

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**COMPORTAMIENTO DEL TOMATE EN INVERNADERO CON DIFERENTES
SUSTRATOS ORGÁNICOS Y FRECUENCIAS DE RIEGO**

Por:

PEDRO EDWARDS SOLAR CRUZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Marzo de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

COMPORTAMIENTO DEL TOMATE EN INVERNADERO CON DIFERENTES
SUSTRATOS ORGÁNICOS Y FRECUENCIAS DE RIEGO

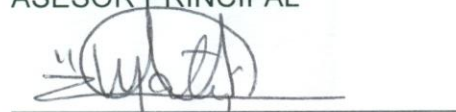
POR:
PEDRO EDWARDS SOLAR CRUZ

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

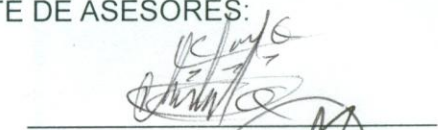
REVISADA POR EL COMITÉ DE ASESORES:



Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ
ASESOR PRINCIPAL



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR



Dr. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ
ASESOR EXTERNO



Dr. MARIO GARCÍA CARRILLO
ASESOR



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División
Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Marzo de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. PEDRO EDWARDS SOLAR CRUZQUE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

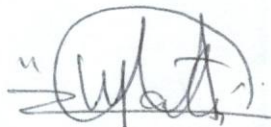
APROBADA POR:



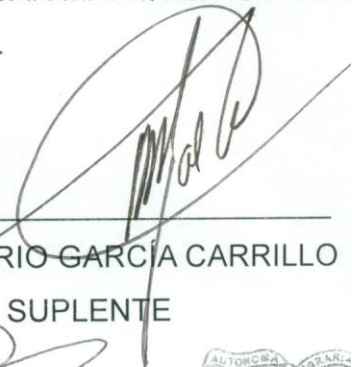
Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ
PRESIDENTE



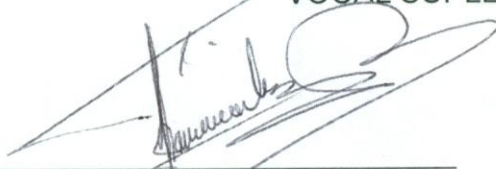
Dr. CÉSAR MÁRQUEZ QUIROZ
VOCAL



ME. VÍCTOR MÁRTINEZ CUETO
VOCAL



Dr. MARIO GARCÍA CARRILLO
VOCAL SUPLENTE



Dr. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México.

Marzo de 2013

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 haberme permitido estar en sus aulas para forjarme de conocimientos y permitir realizarme en mi formación profesional.

Al Dr. Alejandro Moreno Reséndez por su valiosa dirección en este trabajo, por brindarme sus conocimiento, tiempo, apoyo, amistad y por ser un ejemplo para seguir adelante.

Al Dr. César Márquez Quiroz por ser un gran amigo y por su ayuda incondicional en la elaboración de este trabajo, motivando a seguir en nuestra formación académica.

A los profesores de esta universidad que compartieron su tiempo, sus experiencias en las aulas y compartir sus conocimiento enriqueciendo así nuestra formación como profesionales.

Al Dr. Mario García Carillo y al ME. Víctor Martínez Cueto por brindarme su apoyo en la revisión de este trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Pedro Solar Cruz y María del Rosario Cruz Arreola

Por haberme dado la vida y el apoyo para poder seguir adelante con mis estudios, motivándome para enfrentar cualquier situación, luchar por nuestros sueños y alcanzar nuestras metas.

A mis hermanas:

Amada Isabel Solar Cruz

María del Rosario Solar Cruz

Por su cariño y apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida, motivándoles así, para que alcancen las metas que se propongan y tengan éxito en sus vidas.

A Citlali Guadalupe Cruz López:

Por ser un motivo para alcanzar mis sueños, por haber estado conmigo, apoyándome, ayudándome y enfrentar cualquier situación.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS	VII
RESUMEN	VIII
I.- INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos:.....	2
1.2.- Hipótesis:	2
II.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1.- El Cultivo del Tomate Bajo Invernadero en México.....	3
2.2.- La Agricultura Protegida.....	4
2.2.1.- Generalidades de los Invernaderos	5
2.3.- Producción Orgánica	7
2.4.- Uso de Abonos Orgánicos en Tomate.....	8
2.4.1.- Sustratos más Utilizados en el Cultivo de Tomate	9
2.4.2.- Turba.....	10
2.4.3.- Lana de roca.....	11
2.4.4.- Polvo de Coco	12
2.4.5.- Perlita.....	13
2.4.6.- Arena	14
2.4.7.- El Compost y Vermicompost.....	15
2.5.- El Té de Compost y Vermicompost.....	17
2.6.- Beneficios de los Abonos Orgánicos	17
III.- MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1.- Ubicación Geográfica de la Comarca Lagunera	19

3.2.- Localización del Experimento	19
3.3.- Condiciones Experimentales	19
3.4.- Diseño Experimental.....	20
3.5.- Material Vegetal	21
3.6.- Siembra	21
3.7.- Trasplante.....	22
3.8.- Riego	22
3.9.- Labores Culturales.....	23
3.9.1.- Tutorio.....	23
3.9.2.- Polinización.....	23
3.9.3.- Podas.....	24
3.9.4.- Control de Maleza.....	24
3.9.5.- Control de Plagas y Enfermedades	24
3.9.6.- Cosecha.....	25
3.10.- Variables Evaluadas	25
3.11.- Análisis Estadístico	26
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1.- Peso del Fruto	27
4.2.- Contenido de Sólidos Solubles	27
4.3.- Diámetro Polar.....	28
4.4.- Diámetro Ecuatorial	29
4.5.- Número de frutos	30
4.6.- Rendimiento.....	31
V.- CONCLUSIONES.....	33

VI.- LITERATURA CITADA.....	34
VII.- APÉNDICE	44

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Crecimiento de la superficie en agricultura protegida.....	5
Cuadro 2: Propiedades físicas de las turbas.....	11
Cuadro 3: Propiedades físicas de la perlita.	14
Cuadro 4: Composición de sustratos y sus frecuencias de aplicación de riego durante el desarrollo del tomate en condiciones protegidas.	21
Cuadro 5: Valores promedio y diferencia estadística de las variables evaluadas en tomate cv. Cuauhtémoc, desarrollado con sustratos orgánicos y diferentes frecuencias de riego bajo condiciones protegidas.	32

RESUMEN

El trabajo se realizó durante el ciclo agrícola Primavera-Verano de 2011 en el invernadero del Departamento de Horticultura en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL), para evaluar el comportamiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego, el experimento se condujo bajo un diseño experimental de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, teniendo como parcela de mayor tamaño el factor riego y de menor tamaño el factor sustrato, con cuatro repeticiones. Se evaluaron tres frecuencias de riego: riego diario (RCD), riego cada dos días (RC2D) y riego cada tres días (RC3D); y tres mezclas de sustratos: mezcla de arena con compost (AC), mezcla de arena con vermicompost (AVC) y mezcla de arena con compost y vermicompost (ACVC). A todos los sustratos se les aplicó té de vermicompost al 2.5 % de concentración. Se utilizó el híbrido tipo saladette cv "Cuauhtémoc", de crecimiento indeterminado. La siembra se realizó el 6 de marzo de 2011 en charolas de poliestireno de 200 cavidades utilizando como sustrato PeatMoss (Premier®). El trasplante se realizó el 9 de abril del mismo año en macetas de 18 L de capacidad. Las macetas se acomodaron a doble hilera, generándose una densidad de 4 plantas•m⁻². Las variables evaluadas fueron: peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pericarpio, rendimiento, número de frutos por planta, número de lóculos, contenido de sólidos solubles y altura de planta. Para este experimento la interacción sustrato-riego no obtuvo diferencias significativas pero cabe destacar que en la interacción ACVC-RCD se obtuvo el mayor rendimiento con 13.05 kg•m⁻², pero para hacer un uso

eficiente de agua, la interacción ACVC-RC3D generó resultados con mayor valor, como en rendimiento $10.72 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ y sólidos solubles $4.66 \text{ }^\circ\text{Brix}$ con calidad y tamaño del fruto adecuados. En el factor riego el mayor rendimiento lo obtuvo el RCD con $10.94 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ y en el factor sustrato, el ACVC con $12.00 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$.

Palabras clave: agricultura, compost, *Solanum lycopersicum*, vermicompost.

I.- INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) ocupa el tercer lugar en cuanto a volumen de producción mundial, ya que es la hortaliza que más se cultiva bajo condiciones protegidas, se consume en todo el mundo y alcanza precios elevados en el mercado internacional en ciertas épocas del año (Márquez *et al.*, 2009). En México, el tomate es la segunda especie hortícola más importante en cuanto a superficie sembrada, en sistemas protegidos la superficie supera las 2,000 ha, con rendimientos entre 100 y 500 t•ha⁻¹•año⁻¹, en función del nivel de tecnificación del invernadero (Sandoval, 2005; SIAP, 2011). Bajo el esquema de producción intensiva, en invernaderos, el manejo del agua es de gran importancia en la producción agrícola, debido a que participa en las funciones básicas del ciclo de las plantas (Castilla, 2005).

Para reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente, la calidad de los productos vegetales y obtener productos inocuos, se recomienda implementar el sistema de producción orgánico, el cual puede minimizar y/o suprimir el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas y reguladores de crecimiento inorgánicos (FAO, 2001). El compost y vermicompost como derivados de diversos desperdicios orgánicos, son una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos en invernaderos y reducir el uso de fertilizantes sintéticos (Manjarrez *et al.*, 1999), ya que contienen considerables

cantidades de elementos nutritivos de lenta liberación y en formas fácilmente disponibles para las plantas (Raviv, 1998; Ravivet *al.*, 2004; Ravivet *al.*, 2005). En estos sistemas de producción, el estrés nutrimental del cultivo puede evitarse adicionando otras fuentes de nutrición. El té de vermicompost, solución resultante de la fermentación aeróbica de vermicompost en agua, puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene elementos nutritivos solubles y microorganismos benéficos (Ingham, 2005).

1.1.- Objetivos:

Evaluar el efecto de diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego (riego diario, cada dos días y cada tres días) en el cultivo del tomate bajo condiciones protegidas.

1.2.- Hipótesis:

La combinación de diferentes sustratos y frecuencias de riego incide en el rendimiento y la calidad del fruto del tomate.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- El Cultivo del Tomate Bajo Invernadero en México

El sistema de producción de tomate bajo condiciones protegidas en México es relativamente nuevo, creando un impacto importante en los últimos años, por su incremento en: superficie cultivada, productividad, rentabilidad y calidad del producto. El rendimiento promedio que se genera con este sistema oscilade 5 a 8 kg•planta⁻¹, superando en aproximadamente, tres veces el obtenido a campo abierto (1.5 y 2 kg•planta⁻¹) (Jaramillo *et al.*, 2006).

En la última década, los sistemas de producción de tomate en México se han diversificado al usar cubiertas plásticas, riego por goteo, fertirriego y sistemas hidropónicos con el fin de incrementar surendimiento. Por otra parte, el sistema de invernaderos ofrece un mayor control de los factores bióticos y abióticos para la producción de hortalizas (Howard, 1998; Robles, 1999). 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 (Howard, 1998; Cabrera, 1999; Morel *et al.*, 2000).

Dodson *et al.* (2002) mencionan que la diferencia entre la producción en invernadero de tomate convencional contra la orgánica, varía en: tipo de

sustrato, prácticas de fertilización y método de control fitosanitario. Así mismo, Navejas (2002) señala que lo esencial contra la lucha de los insectos y enfermedades en los sistemas orgánicos, es la prevención y que en la actualidad, existen productos permitidos por las normas internacionales de productos orgánicos, para contrarrestar los efectos de estos organismos, los cuales se generan, principalmente, a partir de extractos vegetales.

2.2.- La Agricultura Protegida

Se define a la agricultura protegida como una serie de técnicas o sistemas de producción que permiten modificar el ambiente natural en el que se desarrollan los cultivos, con el propósito de alcanzar un crecimiento vegetal óptimo y un alto rendimiento, o bien obtener cosechas en fechas en las que con los cultivos conducidos tradicionalmente no pueden obtenerse, si no es con un alto riesgo (Ortega, 2010).

El invernadero es la herramienta clave de la agricultura protegida y puntualiza dos aspectos importantes: a) la eficiencia e idoneidad para condicionar algunos de los principales elementos del clima dentro de límites determinados, de acuerdo con las exigencias fisiológicas del cultivo; y b) la funcionalidad, definida como el conjunto de requisitos que permiten la mejor utilización del invernadero, tanto desde el punto técnico como económico (Bastida, 2007).

En México la horticultura protegida está en amplio crecimiento y

desarrollo (Cuadro 1). En el año de 1980 se reportaron 300 ha con este sistema de producción y en 2008 alrededor de 10 000 ha. Este sistema ha presentado un elevado crecimiento en los últimos años (entre 20 y 25 % anual), lo que ha generado contradicciones en el número de hectáreas actualmente establecidas (UAN, 2011).

Cuadro 1: Crecimiento de la superficie en agricultura protegida.

Año	Superficie (ha)
1980	300
1999	721
2005	3,214
2008	9,948

Fuente: AMPHI (2008).

2.2.1.- Generalidades de los Invernaderos

Los plásticos en la agricultura permiten desarrollar cubiertas, mangueras o conductos, recipientes, dispositivos de riego y de tutoreo, productos de manejo y de empaque; que posibilitan el manejo de variables como temperatura, control de plagas, humedad y riego, permitiendo, junto con el desarrollo de variedades de plantas y el avance en la ciencia de la nutrición y la sanidad, una verdadera revolución en el nivel de producción, que hacen de la actividad agrícola una actividad independiente típica de todas “las agriculturas” anteriores (Papaseitet *al.*, 1997).

Un invernadero es un espacio con el microclima apropiado para el óptimo desarrollo de una plantación específica, por lo tanto, la temperatura, humedad relativa y ventilación apropiadas permiten alcanzar alta productividad, a bajo costo, en menos tiempo, sin daño ambiental, protegiéndose de las lluvias, el

granizo, las heladas, los insectos o los excesos de viento que pudieran perjudicar a los cultivos (Henao, 2001).

Pieter de Rijk (2008) clasifica los invernaderos según su nivel tecnológico, donde el de nivel bajo es aquel 100% dependiente del ambiente, uso de tecnologías simples similares a utilizadas en cultivo a intemperie, nivel medio es semiclimatizado, riegos programados, suelo o hidroponía y el nivel alto climatización automatizada (mayor independencia del clima externo), riegos, computarizados, inyecciones de CO₂, y uso de sustratos.

Es importante destacar que tanto en México como en España, el 80% de la producción bajo invernadero se realiza en suelo. Una de las ventajas del cultivo en suelo es el que tiene una alta capacidad de amortiguamiento desde el punto de vista nutricional y de manejo del agua, es decir que en caso de tener interrupciones pasajeras en el suministro del agua y elementos nutritivos, el sistema no se ve tan afectado como ocurre con el sistema de cultivo en sustrato (Castellanos, 2003).

La producción en invernadero elimina algunos de los problemas de la agricultura orgánica citados por Gómez *et al.* (1999), ya que se garantizarían frutos durante todo el año, se evitarían los contratiempos ambientales y sobretodo aumentarían las ganancias, debido a la sobreproducción con relación a la producción en campo.

2.3.- Producción Orgánica

El término orgánico se aplica a los productos que se han generado en base a normas orgánicas a lo largo de la fase de producción, manipulación, elaboración y comercialización y que se han certificado por un órgano o autoridad de certificación debidamente constituida (Quintero y Gioanetto, 2006). Por otro lado, las tendencias actuales de los consumidores se enfocan a conocer el origen de los productos y de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, además del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo en fresco (Alrøe y Kristensen, 2004).

La agricultura orgánica se está desarrollando rápidamente; se tiene una estadística disponible de 138 países del mundo. La cuota de terrenos agrícolas y las explotaciones sigue creciendo en muchos países. Según la última encuesta sobre la agricultura ecológica en todo el mundo, se reportaron casi 30.4 millones de hectáreas manejadas orgánicamente en más de 700,000 fincas, durante el año 2006. Lo anterior, constituye 0.65% de las tierras agrícolas de los 138 países antes citados. En total, Oceanía posee el 42% seguida por Europa con 24% y América Latina con 16%. En el año 2006, los países con la mayor superficie orgánica fueron: Australia, China, Argentina y EE.UU con 12.3, 2.3, 2.2 y 1.6 millones de hectáreas, respectivamente (Willer et al., 2008).

2.4.- Uso de Abonos Orgánicos en Tomate

En el presente existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos. Una alternativa en la Comarca Lagunera es crear dicho sustrato a partir de estiércol, del cual se producen alrededor de 49 mil toneladas de materia seca mensuales (Luévano y Velásquez, 2001) en la Región, las cuales pueden ser sometidas a los procesos de composteo y/o vermicomposteo.

El cultivo del tomate en condiciones de sustrato, bajo invernadero, es capaz de producir frutos de excelente calidad, además de cumplir con los estándares de inocuidad alimentaria. Por otra parte, en años recientes, la demanda de productos desarrollados orgánicamente se ha incrementado, debido a que los abonos orgánicos permiten, como medios de crecimiento, mejorar las características cualitativas de los vegetales consumidos por el hombre (Tourat, 2000).

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

de los abonos orgánicos que ha estado siendo fuertemente impulsado es la aplicación del té de compost ya que representa una alternativa en el control de enfermedades de plantas hortícolas a escala comercial (NOSB, 2004).

2.4.1.- Sustratos más Utilizados en el Cultivo de Tomate

Un sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo (Alarcón, 2004). Dentro de sus funciones básicas está proveer agua y elementos nutritivos, permitir el intercambio gaseoso desde y hacia la raíz y brindar soporte a la planta. Por su parte, la materia prima es aquel material que puede ser combinado en proporciones volumétricas con otros componentes, para obtener balances adecuados de intercambio gaseoso, retención de agua y elementos nutritivos necesarios para el crecimiento de la planta (Schnelle y Henderson, 1991; Fonteno, 1996).

Ocampo *et al.* (2005) mencionan que los sustratos son una base para mejorar diversas composiciones de una región en particular, esperando con ello optimizar la producción y reducir costos. La selección ideal del sustrato, para un cultivo, permite optimizar la producción en los invernaderos y evitar el agotamiento del suelo, cuando éste ha sido el principal sustrato empleado.

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época, sistema de propagación, costo, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester,

2002).

Los sustratos más utilizados en el cultivo del tomate y que han mostrado resultados adecuados en crecimiento, desarrollo y producción, son: la turba, la lana de roca y el polvo de coco; sin embargo, la adquisición de éstos es costosa económicamente, por lo que se hace necesario la búsqueda de sustratos que proporcionen un adecuado rendimiento y con bajo costo en este cultivo bajo condiciones de invernadero. Dentro de los abonos orgánicos empleados en diversos sistemas de producción destaca el vermicompost, producido por la ingestión de diversos compuestos orgánicos por las lombrices (Atiyeh *et al.*, 2001).

2.4.2.- Turba

La turba es el conjunto de materias orgánicas producidas por la descomposición lenta de vegetales en zonas con exceso de humedad y deficiente oxigenación. Como consecuencia de estas condiciones, las materias orgánicas sólo se han descompuesto parcialmente; de ahí su aspecto fibroso característico y específico de cada tipo de turbera y sus propiedades, fundamentalmente su capacidad de retención de humedad. Por su alto costo, la turba es usada principalmente en producciones de plántulas, por sus características fisicoquímicas es un sustrato adecuado para este proceso (Ballester-Olmos, 1992).

Por otra parte la turba está compuesta, de manera general, por carbono 59%, hidrógeno 6%, oxígeno 33% y nitrógeno 2%. Se pueden clasificar en tres grupos: turbas rubias (esfango), negras y de color marrón. Las turbas rubias tienen un mayor contenido en materia orgánica y están menos descompuestas. Las turbas negras están más mineralizadas, tienen un menor contenido demateria orgánica(cuadro 2)(Nuñez, 2009).

Cuadro 2: Propiedades físicas de las turbas.

Propiedades	Sphagnum rubia	Sphagnum Negra	Herbácea Negra
Índice de grosor (%)	46	42	-
Densidad aparente (g/cm ³)	0.07	0.14	0.08
Espacio poroso total (% vol.)	96	91	94
Capacidad de aireación (% vol.)	41	18	15
Agua fácilmente disponible (% vol.)	25	28	18
Agua de reserva (% vol.)	6	7	8
Agua totalmente disponible (% vol.)	31	35	26
Agua difícilmente disponible (% vol.)	24	38	53
Capacidad de retención de agua (mL•L ⁻¹)	687	804	741
Concentración (% vol.)	22	34	90

Fuente: Nuñez(2009).

2.4.3.- Lana de roca

La lana de roca es un material fibroso inerte obtenido por la fundición a 1600 °C de diabasa y calizas, utilizando como combustible carbón. El resultado de la fundición dalugar a una fibra, la cual escomprimida en planchas. Estasplanchas son cortadas con distintas dimensiones según su finalidad. El resultado es un medio de cultivo con unas características físico-químicas idóneas para su uso en agricultura. Debido a su proceso de fabricación, con altas temperaturas, es un producto libre de patógenos y semillas de malas

hierbas (inerte), sin reacciones químicas entre la planta, los fertilizantes y el sustrato, que nose altere el equilibrio de la solución nutritiva deseada (Fernández y Cuadrado, 1999).

Baixauly Aguilar (2003) mencionan que la lana de roca tiene una cierta reacción alcalina en un primer momento, que puede ser corregida mediante su manejo por medio de la saturación del sustrato con una solución nutritiva ácida, con un pH de 5.5 a 5.8. Su capacidad de intercambio catiónico y su poder tampón son prácticamente nulos. Por lo que se deberá prestar especial atención en el manejo de la solución nutritiva. Este sustrato no sufre descomposición por actividad biológica, sino alteraciones mecánicas que consisten básicamente en la compactación de las fibras. La vida útil suele ser de 2 o 3 años, aunque también se comercializan tablas de un solo año de duración, más económicas y con menos riesgos fitosanitarios (Camacho, 2003).

2.4.4.- Polvo de Coco

Entre los residuos sólidos orgánicos más abundantes en México se encuentra la fibra de coco, de la cual se separa un residuo que tiene características físicas apropiadas, para preparar sustratos alternativos, por su elevada estabilidad y su alta capacidad de retención de agua y baja densidad aparente, además de ser una fuente de potasio para los cultivos (Soto, 2003).

El proceso industrial del desecho del tejido del mesocarpio o cáscara del fruto del coco (*Cocos nucifera*L.) permite obtener fibras largas, cortas y polvo;

las primeras se utilizan para hacer cuerdas y colchones, entre otros usos; las fracciones restantes, que pueden ser o no tamizadas para separar fibras de longitud media, dan lugar al polvo y fibras cortas; éste es el material que se emplea como sustrato y se conoce como polvo de coco (Abad *et al.*, 2002).

Los principales países productores de polvo de coco son Sri Lanka, India, Filipinas, Indonesia, México, Costa Rica y Guyana (Konduru *et al.*, 1999). En México este material se produce en los Estados de Colima, Michoacán y Veracruz, principalmente.

El uso de fibra de coco como componente de sustratos, es prometedor y con múltiples ventajas, este desecho no tiene ninguna aplicación y se tira a terrenos baldíos, ríos y arroyos, o bien, es quemado, conllevando lógicos problemas de contaminación (Flores *et al.*, 2008). Así que su uso como componente de sustratos resulta una alternativa promisorio para disminuir los riesgos de contaminación (Bernabé *et al.*, 1993).

2.4.5.- Perlita

Como ocurre con la lana de roca, el manejo de la perlita requiere atención y control exacto de los elementos nutritivos, por su baja o nula CIC y bajo efecto tampón. Aunque es un material inerte químicamente, si se trabaja con soluciones nutritivas con un pH de 5, puede producir la solubilización del aluminio existente en la perlita provocando fitotoxicidad. Durante su manipulación y transporte deben tomarse las precauciones oportunas, puede

perder su estabilidad granulométrica, incluso durante el cultivo, produciendo las partículas finas tras estratificación anegamiento, falta de aireación y posibles problemas de asfixia radicular (Baixauli, 2005).

La perlita permite una respuesta adecuada por parte de los cultivos, los que manifiestan una alta eficiencia en el uso del agua (Martín-Closaset *al.*, 2001). Ya que presenta una red de poros internos que pueden estar conectados con el exterior o ser cerrados. Estos últimos no conforman la porosidad efectiva, ya que las raíces no tienen acceso a ellos (Ansorena, 1994). En el cuadro 3 se detallan las propiedades físicas de la perlita.

Cuadro 3: Propiedades físicas de la perlita.

Propiedades	Unidades
Porosidad total (% vol.)	85.9 %
Densidad aparente	0.143 g•cm ⁻³
Agua fácilmente disponible (% vol.)	24.6 %
Agua de reserva (% vol.)	7 %
Agua difícilmente disponible (% vol.)	25.2 %
Agua total disponible (% vol.)	31.6 %
Posee una porosidad ocluida de	8.1 %

FUENTE: Sanz *et al.*, (2003).

2.4.6.- Arena

La arena es un material natural inerte, que se emplea en la confección de mezclas para sustratos artificiales. El tipo de arena adecuada para estas mezclas es la silícica, de tamaño muy fino, pudiendo utilizarse las de ríos, yacimientos y playas; en este último caso es necesario lavarlas antes de ser empleadas (Serrano, 1990).

Como inconveniente presenta la falta de estandarización, posibles problemas de contaminación por transmisión de enfermedades entre plantas, con el empleo de sustrato de tanta longitud y que el suministro no está garantizado a largo plazo por el impacto ambiental que provoca su extracción (Baixauli, 2005).

Por otro lado, Nieto (2009) reporta que la arena debe de estar exentas de limo y arcilla. Los niveles de carbonato cálcico no deberán ser superiores al 10 %. El tamaño de las partículas debe de estar comprendido entre 0.02 y 2 mm y una adecuada distribución de los tamaños, teniendo una densidad aparente de $1.5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, con un espacio poroso <50 %. Con tamaño de partícula inferiores 0.5 mm la capacidad de retención de agua es alta. Con los tamaños aconsejados presenta un buen drenaje.

2.4.7.- El Compost y Vermicompost

El estiércol producido en las regiones ganaderas es una fuente potencial de contaminación ambiental, debido al manejo inadecuado y la aplicación excesiva en suelos agrícolas (Capulín *et al.*, 2001). Una opción para disminuir este problema es reutilizar el estiércol para la elaboración de compost o vermicompost (Lamas *et al.*, 2003). El compost y vermicompost son productos orgánicos parcialmente degradados y estabilizados, ampliamente utilizados como sustratos en la producción de hortalizas, debido a que se ha reportado que el compost mejora la capacidad de almacenamiento de agua, la

mineralización del N, P y K, regula favorablemente el pH y fomenta la actividad microbiana (Nieto-Garibay *et al.*, 2002).

Estos abonos poseen gran CIC, así como un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Orozco *et al.*, 1996; Castillo *et al.*, 2000; Ndegwa *et al.*, 2000).

El vermicompost es un abono rico en hormonas, sustancias producidas por el metabolismo secundario de las bacterias, que estimulan los procesos biológicos de la planta. Estos “agentes reguladores del crecimiento” son: auxinas, giberelinas y citoquininas. También resulta rico en elementos nutritivos, rindiendo en fertilidad cinco a seis veces más que con el estiércol común. Los experimentos efectuados con humus de lombrices, en distintas especies de plantas, demostraron el aumento de las cosechas en comparación con aquellos provenientes de la fertilización con estiércol, o con abonos químicos (De Sanzo y Ravera, 2000).

Hoy en día, las especies de lombrices composteras más difundidas son: *Eiseniafetida*, *Eiseniaandrei*, *Eudriluseugeniae*, *Perionyxexcavatus*, aunque la *Eiseniafetida* o lombriz roja californiana es considerada como la más eficiente para el vermicompostaje (Sánchez *et al.*, 2006).

2.5.- El Té de Compost y Vermicompost

El té de compost es un extracto líquido del compost que contiene microorganismos benéficos, elementos nutritivos solubles y compuestos favorables para las especies vegetales (Dixon y Walsh 1998; Granatstein, 1999; Salter, 2006). Este té puede ser preparado con una fuente de comida microbial como la melaza y además contiene ácidos húmicos y fúlvicos (Kannangara *et al.*, 2006).

Esta solución puede ser aplicada a través de sistemas de riego presurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de producción orgánica de cultivos bajo condiciones de invernadero (Rippy, 2004). Márquez-Quiroz *et al.* (2011), evaluaron el impacto del té de vermicompost sobre el crecimiento, rendimiento y calidad de fruto en chile jalapeño bajo condiciones protegidas y concluyeron que provocó efectos positivos en los indicadores de desarrollo, por lo que este té puede ser considerado como un fertilizante alternativo por contener elementos nutritivos solubles que pueden suplir fertilizantes sintéticos en la nutrición de la planta.

2.6.- Beneficios de los Abonos Orgánicos

Los consumidores están cada vez más interesados en adquirir alimentos inocuos, en especial los degustados en fresco, como las hortalizas, prefiriendo aquellos libres de agroquímicos y con alto valor nutricional, sin deterioro de la armonía con el ambiente (Márquez y Cano, 2005). Una opción para la generación de estos alimentos, es la producción orgánica, sistema de

producción agrícola en el cual no se utilizan fertilizantes, ni plaguicidas sintéticos (IFOAM, 2003; Márquez-Hernández *et al.*, 2006). Los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes. El vermicompost se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas y como sustrato para cultivos en invernadero que no contamina el ambiente (Urrestarazuet *al.*, 2001).

El humus de lombriz conocido por diversos nombres tales como: casting, lombricompost, entre otros es considerado por muchos investigadores y productores como uno de los mejores abonos orgánicos del mundo. La cantidad de elementos nutritivos dependerá de las características químicas del sustrato con que se alimentarán las lombrices (Legalle *etal.*, 2007).

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.

3.2.- Localización del Experimento

El experimento se realizó durante el ciclo agrícola P-V 2011 en el invernadero del Departamento de Horticultura, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN-UL).

3.3.- Condiciones Experimentales

El invernadero del Dpto. de Horticultura es de 200 m² con forma semicircular, cubierta de acrílico reforzado, con piso de grava y sistema de enfriamiento automático mediante pared húmeda y dos extractores, con ventanas laterales de 1.20 m de alto, cubiertas con acrílico enrollable y protegidas con malla antifido (Malla Plas®). La cubierta de acrílico se protege con malla sombra durante las estaciones del año más calurosas.

3.4.- Diseño Experimental

En el experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas, teniendo como parcelas de mayor tamaño el factor riego y de menor tamaño el factor sustratos, los tratamientos evaluados fueron tres mezclas de sustratos, los cuales fueron conformados de esta manera: a) Arena + Compost [A:C; relación 1:1 (v:v)]; b) Arena + Vermicompost [A:VC; relación 1:1 (v:v)] y c) Arena + Compost + Vermicompost [A:C:VC; relación 2:1:1 (v:v:v)] y cada uno de estos sustratos en tres frecuencias de riego: 1) riego diario (RCD), 2) riego cada dos días (RC2D); y 3) riego cada tres días (RC3D)(Cuadro 3). La arena utilizada en los sustratos fue previamente desinfectada con una solución de agua y cloro al 5 %.

A todos los sustratos se les aplicó té de vermicompost diluido al 2.5 % sustituyendo el agua de riego requerido, para los periodos 1 a 35 y 36 a 145 ddt, se aplicaron 0.5 y 1.0 L de este producto. El té de VC se elaboró de acuerdo a la metodología de Edwards *et al.* (2010), como se describe a continuación: para eliminar el exceso de cloro presente en el agua de riego de la llave, se utilizó un recipiente de 60 L, en éste se añadieron 45 L de agua y se generó turbulencia durante tres horas con una bomba de aire (Biopro: BP9891. TirayTechnology CO LTD®). Posteriormente se colocaron 4.5 kg de VC en una bolsa de plástico tipo red y ésta fue introducida en un recipiente de 20 L de capacidad, conteniendo unos 10 L de agua, para lavar el exceso de sales del VC, en aproximadamente 5 minutos, luego se colocó la bolsa con el VC dentro

del recipiente previamente aireada. Finalmente se le añadieron 40 g de piloncillo como fuente de carbono soluble, la mezcla se dejó fermentar durante aproximadamente 24 horas con la bomba de aire encendida. Después se diluyó el té de VC en un tambo de 200 L de capacidad conagua de la llave en una proporción 1:3, es decir se diluyó 1 litro de té de VC en 3 litros de agua.

Cuadro 4. Composición de sustratos y sus frecuencias de aplicación de riego durante el desarrollo del tomate en condiciones protegidas.

Tratamientos	Sustratos	Relación	Riegos
T1	S1 A+C	1:1 (v:v)	Diario (RCD)
T2	S1 A+C	1:1 (v:v)	Cada dos días (RC2D)
T3	S1 A+C	1:1 (v:v)	Cada tres días (RC3D)
T4	S2 A+VC	1:1 (v:v)	Diario (RCD)
T5	S2 A+VC	1:1 (v:v)	Cada dos días (RC2D)
T6	S2 A+VC	1:1 (v:v)	Cada tres días (RC3D)
T7	S3 A+C+VC	2:1:1 (v:v:v)	Diario (RCD)
T8	S3 A+C+VC	2:1:1 (v:v:v)	Cada dos días (RC2D)
T9	S3 A+C+VC	2:1:1 (v:v:v)	Cada tres días (RC3D)

A = Arena; C = Compost; VC = Vermicompost; S = Sustratos (S1 – S9); RCD = Riego cada día; RC2D = Riego cada dos días; RC3D = Riego cada tres días; v:v:v = Relación volumen:volumen:volumen.

3.5.- Material Vegetal

Se evaluó el híbrido de tomate, de crecimiento indeterminado tipo saladette, cv. “Cuauhtémoc” (Harris Moran®), que destaca por su planta vigorosa, con buena cobertura foliar y entrenudos medianos.

3.6.- Siembra

La siembra se realizó el 6 de marzo de 2011 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato Peat moss (Premier®) como medio de crecimiento. Se colocó una semilla en cada cavidad a 2 cm de

profundidad. Las charolasse colocaron en invernadero cubiertas con plástico negro y se regaron con agua de la llave.

3.7.- Trasplante

El trasplante se realizó el 9 de abril de 2011, 34 días después de la siembra. Se colocó una plántula por maceta, con una altura aproximada de 10 cm. Se utilizaron bolsas como macetas de polietileno negro con capacidad de 18 L, las bolsas se llenaron con los sustratos ya mencionados (cuadro 4) con base en el volumen, éstas se colocaron en el invernadero a doble hilera y separación entre ellas de 1.6 m, con una densidad de $4 \text{ plantas} \cdot \text{m}^{-2}$.

3.8.- Riego

Un día antes del trasplante se aplicó un riego de pre-siembra al sustrato para lixiviar las sales. Por otra parte, antes de aplicar los riegos se tomaron lecturas de la CE y el pH ya que el agua de la llave presentaba un pH alto y se controló con ácido cítrico de grado alimenticio a $1.2 \text{ g} \cdot \text{L}^{-1}$.

De acuerdo con la demanda hídrica y la etapa fenológica del cultivo se aplicaron dos riegos diarios que oscilaron de 0.5 a $1.5 \text{ L} \cdot \text{maceta}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$, estos volúmenes se aplicaron en diferentes intervalos: del día 1 al 35, del 36 al 50 y del 51 al 144 se aplicaron 0.5 , 1.0 y 1.5 L , respectivamente. Adicionalmente, debido a que las plantas de tomate, al iniciar la etapa de fructificación, reflejaron estrés hídrico se determinó aplicar riegos complementarios de 0.5 L , en todas las macetas con las frecuencias de RC2D y RC3D, cabe señalar que el

volumen aplicado fue agua de la llave. Al concluir el trabajo experimental el volumen total de agua aplicado fue para riego diario, riego cada dos días y riego cada tres días de 174.0, 111.0 y 91.0 L•maceta⁻¹, respectivamente.

3.9.- Labores Culturales

3.9.1.- Tutoreo

El tutoreo se realizó de forma manual, éste consistió en la colocación de un trozo, de aproximadamente 3 metros, de rafia para cada planta, el hilo de rafia se sujetó al tallo por debajo de la primera hoja verdadera, se enrolló la planta pasándolo por cada entrenudo hasta el brote terminal, atándolo en el emparrillado de la parte superior del invernadero quedando verticalmente la planta.

De acuerdo al crecimiento de la planta se iba desenrollando de la parte superior y se enrollaba hasta el brote terminal, esto se realizó a lo largo del ciclo del cultivo, las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares.

3.9.2.- Polinización

Esta actividad se desarrolló una vez iniciada la floración a los 36 ddt, efectuándose diariamente entre las 12:00 a 14:00 horas, al inicio de la apertura de las flores, estimulando mecánicamente la polinización con un vibrador eléctrico o en ocasiones se realizó agitando las plantas por medio de la rafia de tutoreo que le servía como guía.

3.9.3.- Podas

Parala formación y mantenimiento del cultivo se realizó esta actividad, durante todo el ciclo fenológico, manteniendo la planta a un solo tallo, eliminando los brotes laterales (axilares) y posteriormente eliminando las hojas basales del último racimo que iban madurando, ya que éstas no desempeñan ninguna función, al contrario generan humedad, con la cual se favorece el desarrollo de enfermedades. Las podas se realizaron cada semana sin la aplicación de un método de desinfección después de la actividad.

3.9.4.- Control de Maleza

Esta actividad se realizó de forma manual y de manera periódica para evitar los hospederos alternantes de plagas y enfermedades, la competencia entre la maleza y el cultivo, principalmente de elementos nutritivos, agua, espacio, luz y CO₂.Este control incluso se realizó enla periferia del invernadero tanto por dentro como por fuera, utilizándose herramientas como palas, asadores, machetes para la labor de deshierbe, dejando sin maleza por lo mínimo un metro de la orilla del invernadero.

3.9.5.- Control de Plagas y Enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se realizaronmonitoreosperiódicos de plagas y enfermedades en las cuales se encontraron principalmente la mosquita blanca (*Trialeurodesvaporarium*),Trips (*Frankliniellaoccidentalis*) y araña roja (*Tetranychusurticae*)que fueron controladas con insecticidas

orgánicos, aplicando DioDie® y Protek® en dosis de 1 L•ha⁻¹, éstos fueron asperjados con una bomba de 18 L de capacidad.

Las enfermedades presentes fueron: pudrición radicular (*Damping-off*), marchitez del tomate (*Fusarium oxysporum*) y cenicillas (*Leveillulataurica*) en el transcurso del ciclo del cultivo. La pudrición apical se controló aumentando la humedad relativa.

3.9.6.- Cosecha

Una vez que los frutos presentaron un mínimo de 30 % de madurez, entre el color 4 a 6 de acuerdo a la escala de colores relativos a los grados de madurez de tomate en general, que utiliza el USDA (1991). Inició la etapa de cosecha, transcurridos 75 días después del trasplante, a partir del 22 de junio se realizaron 10 cortes de forma manual cada semana, los frutos fueron colocados en bolsas de papel etiquetados con el nombre del genotipo, tipo de sustrato y frecuencia de riego, posteriormente se llevaron al laboratorio para cuantificar las variables consideradas para el estudio.

3.10.- Variables Evaluadas

Las variables evaluadas fueron: peso del fruto, diámetro polar, diámetro ecuatorial, espesor de pericarpio, rendimiento, número de frutos por planta, número de lóculos, altura de planta y contenido de sólidos solubles.

3.11.- Análisis Estadístico

Para rendimiento y calidad de frutos se aplicó el análisis de varianza, cuando el análisis arrojó diferencias significativas se realizó una comparación entre medias aplicando la prueba DMS al 5 %. Los análisis se realizaron con apoyo del programa estadístico SAS (SAS, 1999).

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.- Peso del Fruto

En análisis de varianza no detectó diferencias ($P>0.05$) para la interacción sustrato-riego, pero cabe destacar que la combinación ACVC-RCD, ACVC-RC3D y AVC-RCD con un peso de 82.28, 80.99 y 78.61 g superaron al AC-RC2D con un 15.95 % el cual presentó 69.15 g respectivamente. Los resultados obtenidos superaron a los reportados por Martínez (2012) hasta un 45 % con una media de 44.57 g al evaluar tomate saladette establecido en diferentes sustratos y láminas de riego en casa sombra. Por otra parte el factor sustrato, el análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P\leq 0.05$). El sustrato ACVC que obtuvo el mayor valor fue de 78.52 g y el de menor valor fue el AVC con 64.63g superando a los reportados por Santiago *et al.* (1998) quien obtuvo 41.3 g en tomate tipo saladette.

4.2.- Contenido de Sólidos Solubles

El contenido de sólidos solubles es un factor importante para definir la calidad de los frutos maduros de tomate, no se encontró diferencia significativa para ninguna fuente de variación. En el presente experimento el contenido de sólidos solubles se incrementó en al menos 12.85 %. Los resultados anteriores concuerdan con los obtenidos por Rodríguez *et al.* (2012) y Cruz (2012) quienes

obtuvieron un incremento de al menos 2.74 y 16.98 %de sólidos solubles al evaluar diferentes frecuencias de riego bajo invernadero.

Losmayores valoresregistradospara sólidos solubles, en el presente trabajo,se presentaron en el RC3D, el sustrato AC y la interacciónAVC-RC3D con datos de 5.21, 5.19 y 5.53 °Brix, respectivamente, por otra parte losmenores valores reportados para esta variablesepresentó enel RCD, el sustrato ACVC y la combinación AVC-RCDcon valores de 4.54, 4.47 y 4.17 °Brix, respectivamente. Ochoa *et al.* (2009) y Dorais *et al.* (2001) indican que el incremento de sólidos solubles obedece a un aumento de la salinidad del medio.En este experimento el genotipo cv. Cuauhtémoc presentó buena calidad, ya que el tomate para procesado y consumo en fresco deben tener un contenido de sólidos solubles mínimo de 4.5 °Brix(Díez, 2001).

4.3.- Diámetro Polar

El análisis de varianza no detecto diferencias significativas para las fuentes de variación. En el RCD se obtuvo el mayor valor con 5.73 cm y quien obtuvo el menor valor fue el RC2D.Los resultados anteriores son similares a los reportados por Ortega *et al.* (2003), quienesobtuvieron un diámetro polar de5.4 cm al evaluar tomate bajodiferentes frecuencias de riego.

Para el factor sustrato el valor más alto de diámetro polar se registró en el ACVC con 5.78 cm y el demenor valoren el sustrato con AC con 5.17 cm, este valor fue superadopor Hernández *et al.* (2005) quienes reportaron un

diámetro polar de 6.29.

Para la interacción sustrato-riego el diámetro polar más alto se registró en ACVC-RC3D con 5.93 cm y el menor valor en AC-RC2D con valor de 4.61 cm, ambos valores fueron superados por los 6.8 cm de diámetro polar reportado por de la Cruz-Lazaro *et al.* (2010), indicando que las diferencias estadísticas detectadas pudieron deberse al contenido de elementos nutritivos de los sustratos utilizados y el material vegetativo utilizado.

4.4.- Diámetro Ecuatorial

El análisis de varianza para la interacción sustrato-riego no se detectaron diferencias significativas, pero cabe destacar que la interacción ACVC-RC3D obtuvo el mayor diámetro con 5.03 cm, superando hasta con un 22.25 % al AC-RC2D con 4.23 cm. El primer valor superó a los 4.7 cm de diámetro ecuatorial determinado por de la Cruz (2009).

Además, el análisis no detectó diferencias significativas para el factor riego, sin embargo cabe señalar que el RC3D obtuvo el mayor diámetro ecuatorial con 4.80 cm y el menor valor se reportó en el RC2D con 4.60 cm. Por otra parte en la fuente de variación sustrato, el análisis de varianza detectó diferencias significativas ($P \leq 0.05$), el sustrato que obtuvo el mayor diámetro ecuatorial fue el AVC con 4.93 cm, superando al valor de 3.62 cm para el diámetro ecuatorial reportado por Martínez (2012). Mientras que El pliego de peticiones de la marca México calidad suprema indica que los tomates con

diámetro ecuatorial de 5.1 cm son medianos, mismos que se lograron obtener en este experimento.

4.5.- Número de frutos

En la interacción sustrato-riego no hubo diferencias significativas, pero el valor más alto se registró en las interacciones ACVC-RC2D, ACVC-RCD y AC-RCD con promedios de 42.50, 39.75 y 39.25 frutos por planta, respectivamente, superando al AC-RC2D de menor valor hasta con un 64.11 % con promedio de 15.25 frutos. Los resultados anteriores superan en 49.65 % a los obtenidos por Hernández *et al.* (2005), quienes reportaron 14.5 de frutos promedio.

En la fuente de variación riego se registrarondiferencias significativas ($P \leq 0.05$) (Cuadro 5), el mayor valor se obtuvo en el RCD con 34.83 frutos, mientras que el menor valor se registró en RC3D con 23 frutos. Los resultados anteriores son similares a los reportados por Cruz (2012) y Rodríguez (2012), quienes reportaron 37 y 33 frutos por planta al evaluar tomate saladette, desarrollado bajo diferentes frecuencias de riego en sustratos orgánicos.

En la fuente de variación sustrato se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$), el sustrato ACVC obtuvo el mayor valor con 37.91 frutos por planta, mientras que el menor valor se reportó en el sustrato AC con 23.41 frutos, pero estos fueron superados por Santiago *et al.* (1998) quienes reportaron 43 frutos promedio por planta para la variedad Río Grande tipo saladette.

4.6.- Rendimiento

El análisis de varianza detectó diferencias altamente significativas ($P \leq 0.001$) para la fuente de variación riego y sustrato, sin embargo para la combinación de ambos factores no se registraron diferencias significativas. El rendimiento obtenido en el RCD se redujo hasta 2.55% con respecto a lo obtenido por Cruz (2012) ($11.22 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$), sin embargo se incrementó en un 42.23 % con respecto a lo reportado por Martínez (2012) ($6.32 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$) quien evaluó frecuencias de riego bajo diferentes sustratos orgánicos en el cultivo de tomate bajo malla sombra.

Por su parte, el sustrato ACVC obtuvo el mayor valor y superó con 2.58 % a los valores reportados por Rodríguez (2012) ($11.69 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$). Las interacciones ACVC-RCD, ACVC-RC2D, AC-RCD y ACVC-RC3D registraron el rendimiento más alto con valores de 13.05, 12.22, 11.66 y $10.72 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ y la interacción AC-RC3D obtuvo el menor valor hasta un 72.87 % menor, con $3.54 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$. Los resultados anteriores son 11.11 % superiores a los reportados por Yescas *et al.* (2011) ($11.6 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$).

Cuadro 5: Valores promedio y diferencia estadística de las variables evaluadas en tomate cv. Cuauhtémoc, desarrollado con sustratos orgánicos y diferentes frecuencias de riego bajo condiciones protegidas.

T	PF	DP	DE	EP	NF	NL	CSS (°Brix)	R (kg·m ⁻²)
	(g)	(cm)						
Riego (R)	Ns	Ns	Ns	Ns	*	***	Ns	***
RCD	77.18 a	5.73 a	4.75 a	0.84 b	34.83 a	2.16 b	4.54 b	10.94 a
RC2D	66.33 a	5.11 b	4.60 a	1.01 a	28.58 ab	2.91 a	4.89 ab	7.68 b
RC3D	65.52 a	5.52 a	4.80 a	0.84 b	23.00 b	2.41 b	5.21 a	6.34 b
Sustratos (S)	*	Ns	*	Ns	**	***	Ns	***
AC	65.87 b	5.17 b	4.42 b	0.73 a	23.41 b	2.00 b	5.19 a	6.36 b
AVC	64.63 b	5.42 ab	4.93 a	0.72 a	25.08 b	2.66 a	4.98 ab	6.60 b
ACVC	78.52 a	5.78 a	4.80 ab	0.73 a	37.91 a	2.08 b	4.47 b	12.00 a
S X R	Ns	Ns	Ns	Ns	Ns	***	Ns	Ns
T1 AC-RCD	70.65 ab	5.75 ab	4.59 ab	0.74 ab	39.25 ab	2.0 c	4.95 abc	11.66 ab
T2 AC-RC2D	69.15 ab	4.61 c	4.23 b	0.64 ab	15.25 e	2.0 c	5.17 ab	3.88 e
T3 AC-RC3D	57.83 b	5.15 bc	4.45 ab	0.80 a	15.75 de	2.0 c	5.45 a	3.54 e
T4 AVC-RCD	78.61 a	5.69 ab	4.99 a	0.71 ab	25.50 cde	3.0 a	4.17 c	8.10 bcd
T5 AVC RC2D	57.54 b	5.06 bc	4.87 a	0.79 ab	28.00 bcd	3.0 a	5.25 ab	6.94 cde
T6 AVC-RC3D	57.75 b	5.50 ab	4.93 a	0.67 ab	21.75 cde	2.0 c	5.53 a	4.75 de
T7 ACVC-RCD	82.28 a	5.74 ab	4.67 ab	0.62 b	39.75 ab	2.25 b	4.51 bc	13.05 a
T8 ACVC-RC2D	72.30 ab	5.67 ab	4.69 ab	0.77 ab	42.50 a	2.0 c	4.25 c	12.22 a
T9 ACVC-RC3D	80.99 a	5.93 a	5.03 a	0.78 ab	31.50 abc	2.0 c	4.66 abc	10.72 abc
Media	69.68	5.45	4.72	0.72	28.80	2.25	4.88	8.32
CV (%)	18.81	11.19	9.41	17.47	30.39	7.40	14.40	30.67

Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales de acuerdo a la prueba de DMS con $P \leq 0.05$. S X R= interacción sustrato riego; DP= Diámetro polar; DE= Diámetro ecuatorial; CSS= Contenido de sólidos solubles; NF= Número de frutos; EP= Espesor de pericarpio; NL= Número de lóculos; PP= Peso promedio del fruto; R= Rendimiento; CV= Coeficiente de variación. Ns= No significativo; * = Significativo; ** = Altamente significativo..

V.- CONCLUSIONES

Bajo la frecuencia de RCD, el sustrato ACVC y la interacción ACVC-RCD se logró incrementar el rendimiento en 42.04, 47 y 72 %, respectivamente. Por otra parte, se incrementó el contenido de sólidos solubles hasta un 12.85, 13.87 y 24.59 % para el RC3D, el sustrato AC y la interacción AVC-RC3D. El número de frutos para el RCD, el sustrato ACVC y la interacción ACVC-RC2D se incrementó en 33.96, 38.24 y 66.48 %, respectivamente.

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento y de acuerdo a los resultados es posible señalar que la utilización de mezclas de arena + compost + vermicompost más la aplicación del té de VC diluido al 2.5 %, aplicando la frecuencia RC3D, se cumplen con las necesidades del cultivo teniendo rendimiento y calidad adecuada del fruto, además de un manejo más eficiente de agua.

VI.- LITERATURA CITADA

- Abad M, P Noguera, R Puchades, A Maquieira, V Noguera. 2002. Physico-chemical and chemical properties of some coconutcoir dusts for use as a peat substitute for containerisedornamentalplants. *Biores. Technol.* 82:241-245.
- Aguilar, A., C. P. 2002. Rendimiento y Calidad de dos Híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Torreón, Coah., México. 33 p.
- Alarcón, A. 2004. Introducción a los cultivos sin suelo. *In: Curso de fertiriego: manejo en suelos y sustratos agrícolas.* San José, Costa Rica. 23 p.
- Alrøe, H. F. & Kristensen E.S. 2004. "Basic principles for organic agriculture: Why? And what kind of principles?" *Ecology&Farming:* 1-8.
- Asociación Mexicana de Productores de Hortalizas en Invernadero (AMPHI). 2008.
- Ansorena. M. J. 1994. *Sustratos: Propiedades y Caracterización.* Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 172 p.
- Atiyeh, R. M., Edwards, C. A., Subler, S., Metzger, J. D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Biores. Technol.* 78: 11-20.
- Bastida, A. 2007. Invernaderos: Fabrica de alimentos Imagen agropecuaria www.imagenagropecuaria.com (consulta noviembre 29, 2012).
- Ballester-Olmos, J. 1992. *Sustratos para el cultivo de plantas ornamentales.* Hojas divulgadoras 11 p.
- Baixauli, S. C. y Aguilar, O. J.M. 2003. Cultivo sin suelo de hortalizas. Principales sustratos empleados, características y propiedades. México 2003. PP. 15-26.
- Baixauli. S. C. 2005. *Cultivo sin Suelo de Hortalizas.* Editorial Textos I Imatges, S. A.

- Bernabé G. T., M. S. R. Domínguez, S. A. B. Bautista. 1993. Cultivo de hongos comestibles *Pleurotus ostreatus* var. Florida sobre fibra de coco y pulpa de café. *Revista Mexicana Micología*. 9: pp 13-18.
- Brucker, U. 1997. Physical properties of different potting media and substratum mixtures *Act Hort.* 450:263-270 p.
- Cabrera, R. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Revista Chapingo - Serie Horticultura*. 5(1): 5-11.
- Capulín G., J., Núñez R., E., Etchevers B., J. D., Baca C., G. A. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. *Revista Agrociencia* 35: 287-299.
- Castellanos J. Z. 2003. Análisis de costos de inversión y producción de tomate en invernadero. *Manual de producción hortícola en invernadero*. INCAPA. México. pp. 321-332.
- Castilla, N. 2005. Invernaderos de plástico tecnología y manejo. Ediciones Mundi Prensa Madrid. Barcelona. España. p. 273.
- Castillo, E. A., Quarín, H. S., Iglesias, C. M. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaboradas a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *Agricultura Técnica (Chile)* 60: 74-79.
- Camacho, F. 2003. Técnicas de producción en cultivos protegidos. Volumen 1 y 2. Ed. Caja Rural Intermediterránea. Almería, España.
- Cruz S.M. L. 2012. Comportamiento del Tomate con Distintos Sustratos y Frecuencias de Riego Bajo Condiciones Protegidas. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. 50 p.
- dela Cruz L. E., M. E. Botello, V. R. Torres, R. O. Osorio, C. M. Hernández, R. S. Hernández. 2009. Producción de tomate con composta y vermicomposta como sustrato. *Universidad y ciencia*. 25. p 59-69.
- dela Cruz-Lázaro E., Osorio-Osorio R., Martínez-Moreno E., Lozano del Rio A. J., Gómez-Vázquez A. y Sánchez-Hernández R. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. *Rev. Interciencia* 35(5). p 367-367.
- Delgadillo S., F., y R. Álvarez. 2003. Enfermedades del Jitomate y Pimiento en Invernadero. En: J. Z. Castellanos y M. Guzmán Palomino (Eds). *Ingeniería, Manejo y Operación de Invernaderos para la Producción Intensiva de Hortalizas*. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S.C.

- deSanzo C. y R. Ravera. 2000. Como criar Lombrices rojas californianas. Programa de Autosuficiencia regional. Buenos Aires, Argentina.
- Dodson M., Bachmann J. & Williams P. 2002. Organic Greenhouse Tomato Production. ATTRA.USDA.
- Dorais, M., A. P. Papadopoulos, and A. Gosselin. 2001. Influence of electrical conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. *Agronomie* 21: 367-383.
- Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. *In: El Cultivo del Tomate*. Nuez F. (ed). Ed. Mundi-Prensa México. pp:95-129.
- Dixon, G. R. y U. F. Walsh. 1998. Suppression of plant pathogens by organic extracts a review. *Acta Hort.* 469: 383-390.
- Edwards C A, AAskar, M Vasko-Bennet and N Arancon. 2010. The Use and effects of aqueous extracts from vermicompost or teas on plant growth and yields. *In: Vermiculture Technology*, ed. C.A. Edwards, N. Arancon and R. Sherman. 235-248. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2001). Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas: oportunidades para los países en desarrollo en cuanto a la producción y exportación de productos hortícolas orgánicos. Roma, Italia. Disponible en: www.fao.org/docrep/004/y1669e/y1669e00.htm. (Consulta 15 de noviembre del 2012).
- Fernández, M., Cuadrado, I.M. 1999. Cultivos sin suelo II. Curso Superior de Especialización. Consejería de agricultura y pesca, Fundación para la Investigación Agraria en la Provincia de Almería (IFAPA) y Caja Rural de Almería.
- Flores R., Livera M., Colinas M. T., Gaytán E. A. y Muratalla A. 2008. Producción de plántulas de ciclamen (*Cyclamen persicum Mill.*) en sustratos basados en polvo de bonote de coco. *Revista Chapingo*. 14: 309-318.
- Fonteno, W. 1996. Sustratos: tipos y propiedades físicas y químicas. *In: Reed, D. ed. Guía del productor: Agua, sustratos y nutrición en los cultivos de flores bajo invernadero*. Ball Publishing – Horti-Tecnia Ltda. Colombia. p. 93-123.
- Gómez T., L., Gómez C., M. A. y Schwentesius R., R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México. p. 121-158. *In: Agricultura de exportación en tiempos de globalización, el caso de las hortalizas, flores y frutos*. Gramont de C., H.; Gómez C., M. A.;

- González, H. y Schwentesius R., R. (eds.). CIEESTAM/Universidad Autónoma Chapingo (UACH). México, D. F.
- Hartmann, H. y Kester, D. 2002. Plant propagation.Principles and practices.Prentice Hall.New Jersey. 880 p.
- Henao, F. 2001. Cómo obtener alta productividad en cultivos de invernadero. <http://www.sappiens.com/html/ejemplos/salud/sappiens/comunidades/ejemplos/salud1nsf/unids/C%F3mo%20obtener%20alta%20productividad%20en%20cultivos%20de%20invernadero/C4516FC3A8A9B45541256FAF00626F1D2d8e.html?opendocument>, www.tpagro.com (Consulta: Noviembre 30, 2012).
- Hernández S., Q. Sánchez del Castillo,F. P. Lomelí,A. M. Hernández. 2005. Sustratos y frecuencias de riego para la producción de jitomate en hileras a diferente altura. *Terra Latinoamericana*. 23. P 341-349.
- Hidalgo, G.J.C., Alcántar, G. G., Baca, C. G.A., Sánchez, G.P, Escalante, E.,A. 1998. Efecto de la condición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad de tomate. *Terra* 16: 143-148.
- Howard, M. 1998. Hydroponicfoodproduction.Santa Bárbara, California EUA 520 p.
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM).2003.*Normas para la Producción y Procesado Orgánico*.International FederationofOrganicAgricultureMovements.Victoria, Canada. 158 p.
- Ingham, R. E. 2005. The Compost Tea Brewing Manual.5th Edition.Soil FoodwebInc, Corvallis, Oregon.USA. 79 p.
- Jaramillo, J., V.P. Rodríguez, M. Guzmán y M. Zapata. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero. Corpoica, Centro de Investigación La Selva, Rionegro (Antioquia, Colombia). 48 p.
- Kannangara, T., T. Forget, and B. Dang. 2006. Effects of aeration, molasses, kelp, compost type, and carrot juice on the growth of *Escherichia coli* in compost teas. *Compost Sci. Util.* 14: 40-47.
- Konduru, S., M. R. Evans, R. H.Stamps .1999.Coconut husk and processing effect on chemical and physical properties of coconut coir dust. *HortScience* 34:88-90.
- Lamas N., M. A., Flores O.,N.,Sánchez R., G.,Galavis R., R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de

negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm. 332 Vol. XXXV. México.

- Legall, J. y D, Zoyla.2000. Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales, Disponible en: <http://cultivodelombrices.com> (Consulta: 30 de noviembre 2012).
- Lemaire, F. 1997. The problem of the biostability in organic substrates.450:63-69 p.
- López, E. J. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno. Tesis. Licenciatura Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. Pp. 82.
- Luévano G. A. y N. E. Velásquez G. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: de problema ambiental a excelente recurso. Año Vol.:9 (2) 306-318.
- Manjarrez, M. M. J., Ferrera, C. R., Gonzáles, CH. M. C. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. Terra 17: 9-15.
- Márquez C. y Cano P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Actas Port.Hort.* 5: 219-224.
- MárquezH., C.,P. Cano-Ríos, N. Rodríguez-Dimas. 2008. Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Rev. Agric. Tec. Mex.* 34: 4-10.
- Márquez H. C., P. Cano., N. Rodríguez., A. Moreno., E. De La Cruz., J. L. García., P. Preciado., G. Castañeda., C. García. 2009. Producción de invernadero de tomate orgánico. *In: I Simposio de producción Moderna de Melón y Tomate. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Torreón Coahuila. México. P.1-24.*
- Márquez-Hernández C, Cano-Ríos P, Chew-Madinaveitia Y. I., Moreno-Reséndez, A., Rodríguez-Dimas, N. 2006.Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Rev. ChapingoSer. Hort.* 12: 183-189.
- Márquez-Quiroz, C., A. Palomo-Gil., A. Moreno-Reséndez., U. Figueroa-Viramontes., J. A. Cueto-Wong., E. Sánchez-Chávez., S. T. López-Espinosa., P. Cano-Ríos. 2011. Respuesta en el crecimiento, rendimiento y calidad de tomate saladette, al uso de sustratos orgánicos bajo condiciones protegidas. *In: Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Gómez Palacio, Durango.*

- Martínez De V. V. 2012. Comportamiento del tomate establecido en diferentes sustratos y láminas de riego. Tesis.Licenciatura.Torreón Coahuila, México. p 33.
- Martín-Closas, L,X. Recasens.2001. Effect of Substrate Type (Perlite and Tuff). In the Water and Nutrient Balance of a Soilless Culture Rose Production System.*Acta Hort.* 559(II): 569-574.
- Morel. P,Poncet, L. Riviére, L. 2000. Les supports de cultura horticoles. LesMatériauxComplémentariesTernatifs a la tourbe. INRA. Paris. Francia 87 p.
- Navejas J.J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRNO. Desplegable técnica No. 5
- Ndegwa, P. M; Thompson, S. A.; Dass, K. C. 2000.Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids.*Biores. Technol.* 71: 5-12.
- Nieto-Garibay A, Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Larrinaga- Mayoral JA, García-Hernández JL (2002) El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*Capsicumannuum*L.) en zonas áridas. *Interciencia* 27: 417-421.
- Nieto, M. J; 2009. Cultivo hidropónico de tomate (*Lycopersiconesculentum*Mill.) en invernadero. Licenciatura. Tesis. Universidad de Magallanes. Punta Arenas, Chile. P 17.
- National Organic Standars Board (NOSB).2004. Compost tea task force. Report.TheAgriculturalMarkentingService/USDA. Disponible en: [http://www.ams.usda.gov/nosb/meetings/CompostTeaTaskForceFinal Report.pdf](http://www.ams.usda.gov/nosb/meetings/CompostTeaTaskForceFinalReport.pdf). (Consulta: Noviembre 23, 2012).
- Nuñez, A. 2009. Turba y Zeolita como soportes de inoculantes microbianos con acción fertilizante ICIDCA. Sobre los Derivados de la caña de azúcar. Rev. ICIDCA. XLIII (3). Ciudad de la Habana, Cuba. Pp. 22.27.
- Ochoa-Martínez, E., U. Figueroa-Viramontes, P. Cano-Ríos, P. Preciado-Rangel, A. Moreno-Reséndez y N. Rodríguez-Dimas. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Rev. Chapingo Serie-Horticultura 15: 245-250.
- Ocampo, M. Caballero, M. y Tornero, C. 2005. Los sustratos en cultivos hortícolas y ornamentales. En agricultura, ganadería, ambiente y desarrollo sustentable. Tornero, C. M. A; Silva G, S. E; Pérez A. R. y

Bonilla y F. publicación especial de la benemérita universidad autónoma del estado de Puebla 55-74 p.

- Ortega F. S., B. H. Leyton, H. Valdes, H. Paillan. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomates en invernadero producido en primavera-verano. Rev. Téc. Chile. 63 (1).
- Ortega F. S., B. H. Leyton, H. Valdes, H. Paillan. 2003. Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomates de invernadero producido en primavera-verano. Rev. Agri. Téc. Chile. 63 (4)-
- Ortega M., L. D. 2010. Efecto de los Sustratos en el Cultivo del Tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. Maestría. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Puebla, Puebla, México. 7 p.
- 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 (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Rev. Ra Ximhai. 6(3):339-346.
- Orosco, F. H., Cegarra, J., Trujillo, L., Roig, A. M. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia fetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. Biology and Fertility of Soils 22,162-166.
- Papaseit, P. Badiola, J. Armaguel, E. 1997. Los plásticos y la agricultura editorial de hortalizas.
- Pieter de Rijk. 2008. Evolución del sector de agricultura protegida en México. (consulta: 10 de noviembre de 2012) disponible en: <http://www.amhpac.org/contenido/plan>.
- Quintero R. y Gioanetto F. 2006. Agricultura orgánica en México. En: Gioanetto F. y Quintero R. (eds.). Agricultura orgánica. Fundación Produce Morelos. Cuernavaca, Mor. 550p.
- Raviv, M. 1998. Horticultural uses of composted material. Acta Hort. 469: 225-234.
- Raviv, M., S. Medina, A. Krasnovsky, and H. Ziadna. 2004. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost of organic agriculture. Compost Sci. Util. 12: 6-10.
- Raviv, M. O., J. Katan, Y. Hadar, A. Yogev, S. Medina, A. Krasnovsky, and H. Ziadna. 2005. High-nitrogen compost as a medium for organic container grow crops. Bioresour. Technol. 96: 419-427.

- Ríos J. A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 59p.
- Rippy, J. F. M., Peet, M. M., Louis, F. J., Nelson, P. V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. Hortscience 39 (2): 223-229.
- Robles J. 1999. Cómo se Cultiva en Invernadero. Ed. De Vecchi. Balmes, Barcelona. 189 p.
- Rodríguez R. R., J. M Tavares R. y J. A. Medina J. 1984. Cultivo moderno del tomate. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España. 106 p.
- Rodríguez-Dimas, N., P. Cano-Ríos, U. Figueroa-Viramontes, A. Palomo-Gil, E. Favela-Chávez, V. de P. Álvarez-Reyna, C. Márquez-Hernández y A. Moreno-Reséndez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humos de lombriz como sustrato. Rev. Fitotec. Mex. 31: 265-272.
- Rodríguez, D. N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno en la Comarca Lagunera. Tesis nivel de maestría. UAAAN UL. Torreón Coahuila, México Pp. 15, 18 y 76.
- Rodríguez D. N., P C Ríos, U. F. Miramontes, E. F. Chávez, A. M. Reséndez, C. M Hernández, E. O. Martínez; P. P. Rangel. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Rev. Terra Latinoamericana 27 (4): 319-327.
- Rodríguez E., C. A. 2012. Impacto de Tres Frecuencias de Riego Sobre el Comportamiento del Tomate Desarrollado en Sustratos Orgánicos. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. 41 p.
- Sánchez H. R., V. M. O. Chaparro, D. J. P. López y J. S. Bolón. 2006. El vermicompostaje: elemento útil en la agricultura sustentable. Fundación Produce Tabasco, A. C. Villahermosa, Tabasco. 47 p.
- Sandoval, V.M. 2005. Densidad de plantas. Un dilema técnico en la producción de tomate rojo en hidroponía e invernaderos. Productores de hortalizas. Especial de tomate. Número especial. p. 14-17.
- Santiago, J.M. Mendoza, F. Borrego. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía mesoamericana. 9 (1): 59-65.

- Sanz de Galeano; Uribarri A., Sádaba S., Aguando G., Del Castillo J. 2003. Hidroponía en Navarra. (Consulta: el 25 de diciembre del 2012) disponible en: <http://www.navarraagraria.com/n136/hidropo.pdf>.
- Statistical Analysis System (SAS), 1999. User's Guide. Institute, Inc. SAS/STAT Version 8. SAS Institute Inc. Cary N. C. USA.
- Serrano, Z. 1990. Técnicas de invernadero. España: Sevilla, 644 p.
- Schnelle, M. A., Henderson, J.C. 1991. Containers and media for the nursery. Oklahoma Cooperative Extension Service. Extension Facts. Oklahoma State University. 4 p.
- Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Producción de jitomate rojo bajo invernadero. (Fecha de consulta: 21 de enero de 2013) Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/>.
- Soto, E. 2003. El cultivo del cocotero, producción e importancia. (Fecha de consulta: 22 de diciembre de 2012) Disponible en: www.ceniap.gov.ve/bdigital/fdivul/fd68/texto/esoto.htm-31k.
- Tourat, A. P. 2000. Time for compost tea in the northwest. *BioCycle* 41: 74-77.
- Universidad Autónoma de Nayarit (UAN). 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. Disponible en: (<http://fuente.uan.edu.mx/publicaciones/03-08/4.pdf>).
- United States Department of Agriculture (USDA). 1991. United States Standards for Grades of Fresh Tomatoes. Agricultural Marketing Services. Fruit and Vegetable Division. p. 14.
- Unver, I. Atoman, Y. Canga, M. R. Munsuz, N. 1998. Buffering capacity of substrate. *138*: 83-89 p.
- Urrestarazu M, M C Salas, M I Padilla, J Moreno, M A Elorrieta, G A Carrasco. 2001. Evaluation of different composts from horticultural crop residues and their uses in greenhouse soilless cropping. *Acta hort.* 549:147-152.
- Vásquez O. R., J. C. C. Rodríguez; P. R. Vallejo. 2010. Evaluación morfo-agronómica de una muestra de jitomate nativo del Centro y Sureste de México. *Naturaleza y Desarrollo* 8 (2). p 49-64.
- Willer H, Sorensen N. and Yussefi M.M. 2008. The World of Organic Agriculture 2008: Summary. *In: The World of Organic Agriculture. Statistics and*

Emerging Trends 2008. Willer H., Yussefi M.M. and Sorensen N. (Eds). IFOAM-FIBL. London, UK. p.15-22.

Yescas C. P., M. S. Castruita, J. A. O. Vidal, M. E. Sánchez, J. L. S. Sandoval; J. E. F. Ramírez, J. A. M. Trejo; P. P. Rangel. 2011. Uso de diferentes sustratos y frecuencias de riego para disminuir lixiviados en la producción de tomate. Rev. Terra Latinoamericana. 29 (4):441-448.

VII.- APÉNDICE

Cuadro 1A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable rendimiento, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	134294033.3	45529060.4	10.30	0.0010 ***
Sustrato	2	244117058.0	122058529.0	18.73	<.0001 ***
RxS	4	68820879.9	17205220.0	2.64	0.0679Ns
Error	18	117295833.1	6516435.2		
Total	35	642759081.1			
CV %	30.67				
Media	8.32				

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.

Cuadro 2A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable número de frutos, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	841.055556	420.527778	5.48	0.0138 *
Sustrato	2	1510.888889	755.444444	9.85	0.0013 **
RxS	4	1004.944444	251.236111	3.28	0.0349Ns
Error	18	1380.166667	76.675926		
Total	35	5297.638889			
CV %	30.39				
Media	28.80				

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.

Cuadro 3A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable promedio de fruto por planta, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	1016.503506	508.251753	2.96	0.0775Ns
Sustrato	2	1417.816689	708.908344	4.13	0.0335 *
RxS	4	783.185394	195.796349	1.14	0.3697Ns
Error	18	3093.399383	171.855521		
Total	35	7948.059589			
CV %	18.81				
Media	69.68				

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.

Cuadro 4A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable diámetro polar, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	2.34248889	1.17124444	3.14	0.0678Ns
Sustrato	2	2.27282222	1.13641111	3.04	0.0727Ns
RxS	4	1.24727778	0.31181944	0.84	0.5205Ns
Error	18	6.72116667	0.37339815		
Total	35	13.33898889			
CV %	11.19				
Media	5.45				

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.

Cuadro 5A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable diámetro ecuatorial, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	0.27111667	0.13555833	0.69	0.5159Ns
Sustrato	2	1.66295000	0.83147500	4.21	0.0316 *
RxS	4	0.35253333	0.08813333	0.45	0.7735Ns
Error	18	3.55285000	0.19738056		
Total	35	7.47047500			
CV %	9.41				
Media	4.72				

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.

Cuadro 6A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable °Brix, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	2.67435000	1.33717500	2.70	0.0941Ns
Sustrato	2	3.28206667	1.64103333	3.32	0.0594Ns
RxS	4	2.27183333	0.56795833	1.15	0.3660Ns
Error	18	8.90516667	0.49473148		
Total	35	18.78227500			
CV %	14.40				
Media	4.88				

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.

Cuadro 7A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable espesor de pulpa, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	0.02202222	0.01101111	0.68	0.5196Ns
Sustrato	2	0.00017222	0.00008611	0.01	0.9947Ns
RxS	4	0.11996111	0.02999028	1.85	0.1634Ns
Error	18	0.29186667	0.01621481		
Total	35	0.51955556			
CV %	17.47				
Media	0.72				

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.

Cuadro 8A. Cuadrados medios y significancia estadística para la variable número de lóculos, para la evaluación del comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego.

FV	GL	SC	CM	F	Pr>F
Riego	2	1.16666667	0.58333333	21.00	<.0001 ***
Sustrato	2	3.16666667	1.58333333	57.00	<.0001 ***
RxS	4	1.66666667	0.41666667	15.00	<.0001 ***
Error	18	0.50000000	0.02777778		
Total	35	6.75000000			
CV %					
Media					

*** Altamente significativo al 99.9 %, ** altamente significativo al 99 %, * significativo al 95 % y Ns no significativo.