narro UL. Torreón Coahuila México. P. 3-4.
- Avalos, G. L. C. 2003. Rendimiento y Calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Unidad laguna. Torreón, Coahuila, México. pp 47.
- Baixauli. S. C, y Aguilar. O. JM, et al,. 2010. Cultivo sin suelo de Hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias. GENERALITAT VALENCIANA. Conselleria de agricultura, pesca y alimentación.
- Bastida. T. A. 2008. Panorama de los invernaderos en México y en el mundo. Primer curso de especialización en horticultura protegida. UACH. Departamento de fitotecnia. P.2-3-4.
- Bautista, M. Néstor, Alvarado, L. 2006. Producción de jitomate en invernadero Colegio de postgraduados. México. P. 172.
- Beltrán. M. F. A. Morales. F. H.2009. Los abonos verdes y sistemas de labranza en la agricultura orgánica de baja california sur, México.(Ed). Agricultura orgánica. FAZ. UJED.

- Brandt, K., Luck, L., Wyss, G., Velimirou, A. y Torjunsen, H. 2006. Producción de Tomate, control de calidad y seguridad en las cadenas de producción. Filbl . p. 28.
- Bués. S. 1997. Manejo de Sustratos. [Cita en 2014] www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales.
- Cadenas, F.J., V.J. González, J. M. Hernández. 2003. El cultivo protegido del tomate. Pp 481-537. *In*: Camacho F., F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos (tomo II de II). Ediciones Agrotecnicas. España. 776p.
- Cadenas, T. F. Gonzales, V. J. y Hernández, J. M. 2003. El cultivo protegido del tomate. Cajamar. P. 493-494.
- 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. Menorías del IV simposio nacional de horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y producción .p. 109-110.
- Casierra, P. F. oscar, E. A. Avendaño. 2008. Calidad en frutos de tomate (*Solanum Lycopersicum L*) cosechados en diferentes estados de madurez. *Agronomía Colombiana*, vol, 26. Universidad Nacional de Colombia.
- Castaños, C. 1993. Horticultura. Manejo simplificado ed. UACH Chapingo. México.
- Castellanos, J. Z. 2004. Manual de producción de tomate en invernadero. 2^a Edición. INTAGRI. México. P. 235-236-237.
- Castellanos, J. Z. 2009. Manual de producción de Tomate en Invernadero. (Ed). INTAGRI. México. 2-17-45-48-49-50-51p.
- Castellano, 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.
- Castilla. N. 2005. Invernaderos de plástico tecnología y manejo. (Ed). Mundi-prensa. P. 25-29-30.
- Castillán. 1991. Mejora del control medioambiental del invernadero tipo Almería: análisis de distintas cubierta. (Ed). FIAPA.

- Crespo, M. Lujan, R. Plata, G. Barea, O. crespo, L. y V. Lino, 2010. Guía para el manejo del cultivo de tomate en invernadero. Cochabamba. PROINPA. p. 9-10-11-12-15.
- Cruz B. L. 2007. Calidad de semillas de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) por efecto de potenciales osmóticos, calcio y podas bajo condiciones de invernadero. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 177p
- Curtis, P. 1996. Aspectos de la morfología de angiospermas cultivadas. Universidad Autónoma Chapingo. 134p.
- De león, W. 2004. evaluación de compostas y sustratos inertes en tomate bola bajo invernadero. Tesis licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Torreón, Coahuila, México. Pp 84y 85.
- Desai, B. Kotecho, M. y Salunkhe, D. 1997. Seeds handbook. Biology, production proccessing and storage. Ed Marcel Dekker. New york, U.S.A. the composition of nutrient solutions for hydroponic cropping: practical use. Acta Hort. 627p
- Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. *In*: El Cultivo del Tomate, F. Nuez (Ed). Editorial Mundi-Prensa México. P.95.
- E de la cruz. L. MA. E. B. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. (ECL) (MAEB) (ROO) (RSH) División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- E. Ochoa. M., Figueroa. V. U., Cano. R. P., Preciado. R. P., Moreno. R. A., Rodríguez. D. N. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*lycopersicon esculentum Mill*). En invernadero. Instituto tecnológico de torreón, México. INIFAP.
- Escalona. V. C. 2009. Manual cultivo del tomate en chile. Innova chile corfo. 13p.
- FAO, 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia.
- Gallardo. C. 2003. Sustratos para plantas, tipos y principales características. Tratamiento integral de residuos sólidos. Universidad nacional de entre ríos.

- García, V. G 2006. Evaluación de genotipos de tomate con fertilización bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila, México.
- García. H. JL. 2010. Agricultura Orgánica, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. Instituto Tecnológico de Torreón y Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. Instituto Tecnológico de Torreón Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED.
- Garza, L. 1985. Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 4 p.
- Garza, A. M. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. SAGARPA, p.
- George, R. 1999. Vegetable seed production. 2nd edition; CABI Publishing. UK at the at the University Press, Cambrige. 328p
- Gómez, F.L. 2003. Comportamiento de dos genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Pp 55-65.
- Gómez. T. L, y M. A. Gómez Cruz.2004. La agricultura orgánica en México y en el mundo. CONABIO. Biodiversitas.
- Jaramillo. N. J. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero. (*Lycopersicon esculentum. mil*).CORPOICA, p. 5-7-8.
- Juárez. L. P. 2007. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Universidad Autónoma de Nayarit. Departamento de fitotecnia. UACH. P.1-2-3-5.
- Kinet, J. M. 1977. Effect of light condition on the development of the inflorescence in tomato. Sciencia hort. 15-26p.
- López E. J.I 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero tesis. Licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Torreón Coahuila, México.pp 68-77.
- Maroto, B. 2002 horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-prensa.
- Maroto, B. 2002. Horticultura herbácea especial. Ediciones Mundi-prensa. 3^aedicion.
- Márquez, H. C., Cano, R, P. 2004. Producción de tomate orgánico bajo invernadero, En: 2do. Simposio internacional de producción de cultivos en

invernadero. Ch C leal, J AG Garza (Ed) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, Fundación UANL y facultad de agronomía de UANL, pp.1-11.

Márquez. H. C., Cano. R.P. 2006. Sustratos en la producción de tomate en invernadero. (Ed). UACH, Chapingo.

Melo, J., 2007. Fertilización orgánica e inorgánica en tomate bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro. Torreón, Coahuila. México.

Muñoz, J.J. y G. Medina. 2004. Condiciones agroclimáticas de México y la horticultura protegida. pp. 40-60.

Nuez. F. y R. del Rincón. 2001. El cultivo del tomate. (Ed). Mundi-prensa 194-195-196-197p.

Ortega L. D. 2010. Efecto de los sustratos en el cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero. Colegio de postgraduados. Campus Puebla.14p.

Paredes, Z. A. 2009. Manual: Cultivo del tomate en invernadero. Cundinamarca-Colombia. Corpoica. P. 20-22-23-24-25-26.

Paván, MA. 1995. Interpretación de los análisis químicos del suelo y recomendaciones de encalado y fertilizantes. PROCAFE/IRI/USAID. Nueva san salvador, el salvador, C.A.

Perea, E. 2011 Alto crecimiento de agricultura protegida; hay desorden y abandono regional.

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

Pérez. C. J. 2004. Agricultura ecológica: una alternativa al desarrollo sustentable en el campo mexicano. El cotidiano.

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

- Preciado, R. P. Sánchez. B. F., Velazco, V. V.A., Frías, P. J., Fortis, H. M., García, H. JL., Rueda, P. E.O., y Márquez. H. C. soluciones nutritivas preparadas con fuentes orgánicas de fertilización. Agricultura Orgánica. Tercera parte.2010.
- Quesada. B. P. 2011. Uso de compost y arena volcánica como sustratos en un sistema hidropónico abierto para cultivo protegido de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*). Tecnológico de Costa Rica sede, Regional San Carlos.
- Ramírez. V. y R. Sainz. 2006. Enfermedades fungosas aéreas. Manejo integrado de las enfermedades del tomate. 1ª ed. México.
- Resh h.1993 cultivos hidropónicos. Nuevas técnicas de producción. Trad, j. santos caffarena, José (Ed) mundi-prensa Madrid España.
- Rick, C.M. 1978. The tomato. Scientific American, 239: 67-76.
- Rodríguez, D. N., E. Favela Ch. P. Cano R., A. Palomo G. A. Moreno R. 2005. Evaluación de sustratos en la producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero. XI congreso nacional Sociedad Mexicana de ciencias hortícolas. UACH. Chihuahua, Chi. México. Del 27 al 29 de septiembre del 2005.
- Rodríguez, R. Tavares, R. y Medina, 2001. Cultivo Moderno del Tomate 2ª. Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España .206 p.
- Rodríguez, R. Tavares, R. y Medina, J.1984. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 206 p.
- SAGARPA. Secretaria de energía: energías renovables para el desarrollo sustentable en México. 2009. Tecnologías de mitigación. Consulta el 19 de nov. 2014. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/cambioclimatico/Tecnologias_mitigacion.pdf
- SAGARPA. Secretaria de energía: energías renovables para el desarrollo sustentable en México. 2009. Elaboración de composta. Consulta el 20 de nov. 2014. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboracion%20de%20composta.pdf>
- Salunkhe, D. Kadam, S. 1998. Handbook of vegetable science and technology: production, composition, storage, and processing. Marcel Dekker. New York. 721p.

- San Martin. H. C. 2012. Calidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) Producido en hidroponía con diferentes granulometrías de tezontle. Colegio de Postgraduados.
- Sánchez. C. F. 2008. Perspectivas de horticultura protegida en México. Primer curso de especialización en horticultura protegida. UACH. Departamento de fitotecnia. P.
- Santiago, J. Mendoza, M., Borrego, F.1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, MILL) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis licenciatura. En UAAAN. Torreón Coahuila, México.
- Solís. S. M. 2007. Evaluación de variedades de tomate con fertilización orgánica bajo invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. U.L. Tesis: para alcanzar el grado de Ing. Agrónomo en Horticultura.
- Valdez, L. 1990. Producción de hortalizas. Ed. Limusa. México. 248p.
- Villareal, R 1982. Tomates. Traducido del inglés por E. Camacho. Instituto interamericano de Cooperación para la agricultura. San José. Costa Rica. 9-21 p.
- William E. de León. 2009. Evaluación ambiental de la producción del cultivo del tomate. Instituto
- Zarate. N, et al,. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Hidropónico con sustratos, bajo invernadero, tesis de maestría. C.I.D.I.R. Oaxaca, México.

VII. APÉNDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza para, peso de fruto en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. UAAAN-UL.2014.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	4.076	2.038	0.730	0.578NS
Bloques	1	1.009	1.009	0.361	0.609NS
Error	2	5.581	2.791		
Total	5	10.666			

CV% 26.68%

Media 6.26 NS: No Significativo

Cuadro A2. Análisis de varianza para, para diámetro polar de fruto en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles.F1 UAAAN-UL.2014.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	0.466	0.233	2.870	0.258NS
Bloques	1	0.000	0.000	0.002	0.970NS
Error	2	0.162	0.081		
Total	5	0.628			

CV% 4.97%

Media 5.718 NS: No Significativo

Cuadro A3. Análisis de varianza para, para diámetro ecuatorial fruto en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles. F1 UAAAN-UL.2014.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	1.909	0.545	1.492	0.401NS
Bloques	1	0.040	0.040	0.110	0.772NS
Error	2	0.731	0.365		
Total	5	1.861			

CV% 13.86

Media 4.358 NS: No Significativo

Cuadro A4. Análisis de varianza para, espesor de pulpa de fruto en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles.F1 UAAAN-UL. 2014.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamiento	2	0.010	0.005	14.33	0.065NS
Bloques	1	0.001	0.001	3.857	0.188NS
Error	2	0.001	0.0005		
Total	5	0.012			

CV% 2.90

Media 0.771 NS: No Significativo

Cuadro A5. Análisis de varianza para, números de lóculos de fruto en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles.F1 UAAAN-UL. 2014.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	0.059	0.029	0.772	0.564NS
Bloques	1	0.038	0.038	1.007	0.421NS
Error	2	0.076	0.038		
Total	5	0.174			

CV% 8.36

Media 2.33 NS: No Significativo

Cuadro A6. Análisis de varianza para, determinar los °Brix de los frutos en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles.F1 UAAAN-UL. 2014.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	1.038	0.519	0.832	0.546NS
Bloques	1	0.028	0.028	0.045	0.852NS
Error	2	1.248	0.624		
Total	5	2.314			

CV% 21.26

Media 3.735 NS: No Significativo

Cuadro A7. Análisis de varianza para, rendimiento por hectárea en los sustratos evaluados para el híbrido Aquiles.F1 UAAAN-UL. 2014.

FV	GL	SC	CM	Fc	Sig.
Tratamientos	2	283.770	141.885	0.730	0.578NS
Bloques	1	70.096	70.096	0.361	0.609NS
Error	2	388.677	104.339		
Total	5	742.543			

CV%	19.58				
Media	52.168				NS: No Significativo