

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación del comportamiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.) mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos bajo condiciones de Casa sombra.

POR:

FREDY NOE VALDEPEÑA CANIZAL

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA

OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

ENERO DEL 2017.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación del comportamiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)
mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos bajo
condiciones de Casa sombra.

POR:

FREDY NOE VALDEPEÑA CANIZAL


TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:



Dr. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

VOCAL:



Dr. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:



Dr. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO



MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

ENERO DEL 2017.

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

**Evaluación del comportamiento del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)
mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos bajo
condiciones de Casa sombra.**

POR:

FREDY NOE VALDEPEÑA CANIZAL

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



Dr. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR:



Dr. JOSÉ LUIS REYES CARRILLO

ASESOR:



Dr. ALFREDO OGAZ

ASESOR:



Dr. HÉCTOR JAVIER MARTÍNEZ AGÜERO

**MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

ENERO DEL 2017.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Primeramente doy a gracias a Dios por haberme dado la vida y la salud en todos estos años de mi vida, y por haberme acompañado, bendecido y guiado a lo largo de mi carrera. Por ser mi fortaleza en los momentos más difíciles y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad. Gracias Dios por haberme dado esta familia tan hermosa que tengo y que gracias a ello soy lo que soy, y sobre todo Dios porque me hiciste realidad este sueño tan grande que siempre he anhelado que es ser un Ingeniero Agrónomo.

A mi **“ALMA TERRA MATER”**, la **Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna**, por brindarme la oportunidad de formar parte de esta institución, prepararme profesionalmente y por todos los momentos vividos durante mi estancia dentro de sus instalaciones.

A mi asesor principal, el **Dr. Alejandro Moreno Reséndez**, por la orientación y ayuda que me brindó para realizar este proyecto de investigación, por su apoyo y amistad que me permitieron hacer más fácil la elaboración de este proyecto.

Al **Dr. José Luis Reyes Carrillo**, por sus consejos como maestro, y sobre todo su orientación y confianza que me tuvo para la elaboración de este proyecto.

Al **Dr. Alfredo Ogaz y el Dr. Héctor Javier Martínez Agüero**, por su apoyo, su tiempo y dedicación para revisar mi trabajo de investigación.

Agradezco también a todos mis maestros que me impartieron sus conocimientos, por su apoyo y sabiduría que me transmitieron a lo largo de mi carrera profesional, ya que sin ellos no habría podido realizar mi formación profesional y académica en mi **“ALMA MATER”**.

DEDICATORIA

A MIS ABUELOS:

PEDRO VALDEPEÑA SANTIBAÑEZ

CECILIA VALDEPEÑA LARA (+)

Por brindarme todo su cariño, amor, paciencia, sacrificio y por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida, por ser un ejemplo para seguir adelante y por todos aquellos consejos que me han sido de gran ayuda para mi vida y sobre todo por haberme hecho una persona de bien. Gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera. Sobre todo, a ti abuelita que aunque no estás con nosotros yo sé que siempre estarás orgulloso de mí. Gracias por todo lo que me han dado abuelitos los quiero mucho.

A MIS PADRES:

JESUS VALDEPEÑA VALDEPEÑA

ELVIA CANIZAL ESTUDILLO

Por haberme dado la vida, por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar, y sobre todo por haber confiado y creído en mí durante toda mi carrera profesional. Sobre todo, por el orgullo que sienten por mí, fue lo que me impulso a ir hasta el final de mi carrera profesional. Gracias por todo lo que me han dado papás los quiero mucho.

A mi familia en general, porque me brindaron su apoyo incondicional, siempre creyeron en mí, y también por ser mi motivación para seguir siempre adelante y lograr así mi carrera profesional, y sobre todo por compartir conmigo buenos y malos momentos de mi vida gracias por todo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE DE CONTENIDO	iii
ÍNDICES DE CUADROS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1.- Objetivos	3
1.2.- Hipótesis	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA	5
2.1.- Importancia del Cultivo de Tomate	5
2.2.- Clasificación Taxonómica del Tomate	6
2.3.- Características Morfológicas del Tomate	6
Planta	6
Semilla	7
Raíz	7
Tallos	7
Hojas	8
Flor	9
Fruto	9
2.4.- Producción de Tomate en México	9
2.5.- Antecedentes de Investigación sobre el Cultivo del Tomate	10
2.6.- Agricultura Protegida	13
2.6.1.- Estructuras Empleadas en la Agricultura Protegida	14
2.6.1.1 Invernadero	14
2.6.1.2 Casa sombra o Malla sombra	14
2.6.1.3 Macrotúneles (túneles altos)	15
2.6.1.4 Microtúneles (túneles bajos)	15

2.7.- Importancia Regional del estiércol	16
2.8.- Agricultura Orgánica	17
2.8.1 El uso de Abonos Orgánicos en la Producción Agrícola.....	18
2.9.- Sustratos utilizados en la Producción de Hortalizas	19
2.10.- Sustratos Orgánicos	21
2.10.1 Turba	22
2.10.2 Fibra de coco	22
2.10.3 El compost	23
2.10.4 El vermicompost	24
2.11.- Sustratos Inorgánicos o Inertes	25
Arena	25
Perlita.....	26
Lana de roca.....	26
2.12.- Beneficios de los Abonos Orgánicos	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	31
3.1.- Ubicación Geográfica del Trabajo Experimental	31
3.2.- Localización del Experimento	31
3.3.- Condiciones Experimentales.....	31
3.4.- Material Vegetal	32
3.5.- Siembra	32
3.6.- Trasplante	32
3.7.- Riego	32
3.8.- Labores Culturales.....	33
Tutoreo	33
Poda	34
Polinización.....	34
Control de Maleza.....	35
Control de Plagas y Enfermedades	35
Cosecha.....	37
3.9.- Variables Evaluadas	37

3.10.- Procedimiento y Diseño Experimental	40
3.11.- Análisis Estadísticos	41
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	42
4.1.- Altura de Planta	42
4.2.- Días a Floración.....	44
4.3.- Espesor de Pericarpio del Fruto.....	45
4.4.- Diámetro Ecuatorial	47
4.5.- Diámetro Polar	48
4.6.- Contenido de Sólidos Solubles	49
4.7.- Número de Lóculos.....	51
4.8.- Número de Frutos	52
4.9.- Peso Promedio del Fruto	54
4.10.- Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$)	56
V. CONCLUSIONES	58
VI. LITERATURA CITADA.....	59
VI. APÉNDICE	75

ÍNDICES DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Taxonomía del Tomate	6
Cuadro 2. Tratamientos para evaluar el desarrollo del tomate bajo condiciones controladas.	41
Cuadro 3. Fertilizantes utilizados en la Solución Nutritiva Steiner de acuerdo a la etapa de crecimiento del cultivo de tomate, desarrollado en Casa sombra. Las cantidades se diluyeron en 200 L de agua.	41

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Altura de Planta.	42
Figura 2. Días a Floración del Fruto.	44
Figura 3. Espesor de Pericarpio del Fruto	45
Figura 4. Diámetro Ecuatorial.....	47
Figura 5. Diámetro Polar.....	48
Figura 6. Contenido de Sólidos Solubles.....	50
Figura 7. Número de Lóculos.	51
Figura 8. Número de Frutos	53
Figura 9. Peso Promedio del Fruto.	54
Figura 10. Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$).....	56

RESUMEN

El trabajo se realizó durante el ciclo agrícola Primavera-Verano de 2015 en la Casa sombra del Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA), que se encuentra en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), en Torreón, Coahuila, México. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento del tomate usando como sustrato una mezcla de arena de río con vermicompost y como complemento de fertilización la solución nutritiva de Steiner, aplicada en diferentes frecuencias, bajo condiciones de casa sombra. Se evaluó el híbrido de tomate *cv.* Aquiles, de la empresa (Harris Moran®), en seis mezclas de VC:AR, con relaciones 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 1:5 y 1:6 (v:v); y el testigo AR:SNS (relación; 1:7 v:v). Las seis mezclas, con seis repeticiones, se distribuyeron en un diseño completamente al azar. Los sustratos se colocaron en bolsas de polietileno negro, tipo vivero, calibre 500, en donde se trasplantó el híbrido *cv.* Aquiles. Dentro de la casa sombra las macetas fueron colocadas a doble hilera, con arreglo a tresbolillo, con una distancia entre plantas de 30 cm. Las variables evaluadas fueron las siguientes: Altura de planta, días a floración, en frutos espesor del pericarpio, diámetro ecuatorial, diámetro polar, sólidos solubles, número de lóculos, número de frutos, peso de frutos y rendimiento. Para evaluar los resultados obtenidos en cada una de las variables de estudio, se aplicaron análisis de varianza y pruebas de comparación de medias Tukey^{.05}. Los análisis se realizaron con apoyo del programa estadístico SAS. El mayor rendimiento, se obtuvo en el tratamiento T1, de la mezcla (VC:AR; relación 1:1 v:v) con 28.29 t•ha⁻¹ y una mejor calidad de fruto, en comparación a los demás tratamientos orgánicos y al testigo. Por lo tanto, es posible concluir que el VC fue capaz de satisfacer la demanda nutritiva del tomate, sin necesidad de aplicar fertilizantes sintéticos.

Palabras Clave: abonos orgánicos, agricultura orgánica, agricultura protegida, sustratos, tomate.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a nivel mundial es la segunda hortaliza de mayor importancia después de la papa. Se cultiva en diversos países, no obstante, en el 2008 más del 70 % de la producción se concentró en cuatro países: China (36 %), Estados Unidos (14 %), Turquía (12 %) e India (11 %). A escala mundial existen casi cuatro millones de hectáreas de superficie sembradas con el cultivo, lo que representa una producción de 105.7 millones de toneladas (Reyes-Pérez *et al.*, 2015; FAO, 2010).

Esta solanaceae posee cualidades muy esenciales para adecuarse a la dieta alimenticia, para su consumo en fresco o procesado, representa una rica fuente de sales minerales y de vitaminas A y C, además de utilizarse en la industria cosmética, farmacéutica y ornamental. La planta de tomate es potencialmente perenne y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual según la variedad. Esta planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar estas últimas, varios metros de altura en un año. El cultivo de tomate se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas, métodos de cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad (Reyes-Pérez *et al.*, 2015).

Hoy en día es ampliamente reconocido que el modelo de agricultura convencional, adoptado desde la década de los 1950's, se fundamenta en un

sistema de producción de alta eficiencia, dependiente de un uso elevado de insumos sintéticos, donde el manejo de los monocultivos se justifica como herramienta fundamental para lograr la mayor eficiencia del proceso productivo. Sin embargo este sistema ha mostrado serios problemas de sostenibilidad en 20 o 30 años de uso intensivo en diversas regiones, y de haber ocasionado no solo la destrucción de los recursos naturales y del paisaje, pero sobre todo la desaparición de pequeños productores en algunas regiones. Debido a estos efectos, se ha considerado que la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que intenta modificar algunas de las limitaciones de la producción convencional. De hecho, más que una tecnología de producción, la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa. Aunque también se ha reconocido que la agricultura orgánica no es la panacea universal ni la tabla de salvación para todos los productores en todas las circunstancias. Sin embargo, la producción orgánica ha sido considerada como una alternativa interesante para proyectos dirigidos a pequeños productores (FIDA-RUTA-CATIE-FAO, 2003).

Considerando lo anterior, y la problemática actual que constituye para la agricultura el mal uso de los agro insumos (anualmente se utilizan en el mundo más de 100 millones de toneladas de fertilizantes nitrogenados y más de 90 millones de potasio y fósforo para obtener cultivos con altos rendimientos. La utilización excesiva de fertilizantes resulta en mayores costos de producción y en la contaminación de suelos y aguas), han conducido a un proceso de

deterioro de los escasos recursos y una creciente dificultad para renovarlos, promoviendo realizar un uso integral y diversificado de los recursos naturales, en un ambiente fluctuante y restrictivo (Rueda-Puente *et al.*, 2015). Aguado-Santacruz *et al.* (2012) señalan que aunado a la problemática ambiental se suma la gran volatilidad en los precios del petróleo y los consecuentes aumentos en los precios de los fertilizantes químicos, situación que ha provocado una gran inquietud entre los productores agropecuarios quienes han visto mermados sus márgenes de utilidad.

La agricultura orgánica demanda el uso de abonos orgánicos para mantener sano el suelo y los productos cosechados libres de sustancias tóxicas. El uso de abonos orgánicos es atractivo por su menor costo en producción y aplicación, por lo que resulta más accesible a los productores, sobre todo en países donde la mayor parte de la producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada tal como ocurre en América Latina (García-Hernández *et al.*, 2010).

1.1.- Objetivos

Evaluar el comportamiento del tomate usando como sustrato una mezcla de arena de río con vermicompost y como complemento de fertilización la solución nutritiva Steiner, aplicada en diferentes frecuencias, bajo condiciones de casa sombra.

1.2.- Hipótesis

La fertilización con abonos orgánicos podrá ser complementada con fertilizantes inorgánicos sin impactar productividad, calidad y capacidad antioxidante de especies vegetales como el tomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.- Importancia del Cultivo de Tomate

El tomate es uno de los frutos económicamente más importantes a nivel mundial y México se ubica entre los primeros diez productores. Este fruto es una buena fuente de vitaminas A y C (ácido ascórbico), así como carotenoides para la dieta humana, principalmente licopeno, debido a que es ampliamente consumido en diversas formas. Una porción promedio de tomate, 148 g, es suficiente para proveer aproximadamente el 40 % del ácido ascórbico y el 20 % de la vitamina A, recomendados en la ingesta diaria (IDR) de los habitantes de los Estados Unidos (López-Valenzuela *et al.*, 2011).

El tomate es una de las hortalizas más difundidas en todo el mundo con alto valor económico, ya que representa 30 % de la producción hortícola a nivel mundial. Su demanda aumenta considerablemente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años, se debe principalmente al rendimiento e incremento de la superficie cultivada (Sánchez-López *et al.*, 2012). Gallegos-Ponce *et al.* (2013) destacan que el tomate se siembra prácticamente en toda la República Mexicana en dos ciclos agrícolas, ocupando el primer lugar en importancia económica y social, debido a su derrama económica y su gran demanda de mano de obra.

El cultivo de tomate o jitomate es una planta perenne, en forma de arbusto, que se cultiva anualmente y puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Es uno de los frutos que contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales, tiene bajo valor calórico y se caracteriza por un elevado

contenido de agua, de 90 a 94 %. Además, se reportan importantes contenidos de azúcares solubles (fructosa, glucosa y sacarosa), menor proporción de proteínas, fibra, ácidos orgánicos (cítrico y málico) y licopeno (Ruiz-Martínez *et al.*, 2012).

2.2.- Clasificación Taxonómica del Tomate

A continuación se describe la clasificación taxonómica del tomate *Solanum lycopersicum* L. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Taxonomía del Tomate

Nombre común	Tomate y Jitomate.
Nombre científico	<i>Solanum lycopersicum</i> L.
Clase	Dicotiledóneas
Orden	Solanes (personatae).
Familia	Solanáceae
Tribu	Solaneae.
Género	<i>Solanum</i>
Especie	<i>lycopersicum</i>

Fuente: Esquinas y Nuez (2001)

2.3.- Características Morfológicas del Tomate

Planta.

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitado en las indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a los 10 m de altura en un año (Chamorro, 2001).

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. El embrión y el endospermo están recubiertos de pelos, que los envuelven y protegen (Chamorro, 2001).

Raíz.

El sistema radicular está compuesto por una raíz principal de corta extensión ramificada en numerosas raíces secundarias. En la parte superior, al nivel del suelo, se desarrollan raíces adventicias que ayudan a mejorar el anclaje de la planta al suelo o al sustrato. La raíz está compuesta por una epidermis o parte externa en donde se encuentran pelos absorbentes especializados en tomar agua y elementos nutritivos. En el interior se localizan el córtex y el cilindro central conformado por el xilema, que es el tejido responsable del transporte de los elementos desde la raíz hacia las hojas y otros órganos de la planta (Escobar y Lee, 2009).

Tallo.

El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos, por ello es importante vigilar su vigor y sanidad; el diámetro de la base puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que al

llegar a cierto número de ramilletes detiene su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). El tallo está cubierto por vellosidades que salen de la epidermis, mismas que expiden un aceite oloroso que al desprenderlo sirve de protección al tallo. Estas sustancias provocan que la planta esté sana, aunque pueden, manchar la piel y la ropa, al realizar las prácticas culturales. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios, que deben ser eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. En el extremo del tallo principal se encuentra el meristemo apical, una región de división celular activa donde se inician los nuevos primordios foliares y florales; tiene forma de cúpula y está protegido por las hojas recién formadas (Castellanos y Muñoz, 2009).

Hojas.

Castellanos y Muñoz (2009) señalan que las hojas tienen un eje central o peciolo, que se utiliza para el monitoreo nutrimental y de este eje salen pequeñas “hojitas” llamadas folíolos. Las hojas son las responsables de la fotosíntesis por lo que deben tener una buena disposición para una mayor captación de la radiación. Una hoja típica del tomate alcanza hasta 50 cm de largo, con un gran folíolo terminal y hasta 8 grandes folíolos laterales que pueden, a su vez, ser compuestos. En la hoja se encuentran los estomas, estructuras por donde se realiza el intercambio gaseoso (transpiración y asimilación de CO₂).

Flor.

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

Fruto.

El fruto es el producto comestible, es de tipo baya, bi o plurilocular, que puede tener diferentes colores, formas y tamaños. El peso puede ser de pocos mg a 400 g o más. El color más generalizado es el rojo y la forma redondeada en los tomates para consumo en fresco, y alargada en los industriales. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas unidas a la placenta y contenidas en una masa gelatinosa, más o menos densa, que constituyen el contenido locular (Del Pino, 2014).

2.4.- Producción de Tomate en México

México se encuentra en el décimo lugar a nivel mundial en la producción de tomate, sin embargo, ocupa el primer lugar en exportación del fruto según datos de la SAGARPA (2011); su principal mercado es Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) con 95 %. Los estados con mayor aportación son Sinaloa,

Baja California, Michoacán, Zacatecas y Jalisco; juntos totalizan 68 % de la producción nacional (Ruiz-Martínez *et al.*, 2012).

México es uno de los países mayores productores de tomate a nivel mundial y el primero en exportación de dicho fruto. El cultivo, la cosecha y la comercialización del tomate genera millones de empleos de manera directa e indirecta, sin embargo, es una de las hortalizas que presenta mayores pérdidas de hasta un 50 % del total de la producción por deterioro, tanto por factores físicos como biológicos (Bombelli y Wright, 2006).

En México, el tomate es una de las principales hortalizas de exportación que se cultiva principalmente en grandes extensiones de los estados del Noroeste y Occidente, con rendimientos promedio superiores a las 40 t•ha⁻¹. Anualmente se siembran más de 52 mil hectáreas y se producen dos millones de toneladas. Contradictoriamente, en los estados de mayor producción y exportación de tomate no se encuentra la mayor diversidad genética del cultivo, la cual se concentra en el Centro y el Sureste del país (Ríos-Osorio *et al.*, 2014).

2.5.- Antecedentes de Investigación sobre el Cultivo del Tomate

En consecuencia, desde hace varios años, algunos de los integrantes del Programa de Investigación: Cuerpo Académico: Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA) en formación, con Clave: UAAAN-CA-14, a través de su línea de investigación "Manejo sustentable de los sistemas de producción agropecuaria" han llevado a cabo diversos

proyectos de investigación con el propósito general de evaluar el comportamiento y desarrollo de diversos cultivos al aplicar abonos orgánicos, entre los que destacan el compost y el vermicompost, así como los téis y/o lixiviados derivados de ambos abonos, como alternativa para sustituir a los fertilizantes inorgánicos o de síntesis industrial, dada la gran demanda de los consumidores por productos inocuos, libres de la presencia de agroquímicos – productos cuya presencia ha sido asociada con riesgos a la salud humana (Ramesh *et al.*, 2005).

Aunque los resultados de los trabajos experimentales han sido halagadores, como se aprecia en los artículos ya publicados por López-Espinosa *et al.* (2013), Márquez-Hernández *et al.* (2006), Márquez-Quiroz *et al.* (2014), Moreno-Reséndez *et al.* (2005, 2008, 2010, 2012, 2013, 2014a, 2014b), Ochoa-Martínez *et al.* (2009) y Rodríguez-Dimas *et al.* (2007, 2008, 2009). El rendimiento de los cultivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.), chile (*Capsicum annuum* L.), melón (*Cucumis melo* L.) entre otros, han resultado ser al menos estadísticamente igual que los tratamientos testigo, en los cuales se han empleado arena de río como sustrato inerte y soluciones nutritivas, cuya base de preparación son los fertilizantes sintéticos, por lo cual se ha sugerido que estos abonos pueden ser considerados como sustitutos de los materiales sintéticos.

A diferencia de Durán-Umaña y Henríquez-Henríquez (2010), quienes consideran a los abonos orgánicos como complemento de los fertilizantes sintéticos, debido a que presentan concentraciones más bajas de elementos

nutritivos por cada tonelada aplicada de material, y destacan también que estos materiales tienen efectos positivos sobre el mejoramiento de diversas propiedades de los suelos agrícolas.

Por otro lado, a pesar de un incremento significativo en la producción de alimentos durante los últimos cincuenta años, uno de los más importantes desafíos que enfrenta la sociedad en el Siglo XXI es cómo alimentar a una población estimada de casi 10,000 millones de personas o más (Ward y Pulido-Velázquez, 2008). Para satisfacer la demanda de alimentos sin incrementos significativos en los precios, se ha estimado que existe la necesidad de producir entre 70 y 100 % más de alimentos, a la luz de los crecientes impactos del cambio climático, las preocupaciones sobre la seguridad energética, los cambios regionales en las dietas y la meta del desarrollo del Milenio de reducir a la mitad la pobreza y el hambre mundial para el año 2015. Por lo tanto, el reto para el sector agrícola no es simplemente maximizar la productividad, sino de optimizar a través de un panorama más complejo de producción, los resultados del desarrollo rural, la justicia ambiental, social y el consumo de alimentos, que soporten la emergencia de una amplia gama de formas más sustentables de uso del suelo y de una producción agrícola eficiente (Pretty *et al.*, 2010).

Las condiciones descritas, así como las experiencias obtenidas en los últimos 10 años por los integrantes del CASISUPA, han sido tomadas en cuenta para proponer como alternativa de producción agrícola la aplicación combinada de fertilizantes orgánicos e inorgánicos para cubrir las necesidades nutricionales de las especies vegetales, pero invirtiendo el enfoque, es decir los

fertilizantes inorgánicos serán considerados como complemento de los fertilizantes orgánicos.

2.6.- Agricultura Protegida

La agricultura protegida (AP) es un sistema de producción realizado bajo diversas estructuras, para proteger cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos (Moreno-Reséndez *et al.*, 2011). En México existen alrededor de 20,000 ha bajo AP de las cuales aproximadamente 12,000 ha son de invernadero y las otras 8,000 ha corresponden a casas sombra y macro túnel principalmente (SAGARPA, 2012).

La agricultura, por su naturaleza, se encuentra asociada al riesgo, de ahí que este sistema de AP tiene como característica básica la protección contra los riesgos inherentes a esta actividad. Los riesgos pueden ser: climatológicos, económicos (rentabilidad, mercado) o de limitaciones de recursos productivos (agua o de superficie). Adicionalmente, se establece que la AP ha modificado las formas de producir alimentos y genera múltiples ventajas para los productores. Entre otras ventajas, permite el desarrollo de cultivos agrícolas fuera de su ciclo natural y en menor tiempo, se enfrenta con éxito plagas y enfermedades, con mejores rendimientos en menor espacio, sanos y con un mejor precio en los mercados. Generando, evidentemente, en un mejor ingreso para los productores (Moreno-Reséndez *et al.*, 2011).

2.6.1.- Estructuras Empleadas en la Agricultura Protegida

2.6.1.1 Invernadero

Los invernaderos son construcciones altas, herméticamente cerradas con materiales transparentes, diseñadas para cultivar o proteger temporalmente las plantas. El techo puede estar cubierto por plástico, vidrio, fibra de vidrio, o láminas corrugadas de policarbonato, pudiendo incluir aberturas para una ventilación pasiva. A su vez, las paredes frontales y laterales pueden ser cubiertas con los materiales antes descritos o por mallas anti-insectos. Los invernaderos difieren de las demás protecciones en que son de mayor solidez y suficientemente altos (4 m) y anchos para permitir el cultivo de especies de altura diversa, incluso árboles frutales (Santos *et al.*, 2010).

2.6.1.2 Casa sombra o Malla sombra

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

2.6.1.3 Macrotúneles (túneles altos)

Los macrotúneles son estructuras que no tienen las características apropiadas en ancho y altura al canal para ser consideradas como invernaderos, pero éstos permiten que las labores se realicen en el interior. Tienen de 4 a 5 m de ancho y 2 a 3 m de altura en la parte más elevada, con longitudes variables que para facilitar su manejo se recomienda que no sean mayores a 60 m, aunque en México existen algunos de hasta 100 m de largo (Juárez-López *et al.*, 2011).

En muchas partes del mundo, los túneles altos son hechos de tubos de PVC o tubería galvanizada de espesor variante, éste depende de la durabilidad de la estructura y también de la cantidad de viento que se experimente en la región. Los macrotúneles, se han convertido en una característica importante de los sistemas intensivos de producción hortícola en varios lugares alrededor del mundo y pueden mejorar el rendimiento y la calidad de los cultivos por proporcionar condiciones más favorables de crecimiento (Velásquez *et al.*, 2014).

2.6.1.4 Microtúneles (túneles bajos)

Los microtúneles son pequeñas estructuras, sencillas, de fácil instalación y económicamente accesibles, que soportan la malla o pantalla que provee protección temporal al cultivo. En general son utilizados para proteger los cultivos en sus primeras etapas, contra los agentes climáticos, plagas y enfermedades. La estructura del túnel está conformada por una hilera de arcos (pueden ser de tubos, mangueras o alambre grueso) entre los cuales se tiende

la malla facilitando su apertura durante las horas diurnas. Poseen una altura que varía de 0.5 a 1 m, cubriendo una o más hileras de cultivo; en ellos las prácticas culturales se efectúan desde el exterior (Santos *et al.*, 2010).

2.7.- Importancia Regional del estiércol

La Comarca Lagunera es la cuenca lechera más importante del país con más de 550,000 cabezas de ganado bovino que anualmente excretan 1,200,000 toneladas de estiércol base seca (SAGARPA, 2009). La intensificación de la producción de la industria lechera aumenta la generación de estiércol, lo cual origina una gran cantidad de elementos nutritivos desechados y concentrados en un área pequeña. Así como una serie de impactos al ambiente por el manejo inadecuado de este residuo. Una alternativa viable para disminuir el impacto ambiental negativo de esta excreta ganadera es el reciclaje de este desecho como sustrato para la nutrición de los cultivos (Galindo-Pardo *et al.*, 2014).

En la Comarca Lagunera se produce anualmente una gran cantidad de estiércol de bovino el cual después de ser tratado puede ser utilizado directamente como sustrato orgánico en la agricultura, disminuyendo los costos de producción por la baja inversión, además contiene una gran cantidad de elementos nutritivos solubles y microorganismos benéficos para el crecimiento de las plantas (Gallegos-Ponce *et al.*, 2013).

En México, la NOM-037-FITO-1995 (DOF, 1997) establece que el estiércol debe ser tratado antes de ser utilizado; se debe someter al proceso de

compostaje, pasteurizar, secado por vapor o por radiación UV con el fin de reducir la cantidad de metales pesados, bacterias coliformes fecales y huevos de helminto (Galindo-Pardo *et al.*, 2014).

2.8.- Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional y que más que una tecnología de producción, es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un mejor manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también en un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa (García-Hernández *et al.*, 2010).

La agricultura orgánica constituye un sector de creciente importancia en el sector agrícola; sus ventajas ambientales y económicas han atraído la atención de muchos países desarrollados y en vías de desarrollo. La reducción del apoyo gubernamental a los insumos agrícolas brinda una oportunidad de conversión de sistemas agrícolas de bajos insumos en sistemas de agricultura orgánica más productivos. La diversificación biológica resultante de los sistemas orgánicos aumenta la estabilidad del ecosistema agrícola y brinda protección contra la tensión ambiental, lo que a su vez aumenta la capacidad de adaptación de las economías agrícolas. La demanda de alimentos y fibras de producción orgánica por parte de los consumidores y la exigencia de un desarrollo más sostenible que plantea la sociedad, ofrecen nuevas oportunidades a los agricultores y empresas de todo el mundo (Rueda-Puente *et al.*, 2015).

La agricultura orgánica no implica solo el hecho de fertilizar con abonos orgánicos, tales como compost, fermento, lombricompost, entre otros, el suelo, sino conlleva un cambio de conciencia, un camino con muchos pasos, donde el primero está en la cabeza de cada uno, el querer creer y cambiar. La producción de hortalizas en huertos orgánicos cada día toma más auge, ya que cumple con los parámetros preestablecidos en las normas de calidad, pueden consumirse en forma fresca, en muchos casos directamente del huerto al consumidor, con precios similares a los del mercado, y en algunos casos más baratos superando en calidad a la hortaliza de los supermercados (García-Hernández *et al.*, 2010).

2.8.1 El uso de Abonos Orgánicos en la Producción Agrícola

Los abonos orgánicos y fertilizantes naturales son los principales insumos que aportan elementos nutritivos en la agricultura orgánica. Esta forma de producción se ha incrementado en los tiempos recientes, en el año 2000 se cultivaron en el mundo 15 millones de hectáreas, mientras que en el 2010 fueron 37 millones de hectáreas (Rodríguez-Ortiz *et al.*, 2014).

En relación a la fertilización de los cultivos, esta tradicionalmente se lleva a cabo con fuentes inorgánicas debido a su mayor solubilidad. Sin embargo, éstos pueden originar un daño a la salud humana, además de incrementar los costos de producción de los cultivos. Hoy en día existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, en un intento de regresar los sistemas naturales a la producción orgánica. En las últimas décadas se ha retomado la importancia en el uso de abonos orgánicos debido al incremento

de los costos de los fertilizantes sintéticos y al desequilibrio ambiental que éstos ocasionan, además de la necesidad de preservar la materia orgánica en los sistemas agrícolas, aspecto fundamental relacionado a la sostenibilidad y productividad de la agricultura (Fortis-Hernández *et al.*, 2012).

2.9.- Sustratos utilizados en la Producción de Hortalizas

Un sustrato es el medio en el cual las raíces puedan crecer y también sirve como soporte a la planta, puede estar constituido de un solo material o mezclas. Un sustrato adecuado para el crecimiento de las plantas debe presentar alta capacidad de retención de agua, fácil drenaje y una apropiada aireación (Puerta *et al.*, 2012).

Por otra parte, Gallegos-Ponce *et al.* (2013) mencionan que el sustrato es uno de los factores que determinan el éxito o fracaso en la explotación de las hortalizas. El cual debe ser de buena calidad, que permita un adecuado crecimiento, y facilita el traslado al lugar definitivo de producción. Debido a lo anterior se deben seleccionar los sustratos que disminuyan los costos de producción al mismo tiempo que garanticen la calidad, estabilidad e inocuidad.

En ocasiones un material orgánico por sí mismo no cumple o no propicia las condiciones de crecimiento para un adecuado desarrollo en la planta, por lo que hay necesidad de realizar mezclas con materiales inorgánicos, para obtener mejores condiciones de crecimiento. La mezcla de la mayoría de los materiales inorgánicos con orgánicos, juega un papel importante en la obtención de uno nuevo, dado que la materia orgánica es un componente

activo y su incorporación en el sustrato inorgánico mejora el espacio poroso, incrementa la retención de humedad y capacidad de intercambio catiónico. En mezclas de materiales orgánicos e inorgánicos, cuando el tamaño de partícula del material inorgánico es mayor a 1 mm de diámetro que el orgánico, la capacidad de aireación se incrementa, lo que facilita el transporte de nutrimentos y el desarrollo de las raíces (Morales-Maldonado y Casanova-Lugo, 2015).

Cruz-Crespo *et al.* (2012), señalan que los sustratos se pueden clasificar como materiales orgánicos e inorgánicos.

Materiales orgánicos: Los materiales orgánicos a su vez se pueden subdividir en: 1) De origen natural (turba o Peat moss); 2) De síntesis (espuma de poliuretano, poliestireno expandido), y 3) Residuos y subproductos de diferentes actividades. Aunque este tipo de materiales deben ser previamente acondicionados mediante un proceso de compostaje o vermicompostaje.

Materiales inorgánicos o inertes: Estos materiales también se subdividen en: 1) De origen natural. Se obtienen a partir de rocas o minerales de origen diverso, como por ejemplo: rocas de tipo volcánico como el jal, tezontle, piedra pómez, arena, grava; 2) Materiales transformados o tratados industrialmente. Algunos ejemplos de éstos son la perlita, vermiculita, arcilla expandida y lana de roca, y 3) Residuos y subproductos industriales, como las escorias de horno alto, estériles de carbón, etc.

2.10.- Sustratos Orgánicos

Un sustrato u abono orgánico es un producto natural resultante de la descomposición de materiales de origen vegetal, animal o mixto, que tiene la capacidad de mejorar la fertilidad del suelo y por ende la producción y productividad de los cultivos. El uso de sustratos orgánicos ha cobrado gran importancia por diversas razones; desde el punto de vista económico, el uso de sustratos orgánicos (abonos y productos) se ha fomentado por la agricultura orgánica que finalmente también es una respuesta a una mejoría en las prácticas agrícolas (Fortis-Hernández *et al.*, 2012).

La preocupación mundial por reducir la contaminación, el cuidado por la salud, y la disminución de costos por insumos, en especial los fertilizantes, dado el alto costo de éstos en los últimos años, ha llevado a la búsqueda de sistemas de producción sustentables; razón por la cual productores de diversos países han adaptado prácticas orgánicas al cultivo sin suelo. Esto además de promover el uso de los residuos que se derivan del sector agropecuario y otras actividades, que contribuyen al cuidado del ambiente (Cruz-Crespo *et al.*, 2012).

Hoy en día, en la agricultura protegida se experimenta con materiales orgánicos derivados del sector agropecuario y de otros sectores, con el fin de usarlos como sustratos para las plantas, para lo cual puede o no sufrir un proceso de tratamiento, tal como el vermicompost. Este producto generado a partir de diversos estiércoles, ha dado resultados favorables sobre el crecimiento y rendimiento de diversas especies, ya que posee propiedades

físicas, químicas y biológicas que mejoran el medio de crecimiento y aporta nutrimentos. Sin embargo, el vermicompost por si solo es difícil que cumpla con las condiciones adecuadas para el buen desarrollo de las plantas, motivo por el cual es necesario hacer mezclas con otros materiales (Cruz-Crespo *et al.*, 2012; Azarmi *et al.*, 2008).

2.10.1 Turba

En México uno de los sustratos orgánicos más empleados específicamente en la producción de planta para trasplante, es el Peat moss o también denominado turba, el cual es un material fosilizado y considerado como un recurso no renovable (Cruz-Crespo *et al.*, 2013). Por su parte, Abad-Berjón *et al.* (2016), mencionan que las turbas son fundamentalmente vegetales fosilizados. Están constituidas por restos de musgos y de otras plantas superiores, descompuestas de modo incompleto a causa del exceso de agua y de la falta de oxígeno, por lo que conservan parcialmente su estructura anatómica durante largos periodos de tiempo.

Sin embargo, el uso de este material constituye un costo importante en la producción de cultivos en contenedor, el cual es más marcado entre mayor sea el tamaño de éste, ya que en México es un producto de importación de alto costo (Cruz-Crespo *et al.*, 2013).

2.10.2 Fibra de coco

La fibra de coco es un material fibroso, procedente de la primera corteza que envuelve a la cáscara dura del coco maduro, utilizado en la preparación de

sustratos de cultivo de plantas ornamentales, en la fabricación de cuerdas y en rellenos de sillas para coches, entre otros. Es un material que presenta una estructura estable y comparte la mayoría de las características de la turba, por lo que suele ser denominada “turba ecológica” (Pardo-Giménez *et al.*, 2012).

2.10.3 El compost

El compost 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. El compost es el material orgánico que se obtiene como producto de la acción microbiana controlada sobre residuos orgánico tales como: hojas, rastrojos, zacates, cáscaras, basuras orgánicas caseras, subproductos maderables (aserrín y virutas), ramas, estiércoles, y residuos industriales de origen orgánico (SAGARPA, 2016).

Los beneficios del compost son: 1) mejora las características de los suelos, como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, y mineralización de nitrógeno, fósforo y potasio; 2) mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas; 3) fomenta la actividad microbiana (García-Mendivil *et al.*, 2014).

2.10.4 El vermicompost

El vermicompost es un tipo de compost en el cual cierto tipo de lombrices de tierra, e.g., *Eisenia fetida*, *Eisenia andrei*, *Lumbricus rubellus*, transforman los residuos orgánicos en un subproducto estable denominado “Vermicompost” o “worm casting”. Los residuos de la ganadería son una “fuente de alimento” común para las lombrices, pero los residuos de los supermercados, los biosólidos (lodos de aguas negras) la pulpa de papel, y de la industria de la cerveza también se han utilizado en el proceso de vermicompostaje (Moreno-Reséndez, 2005). El vermicompost (VC) posee gran contenido de elementos nutritivos, fácilmente asimilables como el N, P, K, Ca, Mg, Cu, Zn, entre otros, además contiene sustancias biológicamente activas que pueden actuar como reguladores del crecimiento vegetal (Moreno-Reséndez *et al.*, 2014a).

Los residuos orgánicos procesados por la lombriz de tierra, frecuentemente denominados VC, son de tamaño fino, con alta porosidad y por ende aireación y drenaje y, a su vez, una alta capacidad de retención de agua. El VC comparado con la materia prima que lo genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico y un elevado contenido de ácidos húmicos totales (Fortis-Hernández *et al.*, 2012).

La aplicación de VC aumenta la materia orgánica del suelo y mejora algunas de sus características físicas, como la cantidad de agregados hidroestables, la densidad aparente y la porosidad, que favorecen el flujo de aire y agua y el desarrollo radicular de las plantas. Pero los efectos del VC dependen

de su naturaleza bioquímica y nivel de humificación, la cantidad y frecuencia de su aplicación, las características del suelo, el clima y las prácticas agrícolas (Aguilar-Benítez *et al.*, 2012).

2.11.- Sustratos Inorgánicos o Inertes

Arena

Se consideran arenas, todos aquellos materiales cuyas partículas van de un diámetro de 0.05 a 2 mm de diámetro. La densidad aparente de este material es superior a $1.5 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, y en general el espacio poroso total es muy similar al de los suelos. Una de las limitantes de este material es su peso, pues dificulta la manipulación de los contenedores (Castellanos y Vargas, 2009; Mora, 1999).

Las partículas con diámetro inferior de 0.5 mm presentan una buena capacidad de retención de agua, pero están pobremente aireadas, en particular cuando la altura del contenedor es reducida. Por el contrario, las partículas con diámetro mayor a 0.5 mm presentan una mejor capacidad de aireación y menor capacidad de retención de agua (Castellanos y Vargas, 2009).

La procedencia de las arenas debe ser de ríos no contaminados ni mezcladas con materiales arcillosos. Un aspecto a tener en cuenta es que la arena de río no debe tener niveles altos de carbonato de calcio, pues alterarían la solución nutritiva (Mora, 1999).

Perlita

Es un material de origen volcánico que se expande debido a un proceso de calentamiento a 1,200 °C. Lo habitual es trabajar con un material con un tamaño de partículas comprendido entre 1 y 5 mm de diámetro. Se suministra en sacos alargados de polietileno, de dimensiones variables, o a granel. Es un material que tras su período de vida útil es fácilmente aplicable al suelo de las parcelas agrícolas (Sanz de Galdeano *et al.*, 2003). La principal ventaja de la perlita es su capacidad para mantener una humedad muy uniforme en todo el saco de cultivo, es de fácil manejo por su bajo peso, es un material inerte y sin problemas de contaminación de patógenos cuando es nuevo (Castellanos y Vargas, 2009).

Lana de roca

Es un material que se obtiene mediante un proceso de fundición, a 1,600 °C, de rocas de distinta procedencia. El producto fundido se transforma en fibras a las que se le añaden una serie de humectantes para darle capacidad de absorción de agua. En este sentido, esta capacidad es mayor que la de la perlita. Resulta importante conocer la característica de densidad aparente, para determinar las características físicas (retención de agua y aireación). Se suministra en sacos alargados ("tablas") de polietileno. Es un producto no biodegradable, que tras su período de vida útil genera problemas de residuos (Sanz de Galdeano *et al.*, 2003).

2.12.- Beneficios de los Abonos Orgánicos

Hoy en día es ampliamente reconocido que el empleo, tanto los fertilizantes de síntesis industrial como los fertilizantes orgánicos, durante el desarrollo de las especies vegetales, acarrea una serie de ventajas y desventajas. Respecto a las desventajas, en el caso de los primeros Armenta-Bojorquez *et al.*, (2010), señalan que además de presentar una eficiencia menor al 50 %, su aplicación conlleva un impacto ambiental adverso, ya que estos productos favorecen la contaminación de mantos acuíferos con NO_3^- , la eutrofización, la lluvia ácida y el calentamiento global – en el mismo sentido Morse (1995) señala que el nitrógeno y el fósforo han sido asociados con la contaminación del agua superficial y la eutrofización de lagos y estuarios. Si cada uno de éstos limita el crecimiento de las algas su adición empieza el proceso de eutrofización. El nitrógeno en forma de amonio altera directamente el ambiente químico del agua superficial.

En relación a los abonos orgánicos Durán-Umaña y Hernández-Henríquez (2007, 2010) por un lado destacan que los abonos orgánicos presentan concentraciones significativas de macro y micro elementos esenciales en diferentes proporciones, por lo que los contenidos finales por tonelada de material dependerán básicamente de las materias primas disponibles para su elaboración y del contenido de humedad del material al finalizar el proceso de transformación y por el otro, señalan que estos materiales presentan concentraciones más bajas de elementos nutritivos por cada tonelada aplicada de material, y resaltan también que tienen efectos

positivos sobre el mejoramiento de diversas propiedades de los suelos agrícolas.

Como complemento a lo anterior, también se reconoce que el uso excesivo de agroquímicos en los sistemas de producción agrícola, recientemente ha llamado la atención de los consumidores a nivel mundial, esto es debido al alto grado de contaminantes que los frutos de diversos cultivos pudieran contener; además, de los problemas ambientales que éstos pueden generar en los suelos agrícolas y aguas - superficiales y subterráneas - del planeta Tierra. Por lo tanto, para reducir el impacto negativo de los agroquímicos sobre el ambiente y sobre la inocuidad de los cultivos, se ha sugerido el empleo de sistemas de producción orgánica u orgánica-mineral que supriman o reduzcan el uso de fertilizantes, insecticidas, herbicidas, etc. Entre los abonos orgánicos de origen animal o vegetal destacan, el compost, el VC, los biofertilizantes, entre otros. Estos materiales han sido considerados como opciones adecuadas para complementar la nutrición de los cultivos y así reducir significativamente el uso de fertilizantes inorgánicos o de síntesis industrial y los costos de producción (Planes *et al.*, 2004; Armenta-Bojorquez *et al.*, 2010).

Recientemente se ha determinado que diversos abonos naturales, *e.g.*, el compost (C) y el VC, generados a partir de diversos residuos orgánicos poseen características, desde el punto de vista físico, químico y microbiológico, que favorecen no sólo el desarrollo de las especies vegetales, sino que además mejoran las condiciones del medio o sustrato donde se lleva a cabo el

desarrollo de los cultivos, provocando efectos favorables sobre la calidad de los productos agrícolas (Raviv, 2005; Félix-Herran *et al.*, 2010; Zaragoza-Lira *et al.*, 2011).

También, la aplicación de VC o de los extractos acuosos de este material, en forma foliar o en el suelo, pueden incrementar el rendimiento y número de frutos de diversos cultivos, así como provocar efectos positivos sobre la salud de las plantas, el rendimiento y la calidad nutricional, mejorando las comunidades microbianas benéficas, el estatus nutricional de las plantas e induciendo sus mecanismos de defensa. Cabe señalar que muchos de los beneficios que estos abonos proveen a los cultivos se han atribuido principalmente a su actividad de “fitohormonas” (Rivera-Chávez *et al.*, 2012).

Aguilar-Benítez *et al.* (2012) determinaron que el incremento registrado de frutos y semillas de frijol, independiente del cultivar y disponibilidad de humedad, fue favorecido por el empleo del VC, pues con este abono orgánico se aportan compuestos, como ácidos húmicos y fitohormonas y la actividad microbiana, con los cuales que promueven el crecimiento y desarrollo de las plantas.

Por otro lado, a través del tiempo, las especies vegetales han desarrollado diversas estrategias de defensa contra el efecto de los factores bióticos y abióticos. Para defenderse del daño ocasionado por una herida o contra del ataque de organismos patógenos, las plantas sintetizan enzimas que degradan la pared celular de los microorganismos o que tienen la capacidad de

productos tóxicos de origen microbiano. Estas respuestas de defensa a su vez, se combinan con el desarrollo de estructuras como espinas, espigas, tricomas y pelos glandulares, contra los depredadores. Igualmente como parte de la protección química, otra estrategia usada por las plantas es la producción de metabolitos secundarios (MS) los cuales poseen actividad antimicrobiana o actividad antioxidante (Sepúlveda-Jiménez *et al.*, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1.- Ubicación Geográfica del Trabajo Experimental

La Comarca Lagunera se localiza entre los paralelos ($25^{\circ} 42'$ y $24^{\circ} 48'$ N) y los meridianos ($103^{\circ} 31'$ y $102^{\circ} 58'$ O) teniendo una altura de 1,139 m sobre el nivel del mar, localizada 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 (INEGI, 2009).

3.2.- Localización del Experimento

El experimento se realizó durante el ciclo agrícola Primavera–Verano del 2015 en la casa sombra del Cuerpo Académico Sistemas Sustentables para la Producción Agropecuaria (CASISUPA), Clave UAAAN-CA-14, de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” – Unidad Laguna, en Torreón, Coahuila, México.

3.3.- Condiciones Experimentales

El experimento se realizó dentro de una Casa sombra con una estructura metálica de 5.40 x 12.60 m de ancho y largo, respectivamente, cubierta con una malla sombra ($16 \text{ hilos} \cdot \text{cm}^{-2}$). Además, también se añadió una malla de color negro que tiene un 40 % de sombra con el objetivo de disminuir el golpe de calor en las plantas establecidas. La casa sombra tiene una estructura sencilla sin ventanas y con una única puerta principal de entrada.

3.4.- Material Vegetal

Para esta investigación se utilizó el híbrido de tomate, de crecimiento indeterminado tipo saladette, cv. "Aquiles", de la empresa (Harris Moran®).

3.5.- Siembra

La siembra de las semillas de tomate se realizó, el 20 de marzo de 2015, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, las cuales se rellenaron con Peat moss (Premier®), colocando dos semillas por cavidad, las charolas se cubrieron con plástico negro hasta la germinación y se regaron con agua de la llave cada tercer día.

3.6.- Trasplante

El trasplante se realizó el 9 de abril de 2015, cuando las plántulas alcanzaron aproximadamente los 15 cm de altura y de cinco a seis hojas verdaderas (20 días después de la siembra). Se utilizaron bolsas de polietileno negro, tipo vivero, calibre 500, de 20 L de capacidad, como macetas; y se colocaron a doble hilera, con arreglo a tresbolillo, con una distancia entre plantas de 30 cm, y con una densidad de 3.3 plantas•m².

3.7.- Riego

Un día antes del trasplante se aplicó un riego de pre-siembra al sustrato para lixiviar las sales. El riego se realizó manualmente.

Para los riegos de las macetas de los tratamientos con las mezclas de VC:AR (T1–T6), se utilizó agua de la llave. Durante los primeros 30 días

después del trasplante (ddt), a cada maceta se le aplicaron dos riegos al día, un riego en la mañana y otro riego en la tarde, en cada riego se aplicó un volumen de $1.0 \text{ L}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{maceta}^{-1}$, esto se realizó porque en los primeros ddt las plantas presentaron estrés hídrico. Después de los 30 ddt se aplicaron dos riegos al día de $0.5 \text{ L}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{maceta}^{-1}$, esto se debió a que las plantas tenían exceso de humedad. En el tratamiento testigo (T7), de la mezcla (AR:SNS), se aplicaron dos riegos al día, al igual que los tratamientos orgánicos de $0.5 \text{ L}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{maceta}^{-1}$ de agua más $0.5 \text{ L}\cdot\text{día}^{-1}\cdot\text{maceta}^{-1}$ de la solución nutritiva Steiner.

3.8.- Labores Culturales

Tutoreo

Esta actividad se realizó de manera manual, consistió en la colocación de hilo de rafia para cada planta, el hilo de rafia se amarró alrededor de la maceta y posteriormente se sujetó al tallo por debajo de la primera hoja verdadera, se enredó a la planta pasándolo por cada entrenudo hasta llegar al brote terminal, y finalmente se colocó verticalmente. Conforme la planta crecía se iba enredando el hilo de rafia a la misma altura, esta labor se realizaba de manera continua cada semana durante el ciclo del cultivo.

Por lo anterior, las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con hilo de rafia, esto se realizó cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm, con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello poder evitar que las hojas y frutos tuviesen contacto con el suelo y/o sustrato.

Poda

En esta actividad las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares constantemente, y se cortaron cuando tenían de 1 a 3 cm de longitud. Para la formación y mantenimiento de este cultivo se realizó esta actividad durante todo el ciclo vegetativo de la planta, especialmente cuando la planta comenzó a cargar sus primeros frutos, ya que fue entonces cuando la planta presentó un mayor estado vegetativo. Esto se realizó con la finalidad de tener las plantas una mejor aireación y mejor captación de luz para su desarrollo, así como también para evitar que las hojas viejas de las plantas se volvieran parasitas, ya que dejan de producir fotosintatos. Esta labor cultural se efectuó cada semana.

En cuanto al aclareo de frutos, se realizó con ayuda de tijeras de poda, y consistió en eliminar los frutos excedentes o frutos dañados en cada racimo de las plantas, dejando de esta forma los primeros cinco frutos en cada racimo; ya que estas son las densidades que se recomiendan para tener una buena producción comercial.

Polinización

Esta actividad se realizó manualmente, agitando mecánicamente las plantas por medio de la rafia de Tutoreo. Esta actividad se realizaba entre las 12:00 y 14:00 hrs, ya que en estas horas coinciden la luminosidad, temperatura y humedad relativa. Lo cual es el punto óptimo posible para que el polen esté disponible y sobre todo viable para que haya una buena polinización.

Control de Maleza

Esta actividad se realizó de forma manual y de manera periódica para evitar la competencia entre la maleza y el cultivo, principalmente de los elementos nutritivos, agua, espacio, luz, CO₂, y como hospederos alternantes de plagas y enfermedades. Este control se realizó en la parte interior de la casa sombra y el alrededor de la misma. Para la eliminación de la maleza se utilizaron azadones, rastrillos y palas, cabe señalar que frecuentemente se quitaba la maleza, debido a que las mezclas de los sustratos estuvieron compuestas por vermicompost, lo cual favoreció el desarrollo de maleza en los pasillos.

Control de Plagas y Enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo y para tener un manejo y control adecuado de plagas y enfermedades se realizaron monitoreos periódicos consecutivamente. Las plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo en alta población fueron las siguientes:

La araña roja (*Tetranychus urticae* C. L. Koch), por lo que se procedió a realizar riegos en los pasillos entre plantas y de esa manera crear un ambiente desfavorable para la plaga, ya que esta plaga se adapta a las altas temperaturas. Sin embargo, esta plaga ocasiono mucho daño al cultivo, ya que había una alta población. También se realizaron aplicaciones de insecticidas caseros a base de chile habanero y ajo, con dosis de 8 ml en 8 L de agua y un insecticida orgánico llamado "Evolution", (Extracto de quillaja saponaria al 6 %

y extracto de ajo al 12 % de i.a; Terra Nova, insumos orgánicos®) con dosis de 6 ml en 8 L de agua.

La mosquita blanca (*Bemisia tabaci* G.), ocasionó un daño menor a comparación de la araña roja (*Tetranychus urticae* C. L. Koch). Para el control de esta plaga se realizaron aplicaciones de jabón blanco “Roma”, con dosis de 3 g de jabón en 5 L de agua. También se aplicó un insecticida orgánico llamado “Solution”, (Macerados vegetales de varias plantas extraídos con alcohol etílico al 18 % de i.a; Terra Nova, insumos orgánicos®) con dosis de 8 ml en 8 L de agua.

Las plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo en baja población fueron las siguientes:

Piojos harinosos (*Planococcus ficus* sp.) y pulgón verde (*Myzus persicae* S.), a los cuales se hicieron aplicaciones de un insecticida orgánico llamado “Evolution” con dosis de 6 ml en 8 L de agua. También se hicieron aplicaciones caseras a base de chile habanero y ajo, a dosis de 8 ml en 8 L de agua.

Las enfermedades que se presentaron durante el ciclo del cultivo fueron las siguientes: Pudrición radicular (*Damping-off*) y marchitez del tomate (*Fusarium oxysporum* Schelecht.) en el transcurso del ciclo del cultivo. Para el control de estas enfermedades solo se dejó de regar las macetas que presentaban estas enfermedades por un tiempo, para así evitar que éstas presentaran exceso de humedad.

Cosecha

La cosecha se realizó una vez que los frutos presentaron un mínimo de 30 % de madurez. El criterio que se tomó para el corte fue el siguiente: Cuando los frutos alcanzarán una coloración entre rosa-rojizo. La cosecha se inició transcurridos los 64 ddt, a partir del 11 de junio, y se realizaron 10 cortes de forma manual, dos veces por semana. Los frutos cosechados fueron colocados en bolsas de papel etiquetadas con el tratamiento y su repetición correspondiente. Posteriormente se llevaron al laboratorio para cuantificar las variables consideradas para el estudio.

3.9.- Variables Evaluadas

Durante el desarrollo del cultivo se evaluaron las siguientes variables: altura de planta, días a floración, espesor del pericarpio, diámetro ecuatorial, diámetro polar, contenido de sólidos solubles, número de lóculos, número de frutos, peso de frutos y rendimiento.

Para realizar estas actividades se utilizaron los siguientes materiales como son: Vernier (pie de rey), refractómetro, cinta métrica y báscula digital.

Altura de Planta (AP)

Los datos para esta variable se recabaron semanalmente, utilizando como medida una cinta métrica con escala 0 a 5 m, cada valor se registró de la corona de la raíz hasta el punto de crecimiento de la planta.

Días a Floración (DF)

Los datos se recabaron a partir de que las plantas de cada uno de los tratamientos orgánicos y el testigo, les aparecieron las primeras flores. Esto ocurrió cuando las plantas presentaron un 70 % de inicio de floración en las seis repeticiones de cada uno de los tratamientos orgánicos y el testigo.

Espesor del Pericarpio (EP)

La variable consistió en partir a la mitad el tomate recolectado y posteriormente se registró el espesor del fruto con la ayuda del vernier o pie de rey en centímetros (cm).

Diámetro Ecuatorial (DE)

Para determinar el diámetro ecuatorial se colocó el tomate en forma horizontal sobre el vernier o pie de rey, tomando en cuenta el grosor del tomate en centímetros (cm).

Diámetro Polar (DP)

Para registrar el diámetro polar se colocó el tomate en forma vertical sobre el vernier o pie de rey, tomando en cuenta el punto apical al pedúnculo del fruto en centímetros (cm).

Contenido de Sólidos Solubles (CSS)

Para registrar el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), se determinó en frutos de cada cosecha, cortándolos y colocando de dos a tres gotas del jugo

de cada fruto evaluado, sobre el cristal de lectura del refractómetro manual modelo (Milwaukee®). Los datos obtenidos se registraron con dos decimales.

Número de Lóculos (NL)

Para determinar el número de lóculos fue necesario partir a la mitad el fruto cosechado, en forma transversal cada fruto, y se procedió a contar las cavidades del fruto en el que están dispuestas las semillas.

Número de Frutos (NF)

Al momento de la cosecha, se colocaban los frutos cosechados dentro de una bolsa de papel estraza, en la cual se le anotaban los datos correspondientes al tratamiento, repetición, fecha de cosecha, así como también la cantidad de los frutos cosechados de cada racimo.

Peso de Frutos (PF)

Para cada tomate recolectado, durante la cosecha, se registró su peso en una báscula digital y reportando su peso en gramos con dos decimales.

Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$)

La variable se midió cuando los frutos cosechados de cada racimo, se colocaron en bolsas de papel estraza. Posteriormente, se pesaron en una báscula digital y se reportó su peso en gramos con dos decimales.

3.10.- Procedimiento y Diseño Experimental

Para estudiar el desarrollo del tomate en la mezcla de VC:AR y las diferentes frecuencias de aplicación de la solución nutritiva Steiner (1961) que se utilizó como complemento del VC para cubrir la demanda nutritiva del tomate (cuadro 1). Cabe señalar que dichas frecuencias se han seleccionado como niveles de exploración en función de las principales etapas fisiológicas del cultivo de tomate, a saber, crecimiento o desarrollo, floración y fructificación (Mondragón-Sosa, 2007; Pérez *et al.*, s/f). Además, se dispone este abono, generado en el Proyecto Producción de vermicompost con lombrices *Eisenia fetida* a partir de diferentes residuos orgánicos.

En este experimento se utilizó un diseño completamente al azar, en donde se evaluaron seis tratamientos con seis repeticiones cada uno y un testigo. Para cada uno de los tratamientos se utilizaron dos materiales, VC y AR, con las siguientes proporciones:

- 1) Tratamiento 1 (T1) Vermicompost + Arena (VC:AR; relación 1:1 v:v)
- 2) Tratamiento 2 (T2) Vermicompost + Arena (VC:AR; relación 1:2 v:v)
- 3) Tratamiento 3 (T3) Vermicompost + Arena (VC:AR; relación 1:3 v:v)
- 4) Tratamiento 4 (T4) Vermicompost + Arena (VC:AR; relación 1:4 v:v)
- 5) Tratamiento 5 (T5) Vermicompost + Arena (VC:AR; relación 1:5 v:v)
- 6) Tratamiento 6 (T6) Vermicompost + Arena (VC:AR; relación 1:6 v:v)
- 7) Y el testigo (T7) Arena + Solución Nutritiva Steiner (AR:SNS), que consistió en macetas con arena de río al 100 % más la fertilización con la solución nutritiva (Cuadro 2).

El VC presentó las siguientes características: $1.7 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, $33.1 \text{ meq}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, 7.9, 9.0 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, 13.6 %, 0.9 %, $111.0 \text{ meq}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, $55.6 \text{ meq}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$, 1146.1 ppm, 0.75 ppm, 3.3 ppm, 0.2 ppm, Da, CIC, pH, CE, MO, N, Ca, Mg, P, Mn, Cu, Zn, respectivamente.

Cuadro 2. Tratamientos para evaluar el desarrollo del tomate bajo condiciones controladas.

Tratamiento	Vermicompost (VC)	Arena de Río (AR)	FASNS
	Relación en volumen		
T1	1	1	DAPT
T2	1	1	DAPF
T3	1	1	DAPPC
T4	1	1	SAPT
T5	1	1	SAPF
T6	1	1	SAPPC
T7 (Testigo)	0	100	D

FASNS = Frecuencia de aplicación de la Solución Nutritiva Steiner; D = Diariamente; APT = A Partir del Trasplante; APF = A Partir de la Floración; APCC = A Partir del Primer Corte; S = Semanal

Cuadro 3. Fertilizantes utilizados en la Solución Nutritiva Steiner de acuerdo a la etapa de crecimiento del cultivo de tomate, desarrollado en Casa sombra. Las cantidades se diluyeron en 200 L de agua.

Fertilizante	Cantidad
Nitrato de Calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (g)	46
Nitrato de Potasio KNO_3 (g)	144
Nitrato de Magnesio MgNO_3 (g)	54
Sulfato de Magnesio MgSO_4 (g)	42
Ácido fosfórico H_3PO_4 (ml)	13
Ácido sulfúrico H_2SO_4 (ml)	10

3.11.- Análisis Estadísticos

Los datos registrados en cada una de las variables fisiológicas mencionadas fueron sometidos a un análisis de varianza y en caso de registrarse diferencias significativas, las medias de cada tratamiento fueron sometidas a la prueba comparación de Tukey al 5 %. Los análisis se realizaron con apoyo del programa estadístico SAS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Antes de presentar los resultados obtenidos es importante resaltar que el tratamiento T1, de la mezcla (VC:AR; relación 1:1 v:v), fue el tratamiento que tuvo mejor desarrollo durante todo el ciclo del cultivo establecido, en comparación a los demás tratamientos orgánicos y el testigo.

4.1.- Altura de Planta

Para esta variable de AP se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.001$), obteniendo un promedio de 1.64 m y un CV de 19.13 % (Cuadro 1A). La mayor AP se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 2.05 m. La menor AP se presentó en el tratamiento T6 (VC:AR; relación 1:6) con un valor de 1.41 m. (Figura 1). La AP del tratamiento T1 superó en al menos un 9.76 %, al tratamiento (T2) y a todos los tratamientos orgánicos restantes.

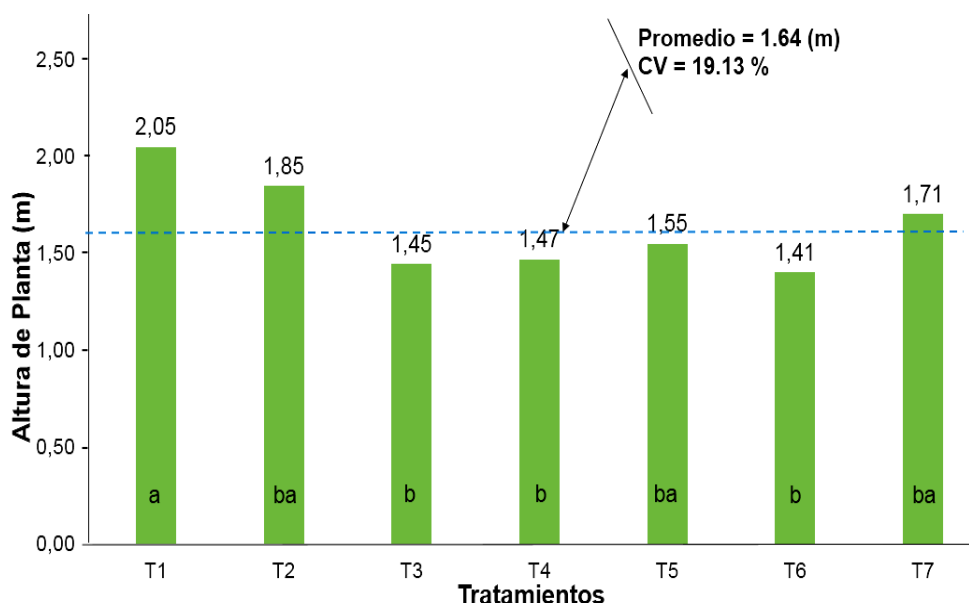


Figura 1. Altura de Planta de tomates desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

Respecto a la AP, una mayor altura provoca mayor número de hojas y de clorofila (Rodríguez-Mendoza *et al.*, 1998). El incremento en número de hojas aumenta la fotosíntesis total, lo que redundará en aumento del peso de fruto y consecuentemente en rendimiento. Otros autores, reportan que el VC al 50 % de volumen aumenta notablemente el porte de las plantas (Márquez-Hernández *et al.*, 2006).

Los resultados obtenidos en el presente experimento, superaron a los valores reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2010), quienes al evaluar una variedad de tomate saladette, utilizando como sustratos VC y arena al 50 % bajo condiciones de invernadero, y obtuvieron valores de AP más altos en el testigo T0 (0:1; VC:arena) con 1.53 m y el T1 (1:1; VC:arena) con 1.37 m a los 88 ddt respectivamente.

Igualmente los resultados obtenidos fueron superiores a los valores obtenidos por Márquez-Hernández *et al.* (2006), quienes al evaluar una variedad de tomate bajo condiciones de invernadero, obtuvieron 2.88 m como mayor AP a los 88 ddt, con mezcla de VC + arena al 50 % (relación 1:1). Tampoco superaron a los valores reportados por Rodríguez-Dimas *et al.* (2007), quienes al evaluar dos variedades de tomate utilizaron VC:arena al 50 %, y obtuvieron una altura promedio de 2.26 m bajo condiciones de invernadero, ni a los reportados por Romero (2006), quién evaluó tomate saladette bajo condiciones de invernadero y obtuvo una media de 2.06 m de AP.

Por otro lado, los resultados obtenidos superaron ligeramente al valor registrado por Michel-Mata (2007), quien determinó que la mayor AP, de una variedad de tomate saladette fue de 1.52 m, a los 100 ddt, en el tratamiento que incluyó la fertilización orgánica con un sustrato de arena y compost con yeso al 5 % (relación 1:1).

4.2.- Días a Floración

Para la variable de DF, el mayor DF se registró en el tratamiento T6 (VC:AR; relación 1:6) con un valor de 36 días. Este valor superó en al menos un 5.56 % de DF, al tratamiento (T5) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. El menor DF se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 17 días (Figura 2).

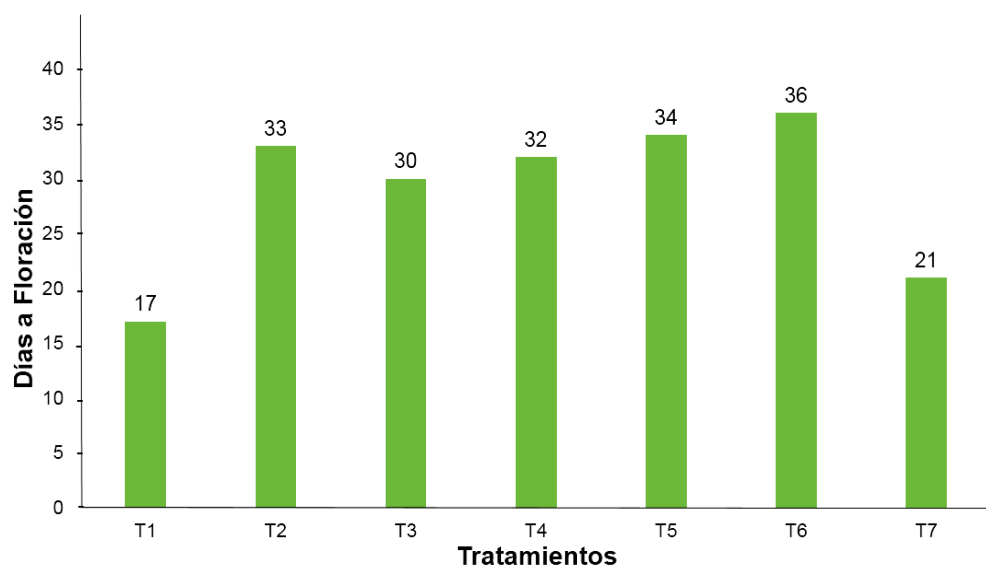


Figura 2. Días a Floración del Fruto de tomate desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

Los resultados obtenidos en el presente experimento, superaron ampliamente a los valores de DF reportados por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2009), quienes al evaluar la producción de tomate del híbrido SUN-7705,

utilizando como sustratos compost y VC, obtuvieron valores promedio de 53 DF bajo condiciones de invernadero.

Por otro lado, los resultados obtenidos fueron superiores a los reportados por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2010), quienes al evaluar la producción orgánica de una variedad de tomate saladette, utilizando como mezclas VC: arena al 50 %, obtuvieron valores promedio de 52 DF bajo condiciones protegidas.

Por otra parte, los resultados obtenidos superaron a los valores de DF reportados por Rodríguez-Dimas *et al.* (2007), quienes al evaluar la producción de dos variedades de tomate bola, utilizaron mezclas de VC:arena al 50 %, y obtuvieron un valor promedio de 64 DF, bajo condiciones de invernadero.

4.3.- Espesor de Pericarpio del Fruto

Para esta variable de EP del Fruto se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.0001$), obteniendo un promedio de 0.45 cm y un CV de 14.86 % (Cuadro 2A). El mayor EP del fruto se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 0.53 cm. Este valor superó en al menos un 11.32 % de EP, al testigo (T7) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. El menor EP del Fruto se registró en el tratamiento T3 (VC:AR; relación 1:3) con un valor de 0.40 cm (Figura 3).

De acuerdo a los resultados obtenidos no superaron a los valores reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2012), quienes al evaluar el desarrollo

del tomate saladette en mezclas de VC:arena (50:50 %), reportaron valores promedio de 0.86 cm en el EP del fruto respectivamente.

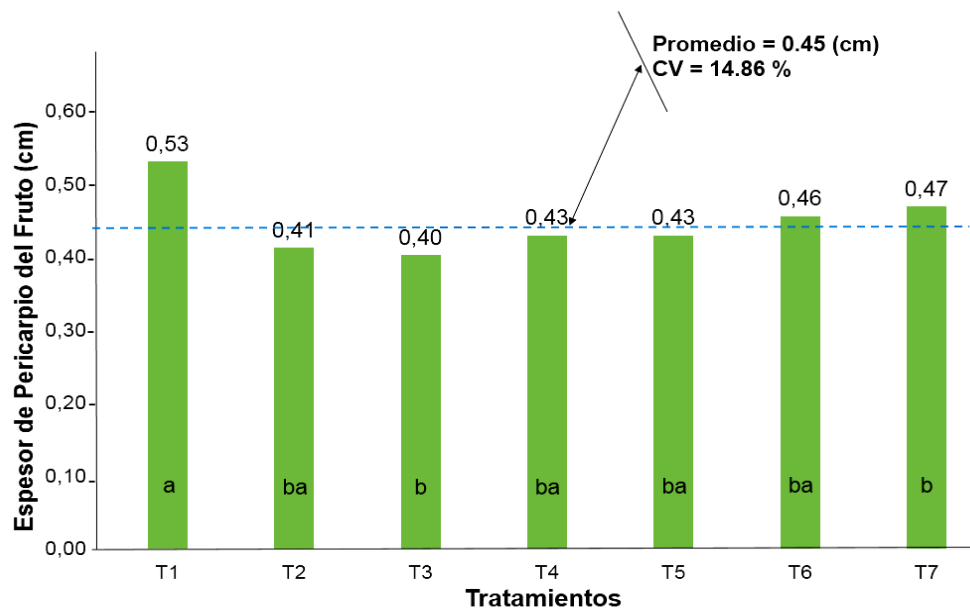


Figura 3. Espesor de Pericarpio del Fruto de tomates desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

Igualmente no superaron a los valores reportados por Márquez-Quiroz *et al.* (2014), quienes al evaluar el efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de dos variedades de tomate saladette bajo condiciones de invernadero, obtuvieron valores promedio de 0.72 cm en la Var. Cuauhtémoc y 0.78 cm en la Var. Cid de EP del fruto.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente experimento, fueron semejantes a los valores de EP del fruto, reportados por Solar-Cruz (2013), quien al evaluar la variedad Cuauhtémoc de tomate saladette, desarrollado con mezclas de VC + arena al 50 % y diferentes frecuencias de riego bajo condiciones de invernadero, obtuvo un valor promedio de 0.72 cm de EP del fruto.

4.4.- Diámetro Ecuatorial

Para el DE se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.001$), obteniendo un promedio de 3.48 cm y un CV de 7.71 % (Cuadro 3A). El mayor DE se registró en el T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 3.93 cm. Este valor superó en al menos un 3.56 % al testigo (T7) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. El tratamiento que presentó el menor DE, se registró en el tratamiento T5 (VC:AR; relación 1:5) con un valor de 3.26 cm (Figura 4).

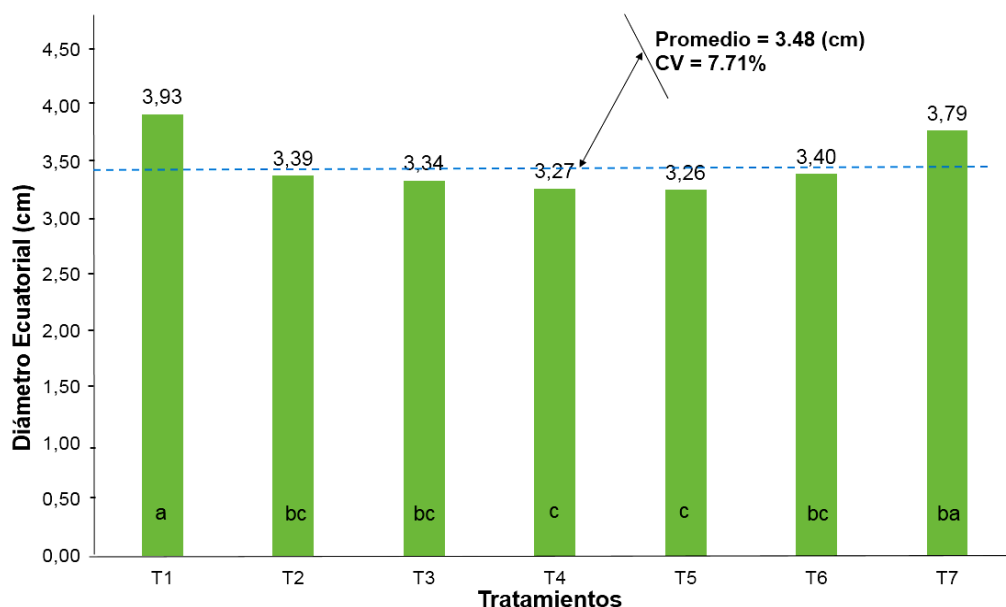


Figura 4. Diámetro Ecuatorial del tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

Los resultados obtenidos no superaron a los valores reportados por Márquez-Hernández *et al.* (2008), quienes reportaron un DE promedio de 6.62 cm en tomate saladette bajo condiciones de invernadero. Igualmente no superaron a los valores obtenidos por Moreno-Reséndez *et al.* (2013), quienes al evaluar una variedad de tomate saladette reportaron valores promedio de 4.47 cm en frutos de tomate bajo condiciones protegidas.

Por otro lado, Márquez-Quiroz *et al.* (2014), al evaluar los efectos de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de dos genotipos de tomate saladette, utilizaron como sustrato VC + arena (50:50 %) bajo condiciones de invernadero, y encontraron valores promedio de entre 4.9 y 5.2 cm de diámetro ecuatorial, los cuales superaron a los resultados obtenidos en el presente experimento.

4.5.- Diámetro Polar

Para esta variable de DP no se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.001$), obteniendo un promedio de 5.38 cm y un CV de 9.23 % (Cuadro 4A). El mayor DP se registró en el T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 5.62 cm. El menor DP se presentó en el tratamiento T2 (VC:AR; relación 1:2) con un valor de 5.14 cm (Figura 5).

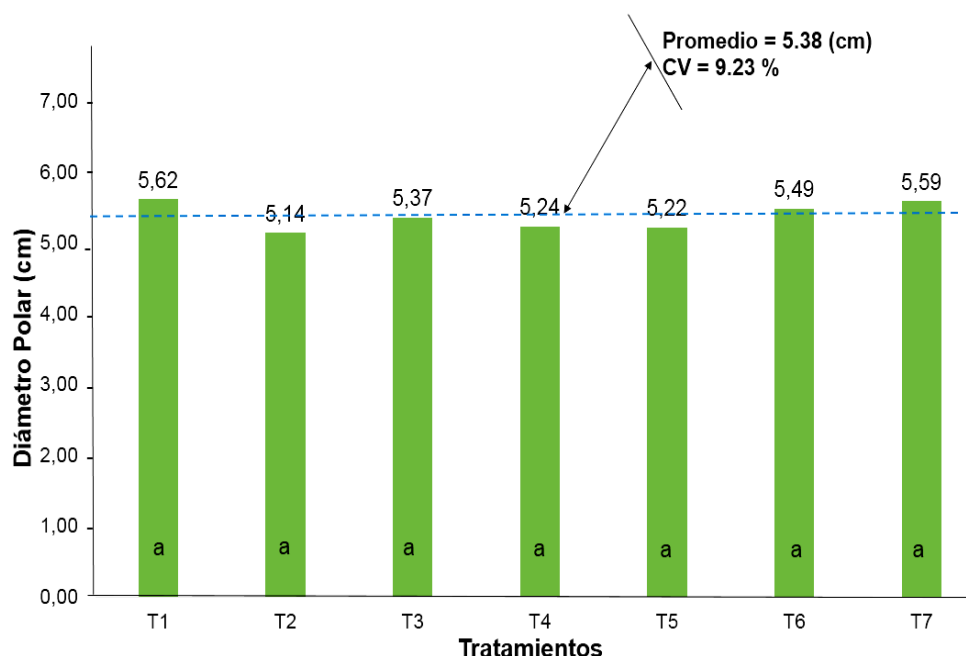


Figura 5. Diámetro Polar del tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

El DP del tratamiento T1 superó en al menos un 0.53 % al testigo (T7) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta variable, se puede deducir que el diámetro polar del fruto se incrementó conforme se redujo la concentración del VC y la AR, esto se debe a que los abonos orgánicos en concentraciones bajas crean un ambiente favorable para el desarrollo del sistema radicular del tomate.

Los resultados obtenidos concuerdan con los valores reportados por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2009), quienes evaluaron el tomate saladette con VC y compost, obteniendo un promedio de 5.62 cm de DP. Por otra parte, los resultados obtenidos fueron ligeramente inferiores a los valores reportados por Márquez-Quiroz *et al.* (2014), quienes registraron un DP promedio de 5.7 y 6.4 cm en tomate saladette, bajo condiciones de invernadero.

También los resultados fueron similares a los valores reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2013), quienes bajo condiciones protegidas obtuvieron un valor promedio de 5.31 cm de DP en una variedad de tomate saladette.

4.6.- Contenido de Sólidos Solubles

Para el contenido de SS se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.0001$), obteniendo un promedio de 7.89 °Brix y un CV de 10.45 % (Cuadro 5A). El tratamiento de mayor CSS, se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 8.5 °Brix. El menor CSS,

se registró en el tratamiento T2 (VC:AR; relación 1:2) con un valor de 6.9 °Brix (Figura 6).

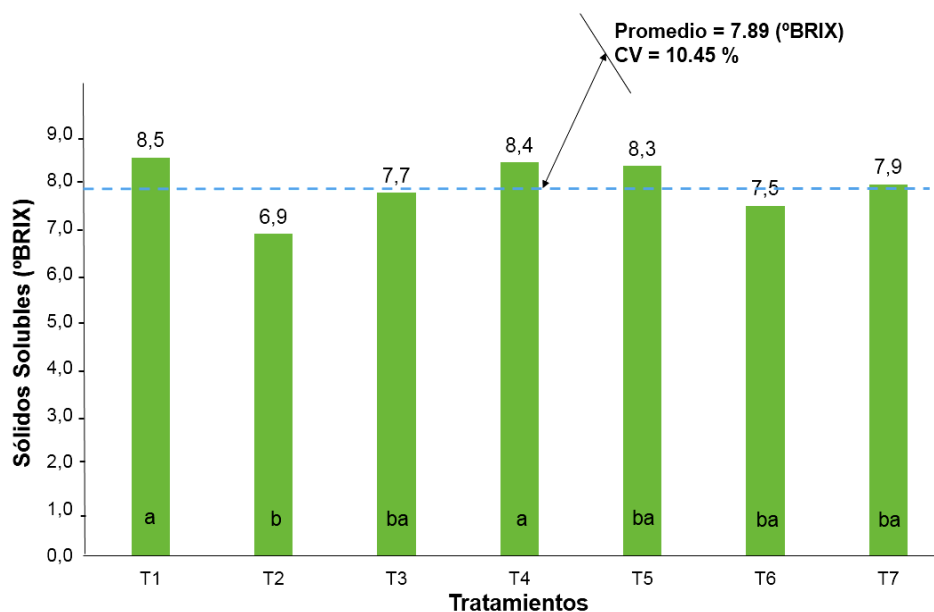


Figura 6. Contenido de Sólidos Solubles en frutos de tomate desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

El CSS del tratamiento T1 superó en al menos un 1.18 %, al tratamiento (T4) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. De acuerdo a los resultados obtenidos en esta variable, se puede deducir que a una mayor concentración de sales, trae consigo una mayor acumulación de sólidos solubles que fue lo que sucedió en el presente experimento.

Los resultados obtenidos para el CSS, superaron a los obtenidos por Moreno-Reséndez *et al.* (2005), quienes al evaluar el desarrollo del tomate en mezclas de VC:arena (50:50 %), reportaron valores promedio de 5.4 y 6.0 °Brix. Igualmente superaron a los valores reportados por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2009), quienes determinaron valores promedio de 5.0 °Brix en el desarrollo de un híbrido de tomate saladette bajo condiciones protegidas.

Por otro lado, los CSS registrados en el presente experimento, fueron superiores a los establecidos por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2010), quienes al evaluar la producción del híbrido SUN-7705 de tomate saladette, utilizando como sustrato VC + arena al 50 %, obtuvieron valores promedio de 4.93 y 4.97 °Brix bajo condiciones de invernadero.

4.7.- Número de Lóculos

Para esta variable de NL se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.001$), obteniendo un promedio de 2.78 y un CV de 10.91 % (Cuadro 6A). El mayor NL se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 3.26. El menor NL se presentó en el tratamiento T3 (VC:AR; relación 1:3) con un valor de 2.56 (Figura 7).

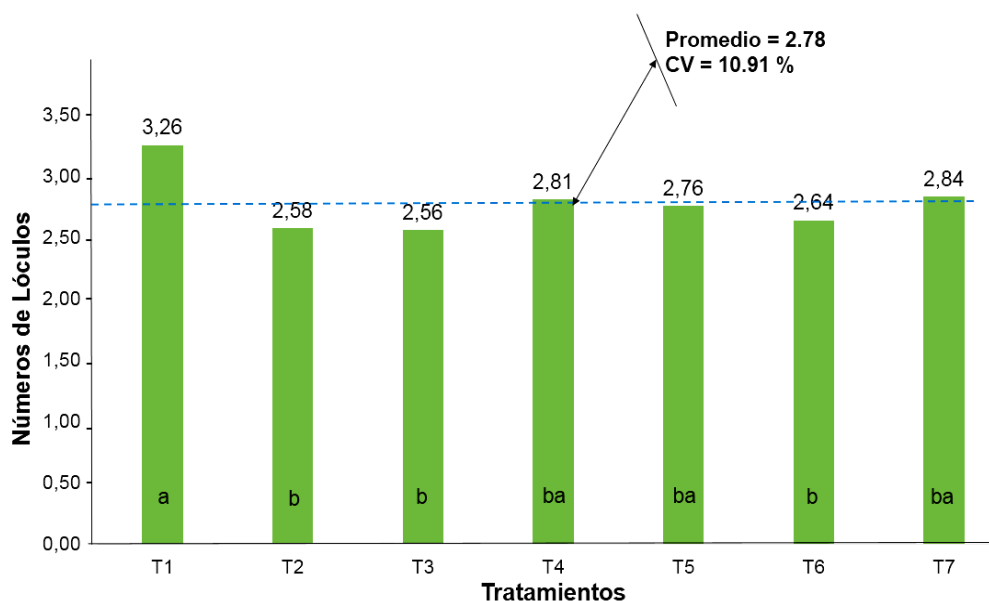


Figura 7. Número de Lóculos de tomate desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

El tratamiento T1 superó en al menos un 12.88 % en NL, al testigo (T7) y a todos los tratamientos orgánicos restantes.

Los resultados obtenidos no superaron a los valores de NL, reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2008), quienes al evaluar dos genotipos de tomate en mezclas de VC + arena (50:50 %) bajo condiciones de invernadero, reportaron valores promedio de 4.4 y 4.5.

Por otra parte, los valores obtenidos tanto con la fertilización orgánica e inorgánica en el presente experimento, superaron a los valores de NL, reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2013), quienes obtuvieron como valor promedio máximo 2.57 en tomate saladette bajo condiciones protegidas.

Por otro lado, de acuerdo a los valores registrados en la variable de NL, el tratamiento T1 superó a los valores reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2010), quienes al evaluar una variedad de tomate saladette, desarrollado en mezclas de VC + arena al 50%, obtuvieron valores promedio de 2.57 y 2.39, bajo condiciones de invernadero.

4.8.- Número de Frutos

Para esta variable de NF se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.0001$), obteniendo un promedio de 12.55 frutos y un CV de 27.09 % (Cuadro 7A). El mayor NF se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 17. Este valor superó en al menos un 11.76 % en NF, al testigo (T7) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. El menor NF se registró en el tratamiento T6 (VC:AR; relación 1:6) con un valor de 8 (Figura 8).

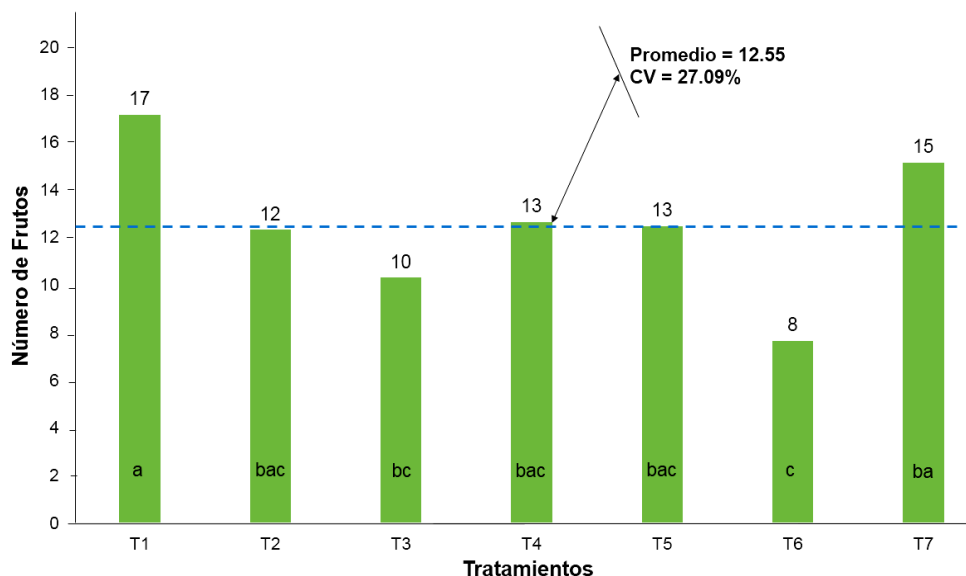


Figura 8. Número de Frutos de tomate desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

Los resultados obtenidos en el presente experimento, fueron semejantes a los valores de NF, reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2005), quienes al evaluar el desarrollo de una variedad de tomate en sustratos de VC:arena al 50 %, obtuvieron como valor promedio máximo 17 frutos bajo condiciones protegidas.

Los resultados obtenidos no superaron los valores reportados por Vázquez-Ortiz *et al.* (2010), quienes registraron un número promedio de frutos igual o mayores a los 27 frutos por planta de tomate saladette. De acuerdo a los resultados obtenidos se puede deducir que con una mezcla de 50 % de VC + arena, se logra satisfacer la demanda nutritiva del cultivo de tomate orgánico bajo condiciones protegidas, con lo cual se genera un mayor número de frutos.

Por otro lado, los resultados obtenidos en el presente experimento, no superaron a los valores reportados por Rodríguez-Dimas *et al.* (2007), quienes al evaluar dos genotipos de tomate bola, obtuvieron 34 frutos por planta en la evaluación de VC + arena y micro elementos quelatizados seguido por la solución nutritiva y la mezcla de VC y arena al 50 % con 28 frutos por planta, respectivamente.

4.9.- Peso Promedio del Fruto

Para la variable de PPF se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.001$), obteniendo un promedio de 39.03 g, y un CV de 22.14 % (Cuadro 10A). El mayor PPF se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de 50 g. El menor PPF se registró en el tratamiento T5 (VC:AR; relación 1:5) con un valor de 30 g (Figura 9).

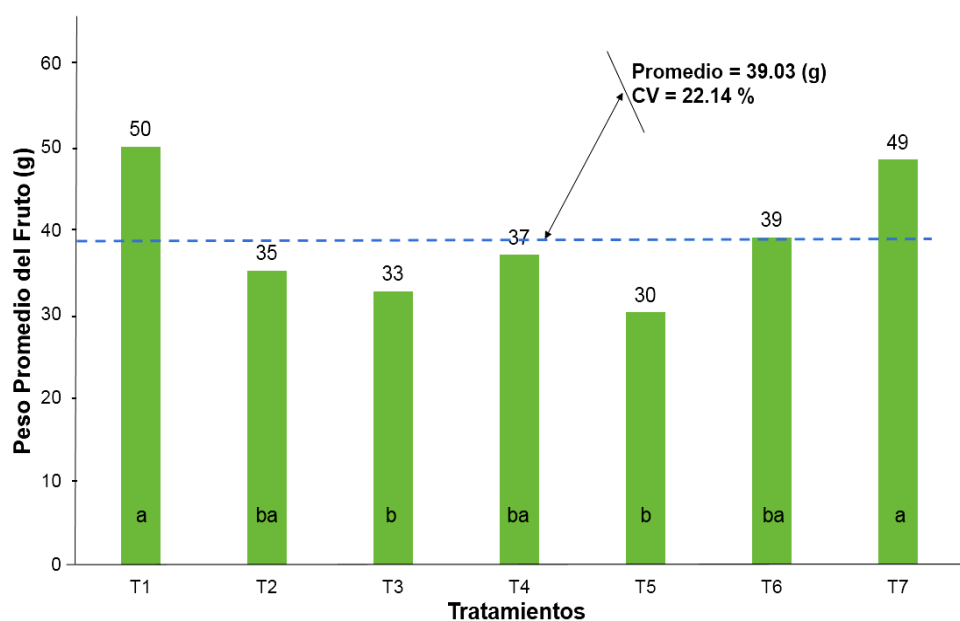


Figura 9. Peso Promedio del Fruto de tomates desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

El tratamiento T1 superó en al menos un 2 % en PPF, al testigo (T7) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. Esto indica que con el uso de VC mejora la calidad del fruto de tomate a comparación con la fertilización sintética.

De acuerdo los resultados obtenidos en el presente experimento, no superaron a los valores de PPF, reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2010), quienes al evaluar una variedad de tomate saladette, desarrollado en mezclas de VC:arena al 50 %, obtuvieron como valor promedio 60 g, bajo condiciones protegidas

Por otro lado, los resultados obtenidos en el PPF fueron superiores a los reportados por Rodríguez-Escandón (2012), quien al evaluar el comportamiento de una variedad de tomate saladette en diferentes frecuencias de riego, desarrollado en mezclas de VC + Arena al 50 %, obtuvo como valor promedio 95.84 g, bajo condiciones de invernadero.

Igualmente los resultados obtenidos en el presente experimento, fueron similares a los valores de PPF, reportados por Solar-Cruz (2013), quien al evaluar la variedad Cuauhtémoc de tomate saladette, desarrollado con mezclas de VC + arena al 50 % y diferentes frecuencias de riego, obtuvo un valor promedio de 64.63 g en PPF, bajo condiciones de invernadero.

4.10.- Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$)

Para esta variable de R se encontró diferencia estadística altamente significativa ($P \leq 0.001$), obteniendo un promedio de $16.80 t \cdot ha^{-1}$ y un CV de 32.15 % (Cuadro 11A). El mayor R se registró en el tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1) con un valor de $28.29 t \cdot ha^{-1}$. El menor R se registró en el tratamiento T6 (VC:AR; relación 1:6) con un valor de $10 t \cdot ha^{-1}$ (Figura 10).

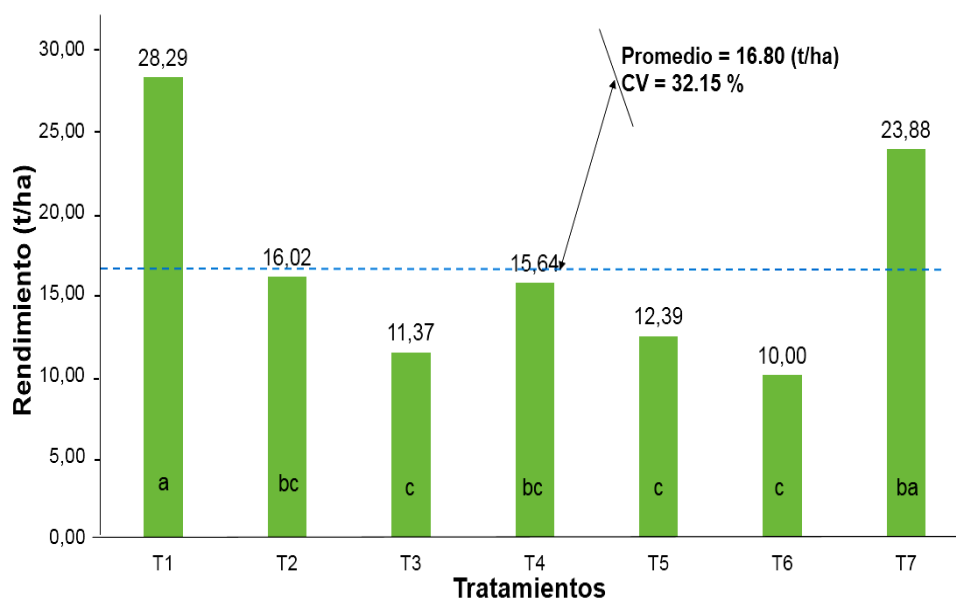


Figura 10. Rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) de tomates desarrollados con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra. Valores con la misma letra dentro de cada columna son iguales estadísticamente. CV= Coeficiente de Variación.

El rendimiento del tratamiento T1 superó en al menos un 15.59 %, al testigo (T7) y a todos los tratamientos orgánicos restantes. El valor promedio registrado de R pudo haberse debido a que, después de dos meses del trasplante, las plantas desarrolladas en sustratos con VC requieren ser fertilizadas, porque el sustrato resulta deficiente en nutrientes al ser lixiviados o absorbidos por la planta (Raviv *et al.*, 2004), lo cual no se realizó en el presente trabajo experimental.

Los resultados registrados no superaron a los obtenidos por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2009), quienes al evaluar la producción del híbrido SUN-7705 de tomate saladette, utilizando mezclas de VC + arena (50:50 %), reportaron valores de R de 40.59 t•ha⁻¹, bajo condiciones de invernadero.

Por otra parte, los resultados obtenidos en el presente experimento, no superaron a los reportados por de la Cruz-Lázaro *et al.* (2010), quienes al evaluar la producción orgánica de una variedad de tomate saladette, desarrollado con mezclas de VC:arena al 50 %, obtuvieron valores de 51.63 t•ha⁻¹ de R, bajo condiciones de invernadero.

Igualmente los resultados obtenidos no superaron a los valores reportados por Moreno-Reséndez *et al.* (2013), quienes al evaluar la variedad SUN-7705 de tomate saladette, desarrollado con mezclas de VC + arena al 50 %, obtuvieron un valor máximo de 50.29 t•ha⁻¹ de R, bajo condiciones protegidas.

Además, con la posibilidad de reducir los costos en el consumo de fertilizantes inorgánicos de importación y su efecto contaminante, se puede establecer que los residuos orgánicos, después del vermicompostaje, pueden ser un medio de crecimiento adecuado para el desarrollo de diversas especies vegetales.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo a la metodología en la que se desarrolló el presente experimento y los resultados obtenidos para determinar el rendimiento y la calidad del fruto de tomate saladette, se generaron las siguientes conclusiones:

1.- El empleo de los abonos orgánicos (VC), como sustrato de crecimiento bajo condiciones protegidas, favorecieron tanto el rendimiento como la calidad del fruto de tomate saladette. Esto permite suponer que las diferentes mezclas de VC con arena de río, lograron satisfacer la demanda nutritiva de este cultivo. Por lo tanto, esto favorece el hecho de que el uso del VC como sustrato tiene el potencial suficiente para el buen desarrollo del tomate.

2.- El empleo de VC al 50 % de concentración, combinado con la solución nutritiva, cumplió la demanda nutritiva del cultivo, ya que superó al sustrato inerte que en este caso fue la arena de río. Pues con el VC se generaron frutos con mejores características de peso, número de frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial, contenido de sólidos solubles, espesor de pericarpio del fruto, número de lóculos, altura de planta y rendimiento.

3.- La combinación del tratamiento T1 (VC:AR; relación 1:1 v:v), resultó ser la mejor mezcla para el desarrollo del tomate saladette de la cv. "Aguiles", de la empresa (Harris Moran®), obteniendo un rendimiento de 28.29 t·ha⁻¹ y una mejor calidad, en comparación a los demás tratamientos orgánicos y el testigo.

VI. LITERATURA CITADA

- Abad-Berjón, M., Noguera-Murra, P., Noguera-García, V. y Segura-Pérez, M.L. 2016. Los sustratos para el semillero hortícola. Compendios de Horticultura. 59-68 p. 61. Disponible en: <http://www.horticom.com/pd/imagenes/51/768/51768.pdf>
- Aguado S., G.A., Rascón C., Q. y Luna B., A. 2012. Impacto Económico y Ambiental del Empleo de Fertilizantes Químicos. *In: Introducción al Uso y Manejo de los Biofertilizantes en la Agricultura.* Aguado S., G.A. (ed.) INIFAP-SAGARPA. Guanajuato, México. pp. 1-22.
- Aguilar-Benítez, G., Peña-Valdivia, C.B., García-Nava, J.R., Ramírez-Vallejo, P., Benedicto-Valdés, S.G. y Molina-Galán, J.D. 2012. Rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relación con la concentración de vermicompost y déficit de humedad en el sustrato. *Agrociencia.* 46(1): 37-50. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n1/v46n1a4.pdf>
- Armenta-Bojorquez, A., García-Gutierrez, C., Camacho-Báez, J., Apodaca-Sánchez, M., Gerardo-Montolla, L. y Nava-Pérez, E. 2010. Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai.* 6 (1): 51-56.
- Azarmi, R., Sharifi, Z. P. y Reza, S. M. 2008. Effect of vermicompost on growth, yield and nutrition status of tomato (*Lycopersicum esculentum*). *Pak. J. Biol. Sci.* 11(14):1797-1802.

- Bombelli, C., E. y Wright, R., E. 2006. Tomato fruit quality conservation during post-harvest by application of potassium bicarbonate and its effect on *Botrytis cinerea*. *Cien. Inv. Agr.* 33(3): 167-172.
- Castellanos, J.Z. y Muñoz R., J.J. 2009. Manejo del Cultivo de Tomate en Invernadero. *In: Manual de producción de tomate en invernadero.* Castellanos, J.Z. (ed.) Intagri, S.C. Guanajuato, México. pp. 45-91.
- Castellanos, J.Z. y Vargas T., P. 2009. Los Sustratos en la Horticultura Protegida. *In: Manual de producción de tomate en invernadero.* Castellanos, J.Z. (ed.) Intagri, S.C. Guanajuato, México. 105-129 pp.
- Chamorro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. pp. 43-87 *In: F. Nuez.* El cultivo del tomate. Mundi-Prensa. México.
- Cruz-Crespo, E., Can-Chulim, A., Sandoval-Villa, M., Bugarín-Montoya, R., Robles-Bermúdez, A. y Juárez-López, P. 2013. Sustratos en la horticultura. *Revista Bio Ciencias.* 2(2): 17-26 pp. Disponible en: <http://biociencias.uan.edu.mx/publicaciones/03-02/biociencias3-2-2.pdf>
- Cruz-Crespo, E., Sandoval-Villa, M., Volke-Haller, V.H., Can-Chulim, A. y Sánchez-Escudero, J. 2012. Efecto de mezclas de sustratos y concentración de la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de tomate. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 3(7): 1361-1373 pp. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v3n7/v3n7a6.pdf>
- De la Cruz-Lázaro, E., Estrada-Botello M.A, Robledo-Torres V, Osorio-Osorio, R, Márquez-Hernández C, Sánchez-Hernández R. 2009. Producción de tomate en invernadero con composta y vermicomposta como sustrato.

Rev. Universidad y Ciencia. 25(1): 59-67. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/3586/358636317004.pdf>

De la Cruz-Lázaro, E., Osorio-Osorio, R., Martínez-Moreno, E., Lozano-Del Río, A. J., Gómez-Vázquez, A. y Sánchez-Hernández, R. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. Revista Interciencia. 35(5): 363-368. Disponible en:
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33913153008>

Del Pino, M. 2014. Guía didáctica: Cultivo y manejo del cultivo de tomate. (ed.) Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Horticultura y Floricultura. FCA y F. Argentina. pp. 94-111 p. 97.

Durán-Umaña, L. y Henríquez-Henríquez, C. 2007. Caracterización química, física y microbiológica de vermicompostes producidos a partir de cinco sustratos orgánicos. Agronomía Costarricense. 31(1): 41-51.

Durán-Umaña, L. y Henríquez-Henríquez, C. 2010. El vermicompost: su efecto en algunas propiedades del suelo y la respuesta en planta Agronomía mesoamericana. 2(1): 85-93.

Escobar, H. y Lee, R. 2009. Generalidades del cultivo. *In*: Manual de producción de tomate bajo invernadero. (II ed.) Centro de Investigaciones y Asesorías Agroindustriales-CIAA. Bogotá, Colombia. pp. 13-15.

Esquinas, A.J. y F.V. Nuez. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. pp. 13-23 *In*: (ed.) F. Nuez. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2010. Estadísticas sobre la producción mundial de jitomate.

[Consulta: 19/agosto/2016]. Disponible en:

<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>

Félix-Herrán, J.A., Serrato-Flores, R., Armenta-Bojorquez, A.D., Rodríguez-Quiroz, G., Martínez-Ruiz, R., Azpiroz-Rivero, H.S., Olalde-Portugal, V. 2010. Propiedades microbiológicas de compostas maduras producidas a partir de diferente materia orgánica. Ra Ximhai - Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable 6(1): 105-113.

Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola - Unidad Regional de Asistencia Técnica - Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FIDA-RUTA-CATIE-FAO). 2003. Memoria del Taller Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Turrialba, Costa Rica. 115 p. Disponible en: http://www.fao.org/docs/eims/upload/230027/30476_es_RUTAtaller.pdf.

Fecha de recuperación: 8 de enero de 2015.

Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J.L., Navarro-Bravo, A., Antonio-González, J. y Omaña-Silvestre, J.M. 2012. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. Rev. Mex. Cienc. Agric.

3(6): 1203-1216. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-

[09342012000600011&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000600011&lng=es&nrm=iso)

- Galindo-Pardo, F.V., Fortis-Hernández, M., Preciado-Rangel, P., Trejo-Valencia, R., Segura-Castruita, M.A. y Orozco-Vidal, J.A. 2014. Caracterización físico-química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. Rev. Mex. Cienc. Agric. 5(7): 1219-1232. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4837136.pdf>
- Gallegos-Ponce, A., Figueroa-Viramontes, R., Quevedo-Guillen, J.D., Martínez-Ríos, A., Sánchez, M.F., Escobedo-Fierro, J. y Flores-Moctezuma, J.J. 2013. Sustratos orgánicos, su efecto en los índices de crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum*; Mill). AGROFAZ. 13(1): 1-10. Disponible en: http://www.agrofaz.mx/wp-content/uploads/articulos/20131311_1.pdf
- García H., J.L., Salazar S. E., Orona C. I., Fortis H. M. y Trejo E., H.I. 2010. Agricultura orgánica: El caso de México. *In: Agricultura Orgánica Tercera Parte.* (ed.) CONACYT. Durango, México. pp. 1-28.
- García-Mendívil, H.A., Castro-Espinoza, L., Guzmán-Fierros, E., Mungarro-Ibarra, C., Arellano-Gil, M., Martínez-Carrillo, J.L. y Gutiérrez-Coronado, M.A. 2014. Aplicación de compost, a base de champiñón enriquecida con silicio, en trigo (*Triticum* spp.). Agrocienca. 48(7): 691-702. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30232502003>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Torreón, Coahuila de Zaragoza. [Consulta: 15/junio/2016].

- Juárez-López, P., Bugarín-Montoya, R., Castro-Brindis, R., Sánchez-Monteón, A.L., Cruz-Crespo, E., Juárez-Rosete, C.R., Alejo-Santiago, G. y Balois-Morales, R. 2011. Estructuras utilizadas en la agricultura protegida. *Revista Fuente Año 3. (8): 21-27.*
- López-Espinosa, S.T., Moreno-Reséndez, A., Cano-Ríos, P., Rodríguez-Dimas, N., Robledo-Torres, V. y Márquez-Quiroz, C. 2013. Organic fertilization: an alternative to produce jalapeño pepper under greenhouse conditions. *Emir. J. Food Agric. 25(9): 666-672.*
- López-Valenzuela, J.A., Valverde-Juárez, F.J., Mejía-Torres, S.L., López-Angulo, G. y Vega-García, M.O. 2011. Efecto del almacenamiento en atmósfera controlada sobre la calidad poscosecha y nutricional del tomate. *Revista Chapingo Serie Horticultura 17(2): 115-128.* Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1027-152X2011000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., Chew-Madinavietia, Y.I., Moreno-Reséndez, A. Rodríguez-Dimas, N. 2006. Sustratos en la producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. *Rev. Chapingo S. Hortic. 12(2):183-189.*
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P. y Rodríguez-Dimas, N. 2008. Uso de Sustratos Orgánicos para la Producción de Tomate en Invernadero. *Agricultura Técnica en México. 34(1): 69-74.* Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/agritm/v34n1/v34n1a8.pdf>
- Márquez-Quiroz, C., Cano-Ríos, P., Moreno-Reséndez, A., Figueroa-Viramontes, U., Sánchez-Chávez, E., De la Cruz-Lázaro, E. y Robledo-

- Torres, V. 2014. Efecto de la fertilización orgánica sobre el rendimiento y contenido nutricional de tomate saladette en invernadero. ITEA. 110(1): 3-17 p. Disponible en: [http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2014/110-1/\(003-017\)%20ITEA%20110-1.pdf](http://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2014/110-1/(003-017)%20ITEA%20110-1.pdf)
- Michael-Mata., R. 2007. Evaluación de un híbrido de tomate con fertilización orgánica e inorgánica con diferentes sustratos bajo invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 70 p.
- Monardes, M.H., Escalona, C.V., Alvarado, V.P., Urbina, Z.C. y Martin, B.A. 2009. Características botánicas *In*: Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). (ed.) Nodo Hortícola VI Región. Chile. pp. 10-12.
- Mondragón-Sosa, L. 2007. Producción de jitomate en invernadero. Gobierno del Estado de México – Secretaría de Desarrollo Agropecuario – Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. Metepec, Estado de México. 56 p. Disponible en: http://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Estado%20de%20Mexico/24mexico.pdf. Fecha de recuperación: 8 de enero de 2015.
- Mora, L. 1999. Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía. XI Congreso Nacional Agronómico. III Congreso Nacional de Suelos. 95-100 pp.
- Morales-Maldonado, E.R. y Casanova-Lugo, F. 2015. Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. Agron. Mesoam. 26(2): 365-372. Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_meso/v26n02_365.pdf

- Moreno-Reséndez, A. 2005. Origen, Importancia y aplicación de la vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Revista Agraria Nueva Época 2(3): 15-23. Disponible en: [http://www.uaaan.mx/agraria/attachments/category/53/Agraria_2005\(2\)3.pdf#page=17](http://www.uaaan.mx/agraria/attachments/category/53/Agraria_2005(2)3.pdf#page=17)
- Moreno-Reséndez, A. Valdés-Perezgasga, M. T. y Zarate-López, T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agric. Téc. (Chile). 65(1): 26-34.
- Moreno-Reséndez, A. Gómez-Fuentes, L. Cano-Ríos, P. Martínez-Cueto, V. Reyes-Carrillo, J.L. Puente-Manríquez, J.L. y Rodríguez-Dimas, N. 2008. Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: arena en invernadero. Rev. Terra Latinoamericana. 26(2): 103-109.
- Moreno-Reséndez, A. Meza-Morales, H. Rodríguez-Dimas, N. Reyes-Carrillo, J. L. 2010. Development of muskmelon with different mixtures of vermicompost:sand under greenhouse conditions. J. Plant Nutrition, 33(11): 1672-1680.
- Moreno-Reséndez, A., Aguilar-Durón, J. y Luévano-González, A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. Revista Mexicana de Agronegocios. 15(29): 763-774. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/141/14119052014.pdf>
- Moreno-Reséndez, A., López-Aguilar, F. J., Figueroa-Viramontes, U., Rodríguez-Dimas, N., Vásquez-Arroyo, J., Reyes-Carrillo, J. L., Cano-Ríos, P. y Reyes-Valdés, M. H. 2012. Tomato production in sand:

vermicompost mixtures compared with sand and nutritive solution. Basic Res. J. Agricultural Science and Review 1(1): 19-26.

Moreno-Reséndez, A., Carreón-Saldivar, E., Rodríguez-Dimas, N., Reyes-Carrillo, J. L., Cano-Ríos, P., Vásquez-Arroyo J. y Figueroa-Viramontes, U. 2013. Vermicompost management: An alternative to meet the water and nutritive demands of tomato under greenhouse conditions. Emir. J. Food Agric. 25 (5): 385-393.

Moreno-Reséndez, A., García-Gutiérrez, L., Cano-Ríos, P., Martínez-Cueto, V., Rodríguez-Dimas, N., Reyes-Carrillo, J.L. y Márquez-Hernández, C. 2014a. Comportamiento del melón (*Cucumis melo* L.) en mezclas de vermicompost: arena bajo condiciones de invernadero. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios (antes Universidad y Ciencia). 1(2): 163-173.

Moreno-Reséndez, A. Solís-Morales, G., Blanco-Contreras, E., Vásquez-Arroyo, J., Guzmán-Cedillo, L.M.P., Figueroa-Viramontes, U. y Rodríguez-Dimas, N. 2014b. Desarrollo de plántulas de huizache (*Acacia farnesiana*, L. Willd.) en sustratos con vermicompost. Rev. Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 20(1): 55-62.

Morse, D. 1995. Environmental considerations of livestock producers. J. Anim Sci., 73(9): 2733-2740.

Ochoa-Martínez, E., Figueroa-Viramontes, U., Cano-Ríos, P., Preciado-Rangel, P. Moreno-Reséndez, A. y Rodríguez-Dimas, N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Rev. Chapingo S. Hortic. 15(3): 245-250.

- Pardo-Giménez, A., Reis-De Figueirêdo, V., Cunha-Zied, D. y Pardo-González, J.E. 2012. Sustratos de cobertura y suplementación del compost en cultivo de champiñón. *Pesq. Agropec. Bras.* 47(8): 1125-1132. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v47n8/47n08a13.pdf>
- Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q. y Larín, M.A. s/f. Guía Técnica Cultivo de Tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). 48 p. El Salvador. Disponible en: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>.
Fecha de recuperación: 8 de enero de 2015.
- Planes, L. M., Calderón A. J., Terry L. A., Figueroa S. I., Utria B. E. y Abadis L. 2004. La biofertilización como herramienta biotecnológica de la agricultura sostenible. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10 (1): 5-10.
- Pretty, J., Sutherland, W.J., Ashby, J., Auburn, J., Baulcombe, D., Bell, M., Bentley, J., Bickersteth, S., Brown, K., Jacob Burke, J., Campbell, H., Chen, K., Crowley, E., Crute, I., Dobbelaere, D., Edwards-Jones, G., Funes-Monzote, F., Godfray, C.J., Griffon, M., Gypmantisiri, P., Haddad, L., Halavatau, S., Herren, H., Holderness, M., Izac, A.M., Jones, M., Koohafkan, P., Lal, R., Lang, T., McNeely, J., Mueller, A., Nisbett, N., Noble, A., Pingali, P., Pinto, Y., Rabbinge, R., Ravindranath, N.H., Rola, A., Roling, N., Sage, C., Settle, W., Sha, J.M., Shiming, L., Simons, T., Smith, P., Strzepeck, K., Swaine, H., Terry, E., Tomich, T.P., Toulmin, C., Trigo, E., Twomlow, S., Vis, J.K., Wilson, J. y Pilgrim, S., 2010. The top 100 questions of importance to the future of global agriculture. *International J. Agricultural Sustainability.* 8(4): 219-236.

- Puerta-A. C.E., Russián-L. T. y Ruiz-S. C.E. 2012. Producción de plántulas de pimentón (*Capsicum annuum* L.) en sustratos orgánicos a base de mezclas con fibra de coco. *Revista Científica UDO Agrícola*. 12(2): 298-306.
- Ramesh, P., Singh, M. y A. S, Rao. 2005. Organic farming: Its relevance to the Indian context. *Current Sci*. 88(4): 561-568.
- Raviv, M., S. Medina, A. Krasnovsky, y H. Ziadna. 2004. Organic matter and nitrogen conservation in manure compost of organic agriculture. *Compost Sci. Util*. 12: 6-10.
- Raviv, M. 2005. Production of high-quality composts for horticultural purposes: A mini-review. *HortTechnology* 15(1): 52-57.
- Reyes-Pérez, J.J., Torres-Rodríguez, J.A., Murillo-Amador, B., Herrera-Herrera, M.F., Guridi-Izquierdo, F., Luna-Murillo, R.A., López-Bustamante, R.J. y Real-Goya, G.E. 2015. Humatos de vermicompost y su efecto en el crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Biotecnia* 17(2): 9-12. Disponible en: <http://biotecnia.ojs.escire.net/index.php/biotecnia/article/download/181/168>
- Ríos-Osorio, O., Chávez-Servia, J.L. y Carrillo-Rodríguez, J.C. 2014. Producción tradicional y diversidad de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativo: un estudio de caso en Tehuantepec-Juchitán, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*. 11(1): 35-51. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v11n1/v11n1a3.pdf>

- Rivera-Chávez, F. H., Vázquez-Gálvez, G., Castillejo-Álvarez, L. E., Angoa-Pérez, M. V., Oyoque-Salcedo, G. y Mena-Violante, H. G. 2012. Efecto de hongos micorrícicos arbusculares y extracto acuoso de vermicompost sobre calidad de fresa. *Ra Ximhai*. 8(3): 119-130.
- Rodríguez-Dimas, N., Cano-Ríos, P., Favela-Chávez, E. Figueroa-Viramontes, U. de Paúl-Álvarez, V., Palomo-Gil, A. y Moreno-Reséndez, A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Rev. Chapingo S. Hortic.* 13(2): 185-192.
- Rodríguez-Dimas, N., Cano-Ríos, P. Figueroa-Viramontes, U., Palomo-Gil, A. de Paúl-Álvarez, V. Márquez-Hernández, C. y Moreno-Reséndez, A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. *Rev. Fitotec. Méx.* 31(3): 265–272.
- Rodríguez-Dimas, N., Cano-Ríos, P. Figueroa-Viramontes, U. Favela-Chávez, E. Moreno-Reséndez, A., Márquez-Hernández, C. y Ochoa-Martínez, E. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Rev. Terra Latinoamericana*. 27(4): 319-327.
- Rodriguez-Escandón C. A., 2012. Impacto de tres frecuencias de riego sobre el comportamiento del tomate desarrollado en sustratos orgánicos. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. p. 48.
- Rodríguez-Ortiz, J. C., Alcalá-Jáuregui, J. A., Hernández-Montoya, A., Rodríguez-Fuentes, H., Ruiz-Espinoza, F. H., García-Hernández, J. L. y Díaz-Flores, P. E. 2014. Elementos traza en fertilizantes y abonos utilizados en agricultura orgánica y convencional. *Rev. Mex. Cienc.*

Agríc. 5(4): 695-701. Disponible en:
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342014000400013

Rodríguez-Mendoza, N., Alcántar-González, G., Aguilar-Santelises, A., Etchevers-Barra, J.D, y Santizo-Rincón, J.A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra*. 16(2): 135-141.

Romero M. F. 2006. Producción de Tomate (*Lycopersicum esculentum Mill.*) en invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México. 98 p.

Rueda-Puente, E.O., Ortega-García, J., Barrón-Hoyos, J.M., López-Elías, J., Murillo-Amador, B., Hernández-Montiel, L.G., Alvarado-Martínez, A.G. y Valdez-Domínguez, R.D. 2015. Los fertilizantes biológicos en la agricultura. *Revista INVURNUS* 10(1): 10-17. Disponible en:
<http://www.ctsalta.com.ar/info/Fertbiol.pdf>

Ruiz-Martínez, J., Vicente, A.A., Montañéz-Saenz, J.C., Rodríguez-Herrera, R. y Aguilar-González, C.N. 2012. Un tesoro percedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. *Investigación y Ciencia*. (54): 57-63. Disponible en:
<http://132.248.9.34/hevila/InvestigacionycienciaUniversidadautonomadeaguascalientes/2012/vol20/no54/8.pdf>

Sánchez-López, D.B., Gómez-Vargas, R.M., Garrido-Rubiano, M.F. y Bonilla-Buitrago, R.R. 2012. Inoculación con bacterias promotoras de

crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. Rev. Mex. Cienc. Agric. 3(7): 1401-1415. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342012000700009

Santos, B.M., Obregón-Olivas, H.A. y Salamé-Donoso, T.P. 2010. Producción de Hortalizas en Ambientes Protegidos: Estructuras para la Agricultura Protegida. Universidad de Florida (UF). Serie de publicaciones del Departamento de Horticultural Sciences, UF/IFAS Extensión HS1182. Florida. 4 p.

Sanz de Galdeano, J., Uribarri, A., Sádaba, S., Aguado, G. y Del Castillo, J. 2003. Hidroponía en Navarra. Navarra Agraria. 37-48. Disponible en: <http://www.itga.com/docs/CultivosHidroponicosenNavarra.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2009. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Sistema de Información Agropecuarias de Consulta (SIACON). Versión 1.1. México, D.F.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. La exportación de jitomate mexicano genera ingresos por mil 200 mdd anuales. [Consulta: 10/agosto/2016]. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/2010/marzo/Documentos/2010-B133.pdf>

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2012. Agricultura protegida 2012. [Consulta: 26/agosto/2016].

Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2016. Elaboración de composta. [Consulta: 26/julio/2016].

Disponible en:

<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/documents/fichasaapt/elaboraci%C3%B3n%20de%20composta.pdf>

Sepúlveda-Jiménez, G., Porta-Ducoing, H. y Rocha-Sosa, M. 2003. La participación de los metabolitos secundarios en la defensa de las plantas. Rev. Mex. Fitopatología. 21(3): 355–363.

Solar C., P.E. 2013. Comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 46 p.

Steiner, A.A. 1961. An universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant Soil. 15: 134-154.

Vázquez-Ortiz, R., Carrillo-Rodríguez, J. C. y Ramírez-Vallejo, P. 2010. Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del

Centro y Sureste de México. Naturaleza y Desarrollo. 8(2): 49-64 p.

Disponible en:

http://www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/sites/www.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/files/pdf/vol8num2/NatyDes_Vol-8-2-Art4.pdf

- Vázquez-Vázquez, P., García-López, M.Z.; Navarro-Cortez, M. C. y García-Hernández, D. 2015. Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Mexicana de Agronegocios*. 19(36): 1351-1356.
- Velásquez-V. P., Ruíz-E. H., Chávez-J. G. y Luna-C. C. 2014. Productividad de lechuga *Lactuca sativa* en condiciones de macrotúnel en suelo vitric haplustands. *Revista de Ciencias Agrícolas*. 31(2): 93-105.
- Ward, F.A. and Pulido-Velázquez, M. 2008. Water conservation in irrigation can increase water use. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. 105(47): 18215-18220.
- Zaragoza-Lira, M. M., Preciado-Rangel, P., Figueroa-Viramontes, U., García-Hernández, J. L., Fortis-Hernández, M., Segura-Castruita, M. Á., Lagarda-Murrieta, Á. y Madero-Tamargo, E. 2011. Aplicación de composta en la producción del nogal pecanero. *Rev. Chapingo Serie Horticultura* 17(Especial 1): 33-37.

VI. APÉNDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable de Altura de Planta, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	2.09	0.35	3.54	0.0077
Error	35	3.45	0.10		
Total	41	5.54			
<hr/>					
CV. %	19.13				
<hr/>					
Media	1.64				

FV= Fuente de Variación, **GL**= Grados de Libertad, **SC**= Suma de Cuadrados, **CM**= Cuadrado Medio, **FC**= f Calculada, **P>F**= f tabulada, **CV**= Coeficiente de Variación, ******= altamente significativo.

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable de Espesor de Pericarpio del fruto, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	0.07	0.01	2.57	0.0359
Error	35	0.16	0.004		
Total	41	0.22			
<hr/>					
CV. %	14.86				
<hr/>					
Media	0.45				

FV= Fuente de Variación, **GL**= Grados de Libertad, **SC**= Suma de Cuadrados, **CM**= Cuadrado Medio, **FC**= f Calculada, **P>F**= f tabulada, **CV**= Coeficiente de Variación, ******= altamente significativo.

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable de Diámetro Ecuatorial, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	2.57	0.43	5.94	0.0002
Error	35	2.52	0.07		
Total	41	5.09			
<hr/>					
CV. %	7.71				
<hr/>					
Media	3.48				

FV= Fuente de Variación, **GL**= Grados de Libertad, **SC**= Suma de Cuadrados, **CM**= Cuadrado Medio, **FC**= f Calculada, **P>F**= f tabulada, **CV**= Coeficiente de Variación, ******= altamente significativo.

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable de Diámetro Polar, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	1.29	0.21	0.87	0.5243
Error	35	8.63	74.62		
Total	41	9.92			
CV. %	9.23				
Media	5.38				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable de Contenido de Sólidos Solubles (°Brix), para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	12.21	2.04	2.99	0.0182
Error	35	23.80	0.68		
Total	41	36.01			
CV. %	10.45				
Media	7.89				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable de Número de Lóculos, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	2.03	0.34	3.67	0.0062
Error	35	3.22	0.09		
Total	41	5.24			
CV. %	10.91				
Media	2.78				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable de Número de frutos, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	341.90	56.98	4.93	0.0009
Error	35	404.50	11.56		
Total	41	746.40			
CV. %	27.09				
Media	12.55				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable de Número de Frutos/m², para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	3723.34	620.56	4.93	0.0009
Error	35	4405.00	125.86		
Total	41	8128.35			
CV. %	27.09				
Media	41.41				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable de Peso Total de Frutos, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	1538530.75	256421.79	9.58	<0.0001**
Error	35	937283.96	26779.54		
Total	41	2475814.71			
CV. %	32.15				
Media	509.03				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable de Peso Promedio de Frutos, para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	2086.79	347.80	4.66	0.0014
Error	35	2611.64	74.62		
Total	41	4698.43			
CV. %	22.14				
Media	39.03				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.

Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable de Rendimiento (t/ha), para evaluar el comportamiento de tomate desarrollado con diferentes abonos orgánicos, bajo condiciones de Casa sombra.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>F
Tratamiento	6	1675.46	279.24	9.58	<0.0001
Error	35	1020.70	29.16		
Total	41	2696.16			
CV. %	32.15				
Media	16.80				

FV= Fuente de Variación, GL= Grados de Libertad, SC= Suma de Cuadrados, CM= Cuadrado Medio, FC= f Calculada, P>F= f tabulada, CV= Coeficiente de Variación, **= altamente significativo.