

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**PRODUCCIÓN DE TOMATE SALADETTE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
CON DIFERENTES PORCENTAJES DE VERMICOMPOST EN
INVERNADERO.**

POR:

IVÁN MORALES MORALES

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2015

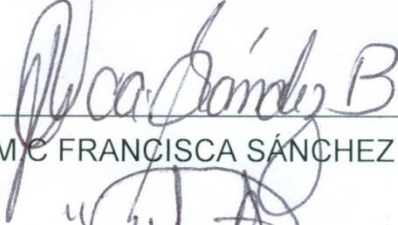
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. IVÁN MORALES MORALES

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

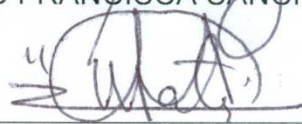
APROBADA POR:

PRESIDENTE:



M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL:



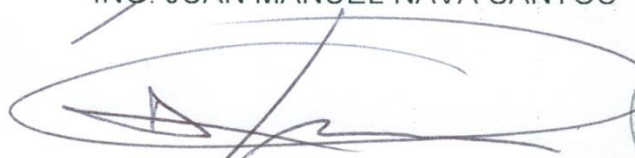
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL SUPLENTE:



DR. ALFREDO OGAZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

PRODUCCIÓN DE TOMATE SALADETTE (*Lycopersicon esculentum* Mill.)
CON DIFERENTES PORCENTAJES DE VERMICOMPOST EN
INVERNADERO.

POR:
IVÁN MORALES MORALES

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN IRRIGACIÓN

REVISADA POR EL COMITÉ DE ASESOR

ASESOR PRINCIPAL:


M.C FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:


M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR:


DR. ALFREDO OGAZ



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas


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

AGRADECIMIENTOS

A **DIOS** por haberme dado la vida, salud y fuerzas para salir adelante a pesar de los obstáculos que se encuentran en el camino y poder culminar este importante logro en mi vida.

A la “**Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**” por darme la oportunidad de realizar mis estudios como universitario, y permitir realizarme como profesionista y persona.

A mis asesores. Mc. Francisca Sánchez Bernal, Me. Víctor Martínez Cueto, Ing. Juan Manuel Nava Santos, Dr. Alfredo Ogaz. Por permitir formar parte de este trabajo en el presente proyecto, por sus enseñanzas, por sus apoyos y participación en la elaboración de este trabajo de investigación y sus amistades brindadas.

A mis amigos y compañeros de clases, con los que compartí estos años de alegría, tristeza, apoyo. Gracias a la oportunidad que se presentó por avernos conocido.

En especial agradecimiento a las personas: Verónica García, Dolores Días Antonio, Maricruz Vera Calderón, Maleny Borrallas Verdugo, Marvey Gálvez Gonzales, Bilgai Morales Morales, Omar López y Jesús Nicolás. Más que mis amigos son mis hermanos por darme su amistad incondicional y al compartir experiencias buenas y malas junto a ellos.

DEDICATORIA

A DIOS por darme la vida, salud, por derramar bendición en mí, por darme la oportunidad de haber tenido una familia maravillosa que cree en mí y que se ha forzado para lograr mis sueños y por permitir llegar a esta etapa de mi vida.

A mis padres:

Aurelia Morales Velázquez porque es la que me dio la vida, la persona que me abrió las puertas para que yo eligiera mi camino. La que me vio caer y con su voz, con sus consejos levantarme para seguir adelante. La que me enseñó que la vida no es fácil pero que todo tiene solución. **Gracias Madre.**

Ezequiel Morales Pérez por ser la persona que me explico que no todo en la vida es tener fácil las cosas, que toda acción conlleva una responsabilidad y que solo se logra con el trabajo y mucho esfuerzo. Por su apoyo en las cosas que he decidido. **Gracias Papá.**

Gracias por darme la dicha , la confianza y el deseo de poder cumplir una meta más en la vida que si no fuera por ustedes no hubiese encontrado el camino del bien y gracias a Dios por tener la dicha de tenerlos. Con cariño, y amor y respeto por lo que ha sido y será...Gracias.

A mis Hermanos:

Ana María Morales por su apoyo en esta etapa de mi vida, por los buenos consejos y su gran amor que me ha brindado durante toda mi vida. Agradezco a nuestros padres que me dieran el orgullo de decir al mundo "tengo una hermana", una sola pero la mejor. Gracias por todo.

Marco Antonio Morales por su apoyo, cariño y comprensión que me ha brindado en todo momento y sobre todo por ser un verdadero amigo.

Dionel Morales por los buenos consejos, por brindarme apoyo en todo momento, por ser una gran persona un ejemplo a seguir.

Gracias hermanos son quienes quiero y aprecio con todo corazón de mi vida, donde este siempre están presente porque sé que con todos aquellos momento de sufrimiento, alegrías, diversión con ustedes lo he vivido “gracias por todo”.

A mis abuelos: por ser unas personas maravillosas que siempre nos inculcaron hacer cosas bien, y por los consejos enseñanzas muchas gracias.

A mis sobrinos

Diana Jazmín Morales Hernández, Aarón Daniel morales y Fernando Daniel morales quienes ustedes son la alegría de la familia, son la razón de mi vida, quienes me dan una razón más para ser mejor cada día y que me han motivado seguir adelante. Los quiero...

A mis cuñados: Arely Hernández y Agustín Daniel ortega quienes llegaros hacer parte de la familia, gracias por los consejos y apoyo que siempre tomare en cuenta.

A mis Tíos: a ustedes que han sido un gran apoyo más en todo proceso de mi formación, gracias por sus consejos y sus buenos deseos.

A mis primos: por los buenos momentos que hemos compartidos. En especial a Gerardo Pérez y Gilma morales en esa familia que siempre hemos encuentra amor y alegría, por ser personas que siempre me han apoyado en todo.

RESUMEN

El tomate es la hortaliza más importante, por su amplia adaptación y por constituir una fuente de ingresos en el comercio de productos comestibles frescos e industrializados. El tomate orgánico en México alcanza un precio 5.84 veces mayor que el convencional; producirlo en invernadero, aumentaría los rendimientos y por ende el beneficio económico para el productor, sin embargo, es necesario un sustrato, que además de sostén, aporte cantidades considerables de elementos nutritivos que satisfagan las demanda del cultivo. El objetivo de esta investigación fue conocer el comportamiento de tomate tipo saladette producido en sustratos orgánicos en invernadero. Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos de diez repeticiones, cada repetición lo conforma una maceta. Los sustratos evaluados fueron: T1 (30% compost, 60% arena y 10% perlita); T2 (20% compost, 70% arena y 10%perlita) y T3 (10% compost, 80% arena y un 10% de perlita). Las variables evaluadas fueron peso de racimo, diámetro polar, diámetro ecuatorial, grados Brix y grosor de pulpa. No se encontró diferencia estadística entre tratamientos para las variables peso de racimo, diámetro polar y grosor de pulpa, sin embargo los resultados obtenidos muestran que el T1 (30% compost, 60% arena y 10% perlita) obtuvo los mayores valores numéricos para estas variables; peso de racimo con 475.5 g, diámetro polar con 5.4 cm, y grosor de pulpa con 0.60 cm. Respecto a la variable grados Brix, se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos, en la cual sobresale el tratamiento 1 (30% compost, 60% arena y 10% perlita)con 3.7° Brix.

Palabras clave: Tomate, sustrato, producción, vermicompost, invernadero.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN	IV
ÍNDICE	V
ÍNDICE DE CUADROS	VIII
ÍNDICE DE APÉNDICE	IX
1. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVO.....	3
HIPÓTESIS	3
II. Revisión de literatura.....	4
2.1. Generalidades del tomate	4
2.2. Origen.....	4
2.3 Taxonomía.....	5
2.4 Descripción morfológica del tomate.....	5
2.4.1 Planta	5
2.4.2 Indeterminadas	6
2.4.3 Determinadas	6
2.4.4 Semilla.....	6
2.4.5 Raíz	7
2.4.6 Tallo.....	7
2.4.7 Hojas	7
2.4.8 Flor	7
2.4.9 Fruto	8
2.4.10 Polinización	8
2.5 Invernadero	9
2.5.1. Generalidades de invernadero	9
2.5.2 Antecedentes de tomate en condiciones de invernaderos y con sustratos orgánicos.....	10
2.5.3 ventajas de producción en un invernadero	11
2.5.4 Desventajas de producción en un invernadero	12
2.6 Exigencia de clima	12
2.6.1 Temperatura	12

2.6.2	Humedad relativa.....	13
2.6.3	Luminosidad	13
2.7	Sustratos en la horticultura protegida.....	14
2.8	Generalidades de los sustratos.....	14
2.9	Propiedades de los sustratos	15
2.9.1	Propiedades físicas	15
2.9.2	Propiedades químicas	16
2.9.3	Propiedades biológicas.....	18
2.10	Clasificación de los sustratos	18
2.11	Sustratos orgánicos	19
2.12	Sustratos inorgánicos o inertes.....	20
2.13	La agricultura orgánica.....	20
2.14	Ventajas y desventajas de la producción orgánica.....	21
2.15	Abonos orgánicos.....	22
2.16	Compost.....	22
2.16.1	Propiedades físicas y químicas del compost.	23
2.17	Vermicompost o humus de lombriz	25
2.17.1	Propiedades físicas y químicas del vermicompost	25
2.18	Sistema de plantas tutoradas.....	26
2.19	Plagas	27
2.19.1	Mosquita blanca (<i>Bemisia Tabaci</i>).....	27
2.19.2	Minador de la hoja (<i>Liriomyza spp</i>).....	27
2.19.3	Gusano del fruto (<i>helicoverpazea</i>).....	28
2.19.4	Paratrioza (<i>Bactericeracockerelli</i>).....	28
2.19.5	Trips (<i>Frankliniellaoccidentalis</i>).....	29
2.19.6	Araña roja (<i>Tetranychus spp.</i>)	30
2.20	Enfermedades	30
2.20.1	Cenicilla del tomate	30
2.20.2	Tizón Tardío.....	31
2.20.3	Tizón temprano.....	31
2.20.4	Moho gris.....	32
2.20.5	Cáncer bacteriano	32
III.	Materiales y métodos.....	34
3.1.	Ubicación geográfica de la comarca lagunera	34
3.2.	Características del clima.	34

3.3.	Localización del experimento	34
3.4.	Características del invernadero.....	34
3.5.	Diseño experimental	35
3.6.	Siembra en charola	35
3.7.	Llenado de bolsas.....	35
3.8.	Trasplante	35
3.9.	Riego.....	36
3.10.	Manejo del cultivo.	36
3.10.1.	Tutorado	36
3.10.2.	Poda y desoje.....	36
3.10.3.	Polinización	36
3.10.4.	Control de plagas y enfermedades.....	37
3.10.5.	Cosecha	37
3.11.	Variables evaluadas.....	37
3.11.1.	Rendimiento	37
3.11.2.	Peso de racimo	37
3.11.3.	Diámetro polar.....	38
3.11.4.	Diámetro ecuatorial	38
3.11.5.	Grados Brix (°Brix)	38
3.11.6.	Espesor de pulpa (cm).	38
3.12.	Análisis estadístico.....	38
IV.	Resultados y discusión	39
4.1.	Rendimiento	39
4.2.	Peso de racimo	39
4.3.	Diámetro ecuatorial	40
4.4.	Diámetro polar.....	40
4.5.	Grados Brix.	41
4.6.	Grosor de pulpa	42
V.	CONCLUSIONES	44
VI.	Bibliografía.....	45
VII.	Apéndice.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Peso de fruto (g) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomatosaladette en invernadero. UAAAN-UL. 2014.....	39
Cuadro 2. Diámetro ecuatorial de fruto (cm) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomate saladetteen invernadero. UAAAN-UL. 2014.....	40
Cuadro 3. Diámetro polar del fruto en (cm) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomate saladetteen invernadero. UAAAN-UL. 2014.....	41
Cuadro 4. Grados Brix resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomatosaladette en invernadero. UAAAN-UL. 2014.....	42
Cuadro 5. Grosor de pulpa (cm) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomatosaladette en invernadero. UAAAN-UL. 2014.....	43

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro A 1 Análisis de varianza para la variable peso de racimo en laproducción de tomate saladette (<i>lycopersiconesculentum</i> Mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	51
Cuadro A 2 Análisis de varianza para la variable diámetro polaren laproducción de tomate saladette (<i>lycopersiconesculentum</i> Mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	51
Cuadro A 3. Análisis de varianza para la variable largo de frutoen laproducción de tomate saladette (<i>lycopersiconesculentum</i> mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	51
Cuadro A 4. Análisis de varianza para la variable grados Brixen laproducción de tomate saladette (<i>lycopersiconesculentum</i> mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	52
Cuadro A 5 Cuadr. Análisis de varianza para la variable groso de pulpaen laproducción de tomate saladette (<i>lycopersiconesculentum</i> mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.	52

1. INTRODUCCIÓN

El sustrato es un factor clave para la producción de hortalizas, plántulas y flores en invernadero. En México hay una amplia variedad de materiales (polvo de coco, tezontle, perlita, pumacita, tepezil, compostas, turba, corteza de pino, cascarilla de arroz, entre otros) que se emplean como sustratos; sin embargo, se le ha dado poca importancia a su caracterización la cual desempeña un papel clave en el manejo agronómico del cultivo (Lemaire et al., 2003).

Burés (1998), señala que de las características físicas y química del sustrato depende el manejo del riego y la fertilización, mientras que en la caracterización biológica se evalúa la estabilidad del material y la liberación de elementos o sustancias que pudieran afectar al cultivo.

Dentro de los sustratos orgánicos, sobresalen la composta y la vermicomposta, debido a que sus procesos de elaboración son métodos biológicos que transforman restos orgánicos de distintos materiales en un producto relativamente estable (Claassen y Carey 2004).

La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices. Como sustrato permite satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos hortícolas en invernadero y reduce significativamente el uso de fertilizantes sintéticos. Además, el vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CLC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad, lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento. (De la Cruz, 2009).

El compostaje y la vermicomposta son procesos aeróbicos de transformación de residuos orgánicos, animales y vegetales, que ocurren constantemente en la naturaleza bajo la acción de lombrices, bacterias y hongos descomponedores de la materia orgánica. El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor importancia como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, que ayuda el crecimiento de las plantas y

devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo. Asimismo, mejoran las características físicas y previenen la erosión del suelo, reducen la dependencia de insumos externos de alto costo económico y ambiental, enfocado a una agricultura sostenible, en donde se disminuye y elimina el empleo de agroquímicos a fin de proteger el ambiente, y la salud animal y humana (Uribe y Jesús, et al 2000).

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es la hortaliza, cuya parte comestible es el fruto, considerada la segunda especie hortícola más importante después de la papa por la superficie sembrada que abarca (3.6 millones de hectáreas) (Ramírez, 2002).

Por otro lado, la tendencia actual de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, presentándose producciones de tomate de 300 a 500 ton/ha/año, en función del nivel de tecnificación del invernadero, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales (Muñoz, 2003).

OBJETIVO

Evaluar la producción de tomate tipo saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Con sustratos orgánicos en invernadero.

HIPÓTESIS

El porcentaje de vermicompost en el sustrato influye en la producción y calidad del tomate saladette

II. Revisión de literatura

2.1. Generalidades del tomate

El tomate es la hortaliza más importante, por su amplia adaptación y por constituir una fuerte de ingresos en el comercio de productos comestibles frescos e industrializados: además, de contener un alto valor nutritivo (Cáceres, 1984).

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

2.2. Origen

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), pertenece a la familia de la solanáceas. Se cree que es originario de la faja costera del oeste en América del sur, cerca de los 30° latitud sur de la línea ecuatorial. En la región andina del Perú se encuentran, a lo largo y ancho, numerosos parientes silvestres y cultivados del tomate, también en Ecuador y Bolivia, así como en las islas Galápagos. Estos parientes comestibles del tomate ocupan diversas condiciones ambientales basadas en altitud y latitud, representan un amplio grupo de genes para el mejoramiento de la especie (Alcazar y Esquinas, 1981).

Actualmente, el tomate ocupa un papel preponderante en la economía agrícola mundial de muchos países, siendo la hortaliza más sembrada del mundo y un producto esencial en la alimentación de varias regiones, cuyo consumo juega un papel importante en la gastronomía. (Noreña et al. 2013).

2.3 Taxonomía

De acuerdo a Navarro - Lara (2001) la taxonomía del tomate:

Nombre común: Tomate o jitomate

Nombre científico: *SolanumLycopersicon*

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanes

Familia: Solanáceae

Tribu: Solaneae

Género: Solanum

Especie: Lycopersicon

2.4 Descripción morfológica del tomate

Chamarro (2001) describe las principales características morfológicas de la planta de tomate como a continuación se indica:

2.4.1 Planta

Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.

2.4.2 Indeterminadas

Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

2.4.3 Determinadas

Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

2.4.4 Semilla

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

2.4.5 Raíz

El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. Una sección transversal de la raíz principal pone de manifiesto la existencia de tres zonas claramente diferenciadas: la epidermis el córtex y el cilindro central o vascular. (Nuez, 1995).

La raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad; sin embargo, cuando la planta se propaga mediante trasplante, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento en consecuencia se favorece el crecimiento de raíces secundarias laterales las que , principalmente, se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo.(Grajales y Sánchez, 1997).

2.4.6 Tallo

Eje con un grosor que oscila entre 2-4 cm. En su base sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. (Moreno, 2007).

2.4.7 Hojas

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 foliolos con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los foliolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

2.4.8 Flor

Las flores del tomate son perfectas o hermafroditas, regulares e hipóginas y constan de 5 o más sépalos y de 6 a más pétalos. Tienen un pistilo con cinco estambres unidos en sus anteras y formando un tubo que lo encierra, conformación que favorece la autopolinización. El pistilo está compuesto de un ovario, de un estilo largo, simple y levemente engrosado. (Noreña et al.2013).

Las flores aparecen unidas al eje principal o a las ramificaciones secundarias, originándose en las axilas de las hojas de estos; cada flor se compone de 6 sépalos y 6 pétalos los que se unen entre sí y con los estambres (en su porción filamentosa), el ovario es supero con 2-10 carpelos, con estigma corto, de tal manera que las anteras, por ser alargadas, envuelven al estigma y al estilo (Garza, 1985).

2.4.9 Fruto

El fruto es una baya de forma muy variada. En los principales cultivares comerciales es oblada (aplanada) con rebordes longitudinales o lisa; hay también elipsoidales y piriformes. En los tomates-malezas predominan los frutos esféricos (León, 1987).

2.4.10 Polinización

La polinización se realiza para ayudar al cuajado de los frutos, esta práctica mejora la calidad y productividad. El cultivo de tomate bajo agricultura protegida se ve limitado por no tener las condiciones óptimas para que la fructificación se desarrolla sin problemas. Dentro de los invernaderos debe optarse por mecanismos que produzcan movimiento de los racimos florales para obtener una buena polinización. Las plantas deben de polinizarse por lo menos tres veces a la semana, con el fin de lograr una óptima formación de los frutos. El mejor momento para realizar la polinización es en horas de la mañana, dado que el polen es más viable y su desprendimiento es fácil (Syngenta, 2010).

2.5 Invernadero

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima y, con ello, cultivar plantas en condiciones óptimas.

El invernadero es una estructura en que las partes correspondientes a las paredes y el techo están cubiertos con películas plásticas, con la finalidad de desarrollar cultivos en un ambiente controlado de temperatura y humedad. Se pueden tener construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo, o sofisticadas, con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente, los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otros. (Jaramillo et al, 2007.)

2.5.1. Generalidades de invernadero

Las casas de cultivos son instalaciones que tienen por objetivo el de proteger a las plantas de la incidencia de la alta radiación solar de las fuertes lluvias propias de los países tropicales, proporcionando una máxima aireación al cultivo, teniendo como ventaja principal el hecho de ser operables por pequeños y medianos productores especializados en el cultivo de la hortalizas, así como por cooperativa y empresas interesadas en esta producción con un costo de inversión inicial.

Las casas de cultivo, constituyen una tecnología muy promisor para extender el calendario de producción y lograr una alta productividad y calidad de las hortalizas durante todo el año. Es una técnica que permite modificar, total o parcialmente las condiciones ambientales, para que las plantas se desarrollen en un medio más favorable que el existente al aire libre (Olimpia 2000.)

2.5.2 Antecedentes de tomate en condiciones de invernaderos y con sustratos orgánicos

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

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

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

La diferencia entre la producción en invernadero de tomate convencional contra la orgánica, varia en el tipo de sustrato, las prácticas de fertilización y el método de control de problemas fitosanitarios, la prevención es lo más importante, en caso de los sustratos, un periodo de transición, de tres a cinco años, sin aplicación de agroquímicos incluyendo fertilizantes, por la volatilización o transformación de los residuos persistentes en el suelo. (Hernández et al. 2005).

5.3 ventajas de producción en un invernadero

Según Sganzerla, 1987, Wittwer y Castilla, 1995, Zeidan, 2005. Las ventajas de producción de un invernadero son:

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

- ❖ Disminución en la utilización de pesticidas: dentro del invernadero es posible la utilización de mallas y cubiertas para evitar la entrada de insectos, lo que permite un control más efectivo de las plagas, disminuyendo el uso de pesticidas.

2.5.4 Desventajas de producción en un invernadero

Quinteros, (1998), señala algunos inconvenientes antes de construir o comprar un invernadero y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos, estos son:

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

2.6 Exigencia de clima

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

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

2.6.1 Temperatura

La temperatura es el principal factor climático que influye la mayoría de los estados de desarrollo y procesos fisiológicos de la planta. El desarrollo satisfactorio de sus diferentes fases (germinación, crecimiento vegetativo, floración, fructificación y maduración de frutos) depende del valor térmico que la planta alcanza en el invernadero en cada periodo crítico. El tomate es una planta sensible a cambios extremos de temperaturas y/o humedades, siendo necesario mantener estas últimas dentro del rango óptimo para el desarrollo del cultivo. (Martínez, 2001).

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

2.6.2 Humedad relativa

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

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

2.6.3 Luminosidad

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

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

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

2.7 Sustratos en la horticultura protegida

El termino sustrato en la agricultura se aplica a todo material sólido, natural o de síntesis, distinto del suelo *in situ*, que colocado en un contenedor o bolsa, en forma pura o en mezcla, permite el desarrollo del sistema radical y el crecimiento del cultivo (Abad y Noguera, 2000).

Las técnicas culturales utilizadas en la producción vegetal han experimentado rápidos y notables cambios durante las tres últimas décadas, como son los diseños de invernaderos y el riego automatizado. Junto a estos cambios tecnológicos se ha producido una notable sustitución del cultivo tradicional en el suelo por el uso de otros soportes y sustratos, más o menos inertes, lo que brinda la posibilidad, con los conocimientos que existen sobre la nutrición vegetal y nuevos fertilizantes, de realizar un cultivo más ajustado a las necesidades específicas y estacionales, creando toda una técnica de cultivo forzado en la cual sustratos y fertilización tienen una gran importancia (Ballester – olmos, 1992).

2.8 Generalidades de los sustratos

2.9 Propiedades de los sustratos

La planta de tomate puede ser sostenida y cultivada en diferentes tipos de materiales. De hecho, la planta puede ser cultivada y sobrevivir en cualquier medio de cultivo si las raíces pueden penetrar en el sustrato, pero la supervivencia no es un objetivo fundamental, por lo que se debe continuar investigando a fin de encontrar sustratos y condiciones de cultivos óptimas (Abad, 1995).

Según Osvaldo (1999), para obtener buenos resultados en el crecimiento y desarrollo de las plantas de tomate, los sustratos requieren las siguientes propiedades.

2.9.1 Propiedades físicas

Las propiedades físicas del medio de cultivo son de primera importancia ya que una vez que este se encuentre en el recipiente y la planta esté creciendo en él, no es posible realizarle modificaciones.

Densidad aparente.

Se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen, incluyendo el espacio poroso entre las partículas (Ballester – Olmos, 1992).

Granulometría.

El tamaño de las partículas del sustrato así como las dimensiones de los poros que estas determinan son dos características que van a condicionar el desarrollo de las plantas, puesto que la aireación radical y la retención de agua van a estar en función de aquellas (Abad, 1995).

De la naturaleza y del tamaño de partículas del sustrato dependerán principalmente sus propiedades físicas, como el reparto de aire y agua y la disponibilidad para las raíces (Gallo y Viana 2005).

Porosidad total.

Es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser Usados ventajosamente en determinadas condiciones. (INFOAGRO, 2007).

Consecuentemente, una alta porosidad total no indica por sí misma una buena estructura del sustrato, sino que es necesario conocer la relación entre la fracción de la porosidad que proporciona el agua y aquella que proporciona la aireación. El total de poros existentes en un sustrato se divide en: poros capilares de pequeño tamaño (menor de 30 micras), que son los que retienen el agua y los poros no capilares o macroporos, de mayor tamaño (superior a 30 micras), que son los que se vacían después que el sustrato ha drenado, permitiendo así la aireación (Osvaldo, 1999).

2.9.2 Propiedades químicas

Las propiedades químicas de los sustratos caracterizan las transferencias de materias entre el sustrato y la solución del sustrato. Estas transferencias son reacciones de disolución e hidrolisis de los constituyentes minerales (químicas), reacciones de intercambio de iones (físico - químicas) y reacciones de biodegradación de la materia orgánica (bioquímicas) (Abad, 1995).

PH.

La reacción del sustrato es importante porque ejerce sus efectos sobre la disponibilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la

actividad biológica. El nivel óptimo del pH del sustrato del pH del sustrato para el cultivo del tomate es de 5,5 a 7,5 (Ballester – Olmos, 1992).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC).

Según Nuez, (2001); se define como la suma de los cationes cambiables que pueden ser adsorbido por unidad de peso (o de volumen) del sustrato. Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto lixiviante del aguay están usualmente disponibles para la planta.

Salinidad

La salinidad de una solución acuosa se mide por su contenido en sale disueltas (mg/l o ppm) o, más comúnmente, por su capacidad para conducir la corriente eléctrica o conductividad (en mili Siemens por cm, mS/cm, o micro Siemens por cm μ S/cm) (Gallo y Viana 2005).

Conductividad Eléctrica (C.E)

El valor de la C.E. constituye un buen indicador de la salinidad de un sustrato, y depende de la concentración de iones en la disolución y de la temperatura, no influyendo en ella la urea ni otros compuestos orgánicos que no se ionizan. (Abad, 1995).

Presión osmótica (P.O.)

La presión osmótica (P.O.) es muy importante para la absorción de agua por las plantas y depende de la cantidad de solidos disueltos en la solución del medio, estando influenciada por la urea y otros compuestos orgánicos que no alteran la C.E., debiendo mantenerse entre 0.5 y 2.0 atmosfera al 50% de humedad (Abad, 1995).

2.9.3 Propiedades biológicas

Todos los sustratos orgánicos, incluso los relativamente estables, son susceptibles a la degradación biológica continuas, viéndose favorecida en esta situación por las condiciones ambientales que prevalecen en los invernaderos. La población microbiana es la responsable de dicho proceso, pudiendo resultar finalmente su actividad biológica en deficiencias de oxígeno y de nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. Así pues, la descomposición de la materia orgánica en los medios de cultivo, considerada de modo global, es de favorable desde el punto de vista hortícola (Osvaldo, 1999).

Pastor (2002) Algunas de las propiedades biológicas principales son:

- ❖ Actividad reguladora del crecimiento. Actividad hormonal que puede favorecer el desarrollo vegetal.
- ❖ Actividad enzimática. Favorece la disponibilidad de elementos nutritivos para las plantas.
- ❖ Micorrizas. la presencia de *Rhizobium*, *Azotobacter*, hongos vesículo-arbusculares en los sustratos pueden favorecer la correcta nutrición de las plantas.
- ❖ Formación de complejos metálicos. Las sustancias húmicas forman complejos con algunos elementos metálicos, como el hierro, manganeso, cinc y cobre, aumentando la disponibilidad de micronutrientes para las plantas.

2.10 Clasificación de los sustratos

Los sustratos pueden clasificarse en grupos de acuerdo a su origen y pueden ser: naturales, industriales y artificiales. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta (García, 1996).

El uso de sustratos en la agricultura es común en cultivos intensivos, especialmente en invernadero, teniendo como ventajas principales que permite el control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la cosecha, incremento en calidad de fruto y reducción de riesgos por enfermedades y plagas. En México hay una amplia variedad de materiales que se emplean como sustratos (polvo de coco, tezontle, perlita, pumacita, tepezil, compost, turba, corteza de pino, cascarilla de arroz, humus de lombriz entre otros); sin embargo, se le ha dado poca importancia a su caracterización la cual desempeña un papel clave en el manejo agronómico del cultivo (Vargas et al, 2008).

2.11 Sustratos orgánicos

Los sustratos orgánicos se caracterizan por sus componentes principales como: materia orgánica, que la acompaña una serie de organismos y microorganismos activos que benefician a la planta, además de contar con una cantidad de nutrimentos muy elevada como: N, P, K, Ca, etc. Estos se encuentran libres de patógenos, sin mal olor y diferente material original, estos abonos se realizan por procesos aerobios y anaerobios, el proceso aerobio requiere oxígeno lo cual se proporciona por aireación y/o mezcla ya que los microorganismos presentes de este tipo de procesos son aerobios o anaerobios facultativos; mientras que en el proceso anaeróbico sus poblaciones son anaerobias o anaerobias facultativas (Melgarejo y Ballesteros, 1997). Entre los sustratos orgánicos destacan:

La fibra de coco: es el producto resultante del compostaje de la corteza de coco, constituye un excelente sustrato por su capacidad de retención de humedad, ofreciendo grandes ventajas para la mezcla con otros sustratos (García et al, 2001).

Turba: es el conjunto de materias orgánicas producidas por la descomposición lenta de vegetales en zonas con exceso de humedad y deficiente oxigenación (Ballester – Olmos, 1992).

La cascarilla de arroz: es un sustrato utilizado para mezcla fundamentalmente con ya que este es muy liviano y su capacidad de retención de humedad es baja, con un 40%, ya mezclado. (HYDRO ENVIRONMENT, 2015)

2.12 Sustratos inorgánicos o inertes

Son aquellos que no reaccionan químicamente con el agua o fertilizantes, de modo que no le proporcionan nutrimentos a las plantas pero si les dan otros beneficios como un buen anclaje, retención de aire y de agua. Algunos sustratos inertes serian: vermiculita, perlita lana de roca, etc. (Infoagro, 2007).

Arena: es un material de naturaleza silícea y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original, posee una fracción granulométrica comprendida entre 2.0 y 0.02 mm. La arena es el sustrato más utilizado, se estima que en el 60%de la superficie total bajo condiciones protegidas e hidroponía se emplea este material (Muñoz, 2003).

Perlita: es un material silicio de origen volcánico y tiene la capacidad de absorber de 3 a 4 veces su peso en agua, carece de capacidad de tampón y de intercambio catiónico, no obstante es útil para incrementar aireación (Ortega et al., 2010).

Vermiculita: la vermiculita es un material constituido químicamente por magnesio, aluminio, hierro y silicio. Cuando se somete a una temperatura de 1000 °C, su estructura se modifica, expandiéndose en capas parecidas a la espuma (Samperio-Ruiz, 2004).

2.13 La agricultura orgánica

En México la superficie destinada al cultivo de alimentos orgánicos representa el 2.3 por ciento de los 21.7 millones de hectáreas que representan

la frontera agrícola. Los productos orgánicos mexicanos son aceptados en el ámbito internacional por que cumplen con los estándares establecidos en materia de inocuidad y se obtiene bajo el método de la conservación del medio ambiente. El consumo de productos orgánicos en el mundo se encuentra principalmente en países como Alemania, Francia, reino unido, países bajos, suiza, Suecia, Dinamarca, Austria y estados unidos. México, agrego que tiene más de 70 millones de dólares anuales por concepto de exportaciones de dichos productos. (SAGARPA, 2009).

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

2.14 Ventajas y desventajas de la producción orgánica.

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

Ventajas

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

Desventaja

- ❖ Tecnología y asistencia técnica limitada
- ❖ Baja disponibilidad de insumos orgánicos.
- ❖ Dificultad en garantizar el cumplimiento de métodos orgánicos.
- ❖ Mercados limitados con altas exigencias
- ❖ Difícil renunciar a insumos químicos y la reducción del uso de maquinaria.

2.15 Abonos orgánicos

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

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

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

2.16 Compost

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.

Secretaría de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. (Torres, 2007).

El uso del compost como sustrato o componente de sustrato ha sido objeto de un excelente trabajo, en el que se analizan los principales factores limitantes y se efectúan unas recomendaciones genéricas, planteándose alternativas de futuro que permitan obtener compost de calidad, con unas propiedades adecuadas para su empleo como sustrato o componente de sustratos de cultivo. El grado de madurez del compost es, juntamente con la salinidad, una de las características más importantes que condicionan la promoción del compost de biorresiduos, ya que la compost fresco, no suficientemente maduros, presentan fitotoxicidad residual, que puede afectar negativamente a la fisiología de las raíces y las plantas. (Ansorena et al., 2008).

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

2.16.1 Propiedades físicas y químicas del compost.

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

Propiedades físicas

- ❖ **Humedad:** El contenido de humedad de un compost es función de su naturaleza, del proceso y las condiciones de

almacenamiento. Se expresa como el contenido en agua con relación al peso seco (g de agua/100 g peso seco).

❖ Densidad aparente: Describe un método experimental para propiedades físicas de mejoradores de suelos y los sustratos de cultivo. La densidad aparente compactada de elaboración es una determinación previa y necesaria de la muestra para realizar extractos acuosos volumen/volumen para la caracterización química de los materiales.

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

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

Propiedades químicas

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

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

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

2.17 Vermicompost o humus de lombriz

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

Característica del vermicompost, material oscuro, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, facilita su asimilación por las raíces e impide que estos sean lixiviados con el agua de riego manteniéndolos disponibles por más tiempos en el suelo y favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Favorece e incrementa la actividad biótica del suelo. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas en contra de plagas, enfermedades y organismos patógenos. Los ácidos húmicos y fúlvicos que contiene regeneran las características químicas del suelo y, al igual que cierto tipo de hormonas de crecimiento favorecen el desarrollo de las especies vegetales. Posee un pH neutro. Mejora las características estructurales del terreno, desliga suelos arcillosos y agrega suelos arenosos. (Reséndez, 2006).

2.17.1 Propiedades físicas y químicas del vermicompost

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

Propiedades físicas

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

Propiedades químicas

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

2.18 Sistema de plantas tutoradas

López, (1994), señala que algunas hortalizas y flores requieren de sostén para desarrollarse adecuadamente, por el peso del fruto y porque las raíces no crecen igual que en un campo para solucionar dicho problema. Los tutores pueden ser de madera, de alambre delgado, o rafia y pueden ser individuales o colectivos. El sistema de tutorado consiste en prevenir el contacto de los frutos con el suelo y es muy recomendado por el consumo directo. Agrega que la práctica de tutoreo es fundamental hacerlo con oportunidad antes de que las plantas se caigan. Normalmente el tutoreo se realiza cada 8 días pero varía conforme va apareciendo un ramillete acortándose en verano y alargándose en invierno cuando las plantas han alcanzado una altura de 2.0 a 2.5 metros de altura.

2.19 Plagas

2.19.1 Mosquita blanca (*Bemisia Tabaci*).

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

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

Daños: Merma el rendimiento y la calidad de los frutos. La fumagina que recubre sus secreciones afecta la fotosíntesis y mancha los frutos. Transmite graves enfermedades (*geminivirus*) como el virus del rizado amarillo del tomate (TYLCV).

2.19.2 Minador de la hoja (*Liriomyza spp*).

Existen varias especies de minadores de hojas que pertenecen al orden Díptera de la familia Agromyzidae, entre las que se encuentran: *Liriomyza munda*, *L. trifoli*, *L. pictella* y *L. sativae*. Los adultos miden aproximadamente de 2 a 3 milímetros de longitud, son de color negro brillante y se distinguen porque la región posterior de la cabeza es de color negro, el tercer segmento de la antena es pequeño, redondo, amarillo y pubescente, la parte dorsal del protórax y mesotórax es de color negro, metotórax amarillo; el abdomen ventralmente es de color amarillo. El ciclo de vida de huevo a adulto requiere de tres semanas bajo condiciones favorables de temperatura y humedad. La larva nace a los 4 días después de haber sido depositado el huevo y completa su desarrollo en un lapso de 10 días (López y Gastélum, 2003).

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

2.19.3 Gusano del fruto (*helicoverpazea*).

Las larvas de estas son plagas de importancia del jitomate, ya que dañan a los frutos desde la formación hasta la maduración; una vez afectados se pudren a consecuencia de la penetración de hongos, bacterias e insectos quedando inutilizados para el mercado (Pacheco, 1985).

Cuando hay frutos en la planta la larva al emerger inmediatamente penetra el fruto, son de hábitos canibalísticos, por lo que solo se encuentra una larva por fruto. Estas pasan por seis instares larvarios alcanzando un tamaño de 4 cm, generalmente el estado larvario lo completan en un solo fruto, a menos que sea muy pequeño, entonces puede dañar varios frutos; después se dirigen al suelo y se transforman en pupa (Morón y Terrón, 1988).

2.19.4 Paratrioza (*Bactericeracockerelli*).

Descripción: La paratrioza es un insecto picador chupador de savia, forma colonias en el reverso de las hojas. Adultos (1.6 mm) con dibujos en negro, blanco y ámbar, ojos rojos y alas transparentes en tejado. A diferencia de los pulgones carecen de “cuernitos” sobre el abdomen. Ninfas de forma oval

(Rodeadas de filamentos cerosos cortos), móviles, primero amarillentas y luego verdes, con los ojos rojos. Pasan por tres estadios ninfales.

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

Daños: además de la succión de savia, la paratrioza secreta una toxina. Afecta el rendimiento los tomates resultan pequeño. Además, produce una cera llamada *salerillo* que se deposita sobre las hojas y los frutos. Transmite el permanente del tomate (PT), que ocasiona aborto de flore, enchinamiento y además las hojas se doblan como “empanadas”; reduce en 60% o más el rendimiento. Hospederas en tomate, chile, papa, otros cultivos y malezas. (Bayer de México, 2012).

2.19.5 Trips (*Frankliniella occidentalis*)

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

Biología: la hembra inserta sus huevecillos en tejidos tiernos. Las ninfas pasan por 3 estadios ninfales; en el último, la ninfa permanece inactiva (*pseudopupa*). La duración del ciclo biológico es de 10 - 20 días con varias generaciones anuales.

Daños: deforma y deshidrata las hojas ocasionando el detenimiento de las plantas jóvenes. Afecta también la calidad de los frutos. Transmite el virus de la marchitez manchada del tomate (TSWV), enfermedad muy grave. Hospederas en tomate, chile, berenjena, otros cultivos y malezas.

2.19.6 Araña roja (*Tetranychus spp.*)

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

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

Control Biológico: *Phytoseiulus californicus* y *Phytoseiulus persimilis*.

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

2.20 Enfermedades

2.20.1 Cenicilla del tomate

Oidiopsis taurica – fase asexual

Leveillulataurica – fase sexual

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

La enfermedad: los conidios llegan con el viento a las plantaciones, infectando las hojas, primero las más viejas (sin que aparezcan síntomas por 18 -21 días). Después, aparecen en las hojas manchitas verde-amarillo de

centro café y por el reverso una cenicilla muy poco perceptible. Las manchas se multiplican rápidamente ocasionando defoliación con daño a los frutos.

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

2.20.2 Tizón Tardío

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

Síntomas y daño al cultivo: puede afectar y destruir hojas, ramas, y frutos. Usualmente el primer síntoma es el doblamiento hacia abajo del peciolo de las hojas infectadas. Aparecen manchas irregulares verdosas y acuosas en hojas, peciolos y tallos, las cuales se agrandan para formar lesiones rojizo-oscuros que pueden rodear los tallos y matar el follaje en el extremo de las ramas. Los síntomas aparecen en los frutos al caer ñas esporas del hongo en los hombros del mismo. Las lesiones del fruto tienen un aspecto grasoso. (Productores de hortalizas, 2006).

2.20.3 Tizón temprano

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

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

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

2.20.4 Moho gris

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

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

2.20.5 Cáncer bacteriano

Clavibacter michiganensis subsp. *michiganensis* (CMM), aunque relativamente esporádico en incidencia es de naturaleza tan destructiva que debe practicarse vigilancia en la selección y manejo de patrones de semilla, preparación y manejos de sustratos en invernadero, selección y preparación del suelo para producción en campo abierto. Es una enfermedad vascular

(sistémica) y superficial con una amplia gama de síntomas que resultan en pérdida del área fotosintética, marchitez y muerte prematura, así como producción de frutos no comerciables. El organismo se transmite por la semilla y puede sobrevivir durante periodos cortos en el suelo, estructura del invernadero y equipos, y por periodos más largos en residuos vegetales.

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

III. Materiales y métodos

3.1. Ubicación geográfica de la comarca lagunera

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

3.2. Características del clima.

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

3.3. Localización del experimento

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

3.4. Características del invernadero

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

3.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con tres tratamientos y 10 repeticiones (cada repetición lo conforma una maceta). Los tratamientos evaluados consistieron en la utilización de diferentes porcentajes de compost en combinación con otros sustratos, quedando como a continuación se describe, T1 (30% compost, 60% arena y 10% perlita); T2 (20% compost, 70% arena y 10%perlita) y T3 (10% compost, 80% arena y un 10% de perlita).

3.6. Siembra en charola

La siembra de la semilla se realizó en una charola de unicel de 200 cavidades, el sustrato para germinación que se utilizó fue Peatmoss, depositándolo en las cavidades de la charola. La siembra se efectuó el día 28 de marzo del 2014, depositando una semilla por celdilla, agregando una pequeña capa de sustrato (peatmoss) para tapar la semilla, esta se colocó dentro de una bolsa de plástico color negro para conservar la humedad, luego se pasó al interior del invernadero # 3.

3.7. Llenado de bolsas.

Se realizó el llenado de bolsas de plástico de color negro con capacidad de 10 kg y perforadas en la base para el drenaje. Se realizó el llenado con los diferentes porcentajes de sustrato, se realizaron 3 mezclas de arena, composta y perlita, para la combinación de los tratamientos descritos anteriormente.

3.8. Trasplante

El trasplante se realizó el día 8 de mayo del año 2014, cuando la planta alcanzó una altura de 12 a 15 cm. Para la colocación de las plantas de tomate se hicieron orificios en el sustrato a una profundidad aproximadamente de 8-10

cm, Se le aplicó un riego pesado. Para mojar el sustrato y de esa manera realizar el trasplante colocando una planta por maceta.

3.9. Riego

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

3.10. Manejo del cultivo.

3.10.1. Tutorado

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

3.10.2. Poda y desoje

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

3.10.3. Polinización

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

3.10.4. Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se realizaron revisiones cada dos días para detectar la presencia de plagas y enfermedades. Las plagas que más se presentaron fueron la mosquita blanca (*Bemisiatabaci*), Paratrioza (*Bactericeracockerelli*). Araña roja (*Tetranychus spp.*). Se controló con NIMICIDE 80, es un producto orgánico a base de extracto de Neem, se aplicó por aspersión con una dosis de 0.50 Lts/Ha.

3.10.5. Cosecha

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

3.11. Variables evaluadas

3.11.1. Rendimiento

Para esta variable se tomó en cuenta el peso de racimo de cada planta, se consideró la distribución de las macetas, teniendo en 1m² del invernadero, tres macetas (con una plantapor maceta), así se realizó una extrapolación para obtener un rendimiento de toneladas por hectárea.

3.11.2. Peso de racimo

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

3.11.3. Diámetro polar

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

3.11.4. Diámetro ecuatorial

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

3.11.5. Grados Brix (°Brix)

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

3.11.6. Espesor de pulpa (cm).

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

3.12. Análisis estadístico

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

IV. Resultados y discusión

4.1. Rendimiento

El análisis de varianza para la variable rendimiento total, no presento diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo el T1 presento el mayor valor numérico en rendimiento total con 14.27 Ton/ha⁻¹ mientras que el menor valor lo presento el tratamiento T3 con 12.5 Ton/ha⁻¹.

4.2. Peso de racimo

El análisis de varianza, para esta variable, no mostro diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Los valores de peso de racimo fueron entre 417.75 y 417.50 g. El T1 fue el que obtuvo el mayor valor numérico para esta variable el T3 presento el peso promedio más bajo.

El peso por racimos obtenido en este trabajos similaral reportadopor Agüero (1998) con un peso de racimo promedio de 450.06 g para el genotipo“Juan Pablo”, en la evaluación de sustratos para producción detomate saladetteen invernaderocon el tratamiento a base de 25% de compost y 35% de arena de rio.

Nicolás (2007), reporta promedios de peso de racimo de 650 g a 930 g evaluando efectos de diferentes concentraciones de potasio en parámetro de calidad en jitomate tipo saladette en hidroponía.

Cuadro 1. Peso de fruto (g) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomatesaladette en invernadero. UAAAN-UL. 2014.

Tratamiento	media (g)	nivel de significancia
1	475.50	A
2	427.09	A
3	417.75	A
DMS =113.16 C.V.=14.860		

T1= Mezcla de 30%de compost + 60% de arena + 10% de perlita, T2= Mezcla de 20% de compost + 70% de arena + 10% de perlita, T3= Mezcla de 10% de compost + 80 % de arena + 10% de perlita.

4.3. Diámetro ecuatorial

Para la variable Diámetro ecuatorial no se encontró diferencia significativas entre tratamientos, pero cabe destacar que el tratamiento 2 obtuvo el mayor diámetro con 5.3 cm, superando al T1 con 4.4 cm mientras que el menor diámetro ecuatorial lo obtuvo el T3 con 4.2 cm.

El resultado obtenido para esta variable es parecido al reportado por Cruz (2013) al evaluar el comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencia de riego, con un diámetro de 5.03 cm.

Cuadro 2. Diámetro ecuatorial de fruto (cm) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomate saladetteen invernadero. UAAAN-UL. 2014.

Tratamiento	media (cm)	nivel de significancia
2	5.31	A
1	4.41	A
3	4.24	A
DMS =1.71	4.65	C.V.=21.23

T2= Mezcla de 20% de compost + 70% de arena + 10% de perlita, T1= Mezcla de 30%de compost + 60% de arena + 10% de perlita, T3= Mezcla de 10% de compost + 80 % de arena + 10% de perlita.

4.4. Diámetro polar

El análisis de varianza no detecto diferencia significativa entre tratamientos, obteniendo una media de 5.31cm. Sin embargo el mayor valor numérico fue para el T2 con 5.4 cm. y el T3 obtuvo el menor valor numérico con 5.1cm.

Los resultados anteriores son similares a los reportados por Vicente (2012) quien obtuvo un diámetro polar de 5.4 cm al evaluar el comportamiento del tomate establecido en diferentes sustratos y láminas de riego.

Cuadro 3. Diámetro polar del fruto en (cm) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomate saladetteen invernadero. UAAAN-UL. 2014.

Tratamiento	media (cm)	nivel de significancia
1	5.48	A
2	5.26	A
3	5.19	A
DMS= 0.65	5.31	C.V.=7.13

T1= Mezcla de 30%de compost + 60% de arena + 10% de perlita, T2= Mezcla de 20% de compost + 70% de arena + 10% de perlita, T3= Mezcla de 10% de compost + 80 % de arena + 10% de perlita.

4.5. Grados Brix.

De acuerdo al análisis estadístico para la variable Grados Brix se encontró diferencia significativa entre tratamientos. Los tratamientos 1 y 2 se comportaron de forma similar con 3.7 y 3.6 °Brix, pero diferentes estadísticamente al T3 que solo alcanzo 3.1 °Brix.

El presente trabajo señala valores similares a los obtenido por Reed (2008) al evaluar dos genotipos de tomate en sustratos orgánicos en invernadero, obteniendo valores comprendidos entre 3.76 a 3.93 °Brix.

Márquez-Hernández, et al. (2011), obtuvieron una media de 4.6 a 5.7°Brix al evaluarsoluciones nutritivas de micronutrientes para tomates en un sistema hidropónico, estos valores son superiores a los encontrados en el presente trabajo. Esta diferencia se puede deber a que en un sistema hidropónico se le proporciona a la planta los nutrientes en las cantidades adecuadas a la etapa fenológica en que se encuentre. A diferencia de un sustrato a base de vermicompost, en que la planta toma los nutrientes que

estén disponibles, independientemente de la etapa fenológica en que se encuentre.

Según Nicolás (2007) el clima durante la maduración del fruto, y la disponibilidad de agua, influyen en el contenido de sólidos solubles totales; al variar la concentración en frutos de una misma variedad entre 4 y 7 %. Además, fruto disperso, madurez tardía, bajo rendimiento y fruto pequeño incrementa el contenido de sólidos solubles totales. Los cultivares de maduración temprana tienen menor porcentaje de sólidos solubles totales respecto a los de maduración tardía (0.56 % y 0.61 %, respectivamente) y disminuye, en 10 %, la relación sólidos solubles / ácido cítrico.

Los resultados obtenidos para grados Brix en este trabajo, quedan por debajo de la cantidad requerida para ser considerados de buena calidad, ya que para tomate fresco debe de contener un mínimo de 4.0° Brix y en tomate para el procesado industrial debe estar en un rango de 4.5 - 5.5°Brix, de acuerdo a Preciado, et al. (2011).

Cuadro 4. Grados Brix resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomatesaladette en invernadero. UAAAN-UL. 2014.

Tratamiento	media (Grados Brix)	Nivel de significancia
1	3.77	A
2	3.68	A
3	3.17	B
DMS= 0.5012	3.54	C.V.=8.180283

T1= Mezcla de 30%de compost + 60% de arena + 10% de perlita, T2= Mezcla de 20% de compost + 70% de arena + 10% de perlita, T3= Mezcla de 10% de compost + 80 % de arena + 10% de perlita.

4.6. Grosor de pulpa

De acuerdo con el análisis estadístico para la variable grosor de pulpa, (figura 5), no presento diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo el tratamiento que más sobresale en valor numérico, es T1 con una media de

0.60 cm y el sustrato con menos grosor es el T3 con una media de 0.57 cm. obteniendo una media general de 0.58 cm, estos valores de grosor de pulpa son similares a los obtenidos por Vicente (2012) al evaluar el comportamiento del tomate establecido en diferentes sustratos y láminas de riego,obteniendo una media general de 0.54 cm.

Cuadro 5. Grosor de pulpa (cm) resultado de la evaluación de porcentajes de vermicompost como componente del sustrato, en la producción de tomatesaladette en invernadero. UAAAN-UL. 2014.

Tratamiento	media (cm)	nivel de significancia
1	0.60	A
2	0.58	A
3	0.57	A
DMS= 0.0805	0.58	C.V.=7.89

T1= Mezcla de 30%de compost + 60% de arena + 10% de perlita, T2= Mezcla de 20% de compost + 70% de arena + 10% de perlita, T3= Mezcla de 10% de compost + 80 % de arena + 10% de perlita.

V. CONCLUSIONES

Para las variables evaluadas, peso de racimo, diámetro ecuatorial, diámetro polar, y grosor de pulpa no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Sin embargo para los grados Brix se presentó diferencia significativa, el T1 (Mezcla de 30% de compost + 60% de arena + 10% de perlita) y T2 (Mezcla de 20% de compost + 70% de arena + 10% de perlita) se comportaron de forma similar, con 3.7 y 3.6 °Brix; mientras que el tratamiento menos sobresaliente fue el T3 (Mezcla de 10% de compost + 80 % de arena + 10% de perlita) con 3.1 grados Brix.

De los sustratos utilizados, el tratamiento que más sobresalió con valores numéricos altos, en la mayoría de las variables para calidad de fruto (peso de fruto, diámetro polar, grados Brix y grosor de pulpa) fue el T1 (Mezcla de 30% de compost + 60% de arena + 10% de perlita).

VI. Bibliografía

- Abad, M. Sustratos para cultivo sin suelo. En: El cultivo del tomate. Madrid: Mundi-prensa, 1995. P. 131-166.
- Abad y Noguera, P. 2000 los sustratos en cultivo sin suelo. Manual de producción Hortícola. INCAPA.
- Agüero García F. (2008). Evaluación de cuatro sustratos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo condiciones de invernadero. Torreón Coahuila México. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. División de carreras agronómicas. P. 57.
- Alcazar y Esquinas, J.T. 1981. Genetics Resources of Tomatoes and Wild Relatives. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.
- Ansorena, J. Batalla, E. y Merino D. (2010). Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos. Laboratorio Agroambiental fraisoro. Zizurkil. P. 35.
- Ballester-Olmos, J. sustratos para el cultivo de plantas ornamentales. Hojas divulgadoras (11), 1992.
- Bayer de México, S.A. de C.V. (2012). Guía de identificación de plagas y enfermedades tomate. México, D.F. pp. 1-25.
- Burés S. (1998). Introducción a los sustratos. J. N. pastor S. (ed). Universidad de Lleida, España. Pp. 19 – 31.
- Casseres E. (1984). Producción de hortaliza. Tercera edición. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura. San José, costa rica. Pp. 71-105.
- Castro Sánchez M. (2005). Manejo de enfermedades del tomate. Curso INCAPA “manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa. Disponible en: <http://www.funprover.org/formatos/manualTomate/Manejo%20de%20Enfermedades%20del%20Tomate.pdf> [citado 10 de febrero de 2014].
- Céspedes C. (2005). Agricultura orgánica principios y prácticas de producción. Centro regional de investigación Quilamapu. Chillán, Chile. P. (10, 11).
- Chávez Néstor y Wang Amy. (2004) combate del moho gris (*Botrytis cinérea*) de la fresa mediante *Gliocladium roseum*. Agronomía costarricense 28(2): 73-85.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. En: F. Nuez (Ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi – Prensa- México.

- Claassen VP, Carey JL (2004) Regeneration of nitrogen fertility in disturbed soils using composts. *Compost Sci. Util* 12(2): 145-152.
- Comisión Nacional del Agua (CNA), 2002; gerencia regional, cuencas centrales del norte, subgerencia regional técnica y administrativa del agua, Torreón, Coahuila.
- Cruz solar Edwards P. (2013). Comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego. Torreón Coahuila México. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. División de carreras agronómicas. P. 57.
- De la cruz L. Botello E. torres R. Osorio O. Hernández M. Sánchez H. (2009). Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato. Tabasco México. P. 59.
- Dimas J. López Mtz. Estrada A. Rubin E. cepeda R. (2001). Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. P. 223.
- García, C., R. (1996). Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. Chapingo, México.
- García, O., Cabrera, R.L, Gavi. F. y Volke V. (2001). Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum Wallisii* cultivadas en maceta. *Rev. Terra Latinoamericana*, julio-septiembre, 2001. Vol. 19. 003 p. 249-258.
- Gallo, R; Viana, O. 2005. Evaluación agronómica de sustratos orgánicas en la producción de platines de tomate *Lycopersicon esculentum*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, UY, Universidad de la República, facultad de agronomía. P. 80.
- Garza López, J. (1985). Las hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Depto. De fitotecnia, UACH. Chapingo México, p.4
- Grajales Pérez M. y Sánchez Márquez F. (1997). Mejoramiento genético de hortalizas. Segunda edición. Universidad autónoma de Chapingo. México. . pp. 152.
- Hernández, M., C. Cano, R., P. y Cueto, M., V. (2005). Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna. INIFAP-Laguna. Matamoros, Coahuila. México. P. 1,2.
- HolwerdaTjalling H. (2006). CropKit. Guía de manejo nutrición vegetal de especialidad tomate. university of Adelaide, Australia. P. 14. Disponible en: http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop_Kit_Tomato_L-ES.pdf [Citado 8 de diciembre 2014]. Formato PDF.

- HYDRO ENVIRONMENT. (2015) Tipos de sustratos para hidroponía. Estado de México. Disponible en: www.hydroenv.com.mx [citado 11 de febrero de 2015].
- Infoagro. 2007. Tipos de sustratos de cultivo (en línea). Infoagro España. Disponible en: http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm [Citado 11 de febrero 2015]
- JARAMILLO, J.; RODRÍGUEZ, V. P.; GUZMÁN, M.; ZAPATA, M.; RENGIFO, T. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Primera Edición. Colombia. P. 37.
- Lemaire, F. Fatigues, L. Reviere, M. charpentier, P. Morel. (2003). Cultures en post etconteneurs, principesAgronomiques at applications. 2ª ed. INRA. Paris. P. 210.
- León Jorge. (1987). Botánica de los cultivo tropicales. Editorial agro américa. Tercera edición, IICA, 2000. P. 318.
- López M., M. y R. Gastélum. 2003. La importancia del minador de la hoja *liriomyzaspp*. En los cultivos de tomate y chile y su manejo. Diagnóstico y manejo de las principales plagas de tomate y chile. Fundación produce Sinaloa A.C.
- López, T.M. 1994. Horticultura. Primera Edición. Editorial trillas S.A. de C.V. México DF. Pp. 45, 47, 171, 286, y 245.
- Márquez H. C. y Cano R. P. (2003). Producción orgánica de tomate bajo invernadero. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México.
- Martínez, P.F. 2001. Cultivo del tomate en invernadero frio. Curso de formación de formadores en horticultura protegida y semiprotegida. Santa cruz de la sierra. Bolivia: Agencia española de cooperación internacional. P. 15.
- Martínez, O., D. Olarte, S., J. Mendoza, O. Castro, S., E. Ramos, S., A. y Ramos, M., F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum mill*) bajo condiciones de invernadero. Vol. 6. Universidad autónoma indígena de México. Mochicahui, El fuerte, Sinaloa México. Pp. 339-346.
- Melgarejo R., M. y I. Ballesteros M., (1997). Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Revista colombiana de Química. 26(2): 3-7.
- Moreno Casco J. y Morales Herrero R. (2007). Compostaje. Ed. Mundi-Prensa. Editorial Aedos, s. a. Barcelona. Pp. (292-295).

- Moreno Nuño Raúl. (2007). Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, baja california. P. 4.
- Morón, M.A y R.A. Terrón. 1988. Entomología práctica. Una guía para el estudio de los insectos con importancia agropecuaria, medica, forestal, y ecológica de México. Instituto de ecología, A.C. México, D.F. pp. 417-419.
- Muñoz R.J.J. (2003). El cultivo de tomate en invernadero. INCAPA. México. pp. 226-262.
- Navarro-Lara, p. (2011). Caracterización y evaluación de variedades de tomate en invernadero ecológico. Trabajo de investigación. Universidad de Almería.
- Nicolás H. B. (2007). Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum mil.*) hidropónico con sustratos, bajo invernadero. Tesis Maestría en ciencias en conservación y aprovechamiento de recursos naturales. Santa cruz xoxocotlán, Oaxaca, México. Instituto politécnico Nacional. P.176.
- Noreña, J. y Rodríguez, V. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum. mill*). Corpoica. Centro de investigación la selva Rio negro, Antioquia, Colombia. P.12.
- Noreña, J. Rodríguez, V. vallejo, L. león G. (2013). Tecnología para el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas. Edición corpoica. Colombia. P. 99, 94.
- Nuez Fernando. (1995). El cultivo del tomate. 1er edición. España. pp. 47, 49.
- Nuez V, F. 2001. El cultivo de tomate. México, Ediciones Mundi prensa. P. 193.
- Olimpia G.; casanova A.; Laterrot H.; G. 2000. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el caribe. Instituto de investigaciones hortícolas "Liliana Dimitrova". La Habana. P. 159.
- Ortega-Martínez L.; Sánchez-Olarte J.; Ocampo-Mendoza J; Sandoval-Castro E; Salcido-Ramos B.A. y Manzo- Ramos F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero. Rev. Ra Ximhai. 6(3):339-346.
- Oswaldo Lara F. D. (1999). Evaluación de sustratos y biofertilizantes para cultivo del tomate (*lycopersicon esculentum Mill.*) utilizando la tecnología de cepellones. Tesis de maestro en ciencias Nutrición de las plantas y Biofertilizantes. Instituto Nacional de ciencias agrícolas. Departamento de Biofertilizantes y Nutrición de las plantas. La Habana. P. 17.

- Pacheco, M.F. (1985). Plagas de los cultivos agrícolas en sonora y baja california. 1ª Ed. Editorial CIANO. SARH.INIA. campo agrícola experimental valle del yaqui. Cd. Obregón, sonora, México. Pp. 222-223.
- Pastor Burés S. (2002). Sustratos: propiedades físicas, químicas y biológicas. Ediciones Agrotecnicas. S.L. p. 78.
- Productores de hortalizas. (2006). Plagas y enfermedades del tomate. Guía de identificación y manejo. pp.12, 20.
- Quintero, S.J. (1998) Invernaderos: sistemas agrícolas México.
- Ramírez Villapudua, J. (2002). Producción de hortalizas en invernadero con enfoque orgánico. Memoria de la XIV semana internacional de agronomía FAZUJED. Pp. 47,48.
- Reed Del Rio Gerardo J. (2008). Comparación de 2 genotipos de tomate en sustratos orgánicos en invernadero. Tesis de licenciatura. Torreón, Coahuila, México. UAAAN UL. División de carreras agronómicas. P. 113.
- Reséndez moreno A. (2006) origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Departamento de suelos. Universidad autónoma agraria Antonio narro – unidad laguna. Coahuila de Zaragoza. P. (6-7).
- Rodríguez-Dimas N., Cano-Ríos, P., Figueroa-Viramontes U., Favela-Chávez, E., Moreno-Reséndez A., Márquez-Hernández C., Ochoa-Martínez E., Preciado-Rangel P. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Revista Terra Latinoamericana 27 (1): 319-327.
- Romero, C.S. (1988). Hongos Fitopatógenos. Patronato universitario. Universidad autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. P. 143.
- SAGARPA. (2008) Abonos orgánicos. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Abonos%20organicos.pdf> (consultado el 10 de enero del 2015).
- SAGARPA. (2009). Estudio estadístico sobre cultivos orgánicos en baja california. Secretaria de fomento agropecuario oficina estatal de información para el desarrollo rural sustentable. Baja california. (P. 4,5).
- SAGARPA. (2014). Ventajas y desventajas de la producción orgánica. México. P. 12.
- Samperio-Ruiz, G. 2004. Un paso más en la hidroponía. Editorial Diana S. A. de C. v. México. Pp. 57-70.

- Santibáñez, E., 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. Primera edición. Tipografía Reza. S.A. Torreón, Coahuila, México. P.14.
- Sganzerla, E. (1987) Nova Agricultura: A fascinante arte de cultivar com os plásticos. Brasil: porto alegre. Petroquímica triunfo. P. 297.
- Syngenta. (2010). Boletín Técnico producción de tomate bajo invernadero. Segunda edición. P. 34, 35.
- Tot compost, S.L. (2005). Aprovechamiento de residuos orgánicos. P. 2,3. Disponible en: <http://www.totcompost.com/descargas/aplicaciones%20vermicompost.pdf>. [Consultado 10 de febrero de 2015].
- Torres cedillo (2007). L. 5 Elaboración de composta. SAGARPA. P. 1. Departamento de suelos, UACH. Chapingo, estado de México. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf> [citado 11 de febrero de 2015].
- Uribe S. Jesús K. Melina U. (2000). Evaluación de lixiviados de composta y vermicomposta de residuos agropecuarios como mecanismo de fertilización y control de enfermedades en cultivos tropicales. Universidad politécnica del centro, tabasco.
- Valdez, L.A. 1990. Producción de hortalizas. Editorial Limusa, México DF. Pp. 198-222.
- Vargas Tapia, P., Javier Z castellanos-Ramos, P Sánchez-García, L Tijerina-Chávez, R M López-Romero y J L ojodeagua-Arredondo (2008) Caracterización física, química y biológica de sustratos de polvo de coco Rev. Fitotec. Mex.3 (4): 375 - 381.
- Vicente Martínez V. (2012). Comportamiento del tomate establecido en diferentes sustratos y láminas de riego. Tesis licenciatura. Torreón, Coahuila, México. UAAAN UL. División de carreras agronómicas. P. 65.
- Wittwer S.,H. y castilla, Nicolas. (1995). Protected Cultivation of Horticultural crops Worldwide.
- Zapata, E., C. (2004). Producción de tomate en invernadero. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México p.34.
- Zeidan, O. (2005). Tomato production under protected conditions. Israel: Mas-hav, cinadco, Mynitry of Agriculture and rural Development Extension service. P. 99.

VII. Apéndice

Cuadro A 1 Análisis de varianza para la variable peso de racimo en laproducción de tomate saladette (*lycopersiconesculentum*Mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados de medias	F calculada	Pr > F	Significancia
Sustratos	2	7687.507	3843.753	0.90	0.4557	NS
Repetición	3	47440.075	15813.358	3.70	0.0812	
Error	6	25664.756	4277.459			
Total	11	80792.340				
CV	14.8603					
Media	440.1142					
DMS	113.16					

Cuadro A 2 Análisis de varianza para la variable diámetro polaren laproducción de tomate saladette (*lycopersiconesculentum*Mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados de medias	F calculada	Pr > F	Significancia
Sustratos	2	2.666	1.333	1.36	0.3251	NS
Repetición	3	3.355	1.118	1.14	0.4047	
Error	6	5.868	0.978			
Total	11	11.890				
CV	21.2305					
Media	4.6583					
DMS	1.7112					

Cuadro A 3. Análisis de varianza para la variable largo de fruto en laproducción de tomate saladette (*lycopersiconesculentum*mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados de medias	F calculada	Pr > F	Significancia
Sustratos	2	0.1866	0.0933	0.65	0.5560	NS
Repetición	3	0.9566	0.3188	2.22	0.1870	
Error	6	0.8634	0.1439			
Total	11	2.0066				
CV	7.1396					
Media	5.3133					

DMS	0.6564
------------	--------

Cuadro A 4. Análisis de varianza para la variable grados Brix en la producción de tomate saladette (*lycopersiconesculentum* mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados de medias	F calculada	Pr > F	Significancia
Sustratos	2	0.8422	0.4211	5.02	0.0524	*
Repetición	3	0.6272	0.2090	2.49	0.1572	
Error	6	0.5033	0.0838			
Total	11	1.9728				
CV	8.1802					
Media	3.5408					
DMS	0.5012					

Cuadro A 5 Cuadr. Análisis de varianza para la variable grueso de pulpa en la producción de tomate saladette (*lycopersiconesculentum* mill.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero, UAAAN U, L. 2014; Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados de medias	F calculada	Pr > F	Significancia
Sustratos	2	0.0022	0.0011	0.51	0.6232	
Repetición	3	0.0178	0.0059	2.76	0.1344	
Error	6	0.0129	0.0021			
Total	11	0.0330				
CV	7.8954					
Media	0.5891					
DMS	0.0805					
