

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE BIOSÓLIDOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL) BAJO CONDICIÓN DE
INVERNADERO**

TESIS QUE PRESENTA:

JORGE LUIS POBLETE JIJÓN

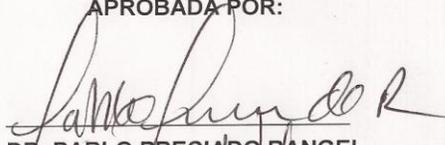
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

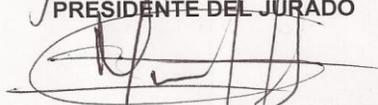
TESIS QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

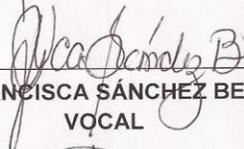
APROBADA POR:



DR. PABLO PRECIADO RANGEL
PRESIDENTE DEL JURADO



DR. MANUEL FORTIS HERNÁNDEZ
VOCAL



M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL
VOCAL



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL SUPLENTE



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



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Junio 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"

UNIDAD LAGUNA

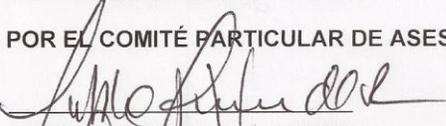
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

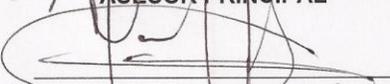
EVALUACIÓN DE BIOSÓLIDOS EN LA PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* MILL) BAJO CONDICIÓN DE
INVERNADERO

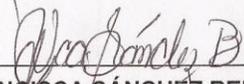
POR

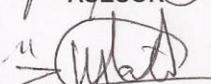
JORGE LUIS POBLETE JIJÓN

APROBADA POR EL COMITÉ PARTICULAR DE ASESORÍA


DR. PABLO PRECIADO RANGEL
ASESOR PRINCIPAL


DR. MANUEL FORTIS HERNÁNDEZ
ASESOR


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL
ASESOR


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
ASESOR


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



División de la División de
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Junio 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme dado la oportunidad de estudiar y alcanzar mis metas gracias Diosito por todo lo alcanzado.

A mi Alma Mater.

Por recibirme y brindado la oportunidad de concluir mis estudios en esta Universidad de alta calidad.

Al Dr. Pablo Preciado Rangel, por la paciencia que tuvo al asesorarme en este trabajo realizado y haber compartido sus conocimientos.

Al Dr. Manuel Fortis Hernández, M.C. Francisca Sánchez Bernal e Ing. Víctor Martínez Cueto por apoyarme en la realización de este trabajo, haberme facilitado material de trabajo y revisión de mi documento.

A todos mis compañeros con los que me brindaron su amistad y fueron de gran apoyo en mi estancia en esta Universidad.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES:

Timoteo Poblete Suarez y Noemí Jijón Mora por el gran esfuerzo que hicieron para que saliera adelante con mis estudios por estar siempre que los necesite por todos los consejos y regaños para que tomara el buen camino, por enseñarme hacer buena persona y ser mi motor para alcanzar esta meta. Que Dios me los bendiga.

A MIS HERMANOS:

Luis Alberto, Timoteo y Sebastián por esforzarse junto con mis padres para que alcanzara esta meta por todos los momentos de alegría que hemos pasado juntos a ustedes les dedico este logro y les digo que les echen muchas ganas chavos todo se puede en esta vida gracias por confiar en mí.

A REYNA DANIELA MELCHOR PÉREZ:

Este logro también es tuyo porque tu llegada a mi vida me impulsó para terminar mi carrera fuiste el gran motor para poder salir a delante llegaste en el momento indicado gracias por ser mi amiga, mi compañera y mi novia, nunca voy a terminar de agradecerte todo lo que has hecho por mí, “MUCHAS GRACIAS AMOR NUNCA TE OLVIDARE”, échale muchas ganas y siempre estaré para apoyarte.

ÍNDICE

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	II
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	III
ÍNDICE DE CUADROS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1 Objetivo.....	4
1.2 Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
2.1 Generalidades de los Invernaderos.....	5
2.1.1 Uso de los Invernaderos.....	6
2.1.2.- Ventajas y desventajas en el uso de invernaderos.....	7

2.2 Sustrato o medios de crecimiento para el desarrollo vegetal..... ..	9
2.2.1 Clasificación de los sustratos.....	11
2.2.2 Sustratos orgánicos.....	11
2.2.3 Sustratos inorgánicos.....	12
2.3 Producción de hortalizas bajos condiciones de invernadero.....	13
2.4 Importancia de la agricultura orgánica.....	15
2.4.1 Importancia de los abonos orgánicos.....	17
2.5 Biosólidos.....	19
2.6 El vermicompost.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1 Localización del experimento.....	23
3.2 Condiciones de invernadero.....	23
3.3 Material experimental.....	23
3.4 Diseño experimental.....	24
3.6 Biosólidos.....	24

3.5 Preparación del sustrato y siembra.....	25
3.7 Variables evaluadas.....	25
3.7.1 Altura de plántula.....	25
3.7.2 Diámetro del tallo.....	26
3.7.3 Número de hojas.....	26
3.7.4 Volumen radical.....	26
3.7.5 Peso seco de la raíz.....	26
3.7.6 Peso seco del vástago.....	27
3.7.7 Área foliar.....	27
3.7.8 Unidades SPAD.....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	29
4.1 Altura de plántula.....	29
4.2 Número de hojas.....	30
4.3 Diámetro del tallo.....	31
4.4 Volumen radical.....	32

4.5 Peso seco del vástago.....	34
4.6 Peso seco de la raíz.....	35
4.7 Unidades SPAD.....	36
4.8 Área foliar.....	37
V. CONCLUSIONES.....	38
VI. LITERATURAS CITADAS.....	39

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro		página
1	Análisis químicos de los sustratos utilizados.....	28
2	Análisis químico del agua.....	28
3	Resultado de las variables evaluadas de los diferentes tratamientos.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		página
1	Altura de plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.....	30
2	Efecto de los diferentes tratamientos evaluados, en el número de hojas de plántulas de tomate.....	31
3	Diámetro del tallo en plántula de tomate en los diferentes tratamientos evaluados.....	32
4	Volumen radical de plántula de tomate en diferentes tratamientos evaluados.....	33
5	Peso seco del vástago de plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.....	34
6	Peso seco de la raíz de plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.....	35
7	Unidades SPAD en plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.....	36
8	Área foliar de plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.....	37

RESUMEN

Debido a las necesidades de preservar el ambiente libre de contaminación se exige la depuración de las aguas residuales generando en este proceso elevadas cantidades de biosólidos, con la finalidad de darle un uso adecuado a este producto y buscar un sustrato alternativo se realizó el presente estudio teniendo como objetivo evaluar el sustrato conformado a base de biosólidos y arena en la producción de plántulas de tomate, los tratamientos evaluados fueron biosólidos al 100%, biosólidos 75% con 25% de arena, biosólidos 50% con 50% de arena, biosólidos 25% con 75% de arena, teniendo como testigo Peat Moss al 100%, las variables evaluadas fueron: altura de plántula, número de hojas, diámetro del tallo, unidades SPAD, área foliar, volumen radical, peso seco del vástago, y de la raíz, utilizándose cuatro plantas por repetición. Los tratamientos con mayor calidad de plántula fueron los biosólidos con 25% y 75% arena seguido de los biosólidos con 50% y 50% arena en comparación con el testigo (Peat Moss al 100%).

Palabras clave: Biosólidos, Plántulas, Sustratos.

I. INTRODUCCIÓN

Debido a los problemas ecológicos y económicos provocados por el uso intensivo e inadecuado de los fertilizantes sintéticos, la agricultura mundial en los últimos años están encaminadas a lograr una agricultura sostenible sobre la base de obtener altos rendimientos con aplicación de bajos insumos de fertilizantes sintéticos y revitalizado la idea de hacer productos de origen orgánicos (Terry, *et al.*, 2001). Además las necesidades de preservar el ambiente libre de contaminación exige la depuración de las aguas residuales antes de ser vertidas a los cauces receptores, generando en este proceso elevadas cantidades de residuos orgánicos llamados biosólidos Miralles *et al.*, (2002a) Cuevas y Walter (2004). Se ha demostrado que los biosólidos incrementan la biomasa y el rendimiento de las plantas de cultivos (Cogger *et al.*, 2001 y Gazete, 2001). Sin embargo, la aplicación en el suelo agrícolas presentan algunos aspectos negativos, como son la presencia de metales pesados (Walter *et al.*, 2002) y microorganismos patógenos que pueden influir negativamente tanto en el suelo como en las plantas de cultivos (Miralles *et al.*, 2002). Por lo que es necesario llevar un proceso eficaz ambientalmente sostenible de higienización para reducir los contenidos los microorganismos patógenos así como su contenido de metales pesados.

Actualmente existe el interés en la utilización de sistemas biológicos para el tratamiento de los lodos residuales como el vermicomposteo, el cual consiste en aprovechar la capacidad de reproducción de las lombrices *Eisenia Fetida*, *Eisenia andrei* o *Eudrilus eugeniae*, que se caracterizan por tener un apetito voraz y alta tasa de crecimiento, acelerando la descomposición de diversos residuos orgánicos, produciendo sustrato con alta calidad de elementos nutritivos para la agricultura (Pascual *et al.*, 2010). Por lo antes mencionado y con la finalidad de utilizar los biosólidos se realizó el presente experimento donde se evaluaron diferentes proporciones de los biosólidos como sustrato para el desarrollo de plántulas de tomate tipo saladette variedad Granadero bajo condición de invernadero.

1.1 Objetivo.

Evaluar la calidad de plántulas de tomate saladette utilizando diferentes proporciones de biosólidos-arena bajo condiciones de invernadero.

1.2 Hipótesis.

La combinación de biosólidos con arena favorece un mejor crecimiento y desarrollo de plántula de tomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades de los Invernaderos.

Un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con material transparente para proteger las plantas de la acción de los fenómenos ambientales. Estas instalaciones permite el control de determinados parámetros productivos, como: temperatura ambiental y del suelo, humedad relativa, CO₂, luz etc. Los invernaderos están formados por una estructura o armazón ligero (metálico, madera, hormigón, etc.) sobre lo cual se asienta una cubierta de material transparente (polietileno, copolimero, policarbonato, policloruro de vinilo, poliéster, cristales) y puertas para el servicio de invernadero (Serrano, 2002).

La tecnología actual de producción en la agricultura debe cumplir con las expectativas de los productores en cuanto a productividad y oportunidad de mercado. La producción intensiva de cultivo bajo condición de invernadero no es la excepción; se puede tener control de factores ambientales como la luz y la temperatura y un uso optimo de recursos humanos e insumos como el agua fertilizantes y agroquímicos, la tecnología en invernaderos es aplicable también para áreas marginadas desprovistas de agua y suelo, los invernaderos familiares ofrecen una opción para producir la dieta anual de las familias en un afán de suplir

los nutrimentos y energía para el óptimo desarrollo de la población de esta área (Sánchez, 2003).

2.1.1. Uso de los Invernaderos.

Actualmente el uso de los invernaderos se justifica debido a la corriente mundial de calidad en la que el hombre está viviendo. Los mercados a nivel mundial son cada vez más exigentes en la calidad, inocuidad, presentación del producto, ya que el cliente final observa las diferencias entre el tipo de producto hortícolas que se presentan en los mercados con respecto a otros (Abarca, 2007).

El desarrollo de la agricultura bajo invernaderos es producto de las condiciones ambientales que prevalecen en diferentes países básicamente del hemisferio Norte, ya que su principal limitante para la producción es el clima. En la actualidad el uso de esta tecnología está disponible para la mayor parte de los esquemas productivos y de los productores en general del resto del mundo (Sánchez, 2003).

Larena y Barrios (2004) señalan que los invernaderos ayudan a la diversificación productiva, y mejoran la producción de hortalizas y flores. Además los invernaderos permiten desarrollar cultivos que necesitan otras condiciones climáticas y evitar los daños de roedores, pájaros, lluvia y el viento.

El uso de invernaderos y túneles cubiertos con plástico para la producción forzada y semiforzada de hortalizas proporcionan beneficios tales como incrementar la producción, obtener producción fuera de la cosecha, ahorrar agua, etc. Esta aplicación son útiles en la producción de plantas ornamentales, frutales y otras (Rodríguez e Ibarra, 1991).

2.1.2. Ventajas y desventajas en el uso de invernaderos.

Según Serrano (2002) señala que los invernaderos presentan la siguiente ventaja y desventajas:

Ventajas:

- Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad.
- Realizar cultivos en determinadas zonas climáticas y épocas estacionales en que no es posible hacerlos al aire libre.
- Disminuir el tiempo de los ciclos vegetativos de las plantas, permitiendo obtener mayor número de cosecha por año.
- Aumento de producción.
- Obtención de mejor calidad.
- Mejor control de plagas y enfermedades
- Ahorro de agua de riego.

- Menos riesgos catastróficos.
- Trabajar con más comodidad y seguridad.
- Siembra de variedades selecta con rendimientos mixtos.

Por otra parte Abarca (2007) señala que los invernaderos presentan las siguientes desventajas:

- Inversión inicial alta.
- Desconocimiento de las estructuras más apropiadas para cada región.
- Altos niveles de especialización y necesidades de capacitación del personal.
- Altos costos de producción.
- Condiciones optimas para el rápido ataque de plagas y enfermedades.
- Alta dependencia de las condiciones de mercado.

2.2. Sustrato o medios de crecimiento para el desarrollo vegetal.

El termino sustrato, que se aplica en la agricultura, se refiere a todo material, natural u orgánico, de forma pura o mezclado cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo para las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, elementos nutritivos y aire (Macías *et al.*,2003).

El mismo sentido, Mora (1999) menciona que el sustrato constituye la parte que sirve de sostén y soporte para el desarrollo del sistema radical de las plantas. Este elemento reviste una gran importancia en el éxito de cultivos, por lo que antes de pasar el nombre o tipos de sustratos, se debe tener la conjugación de una serie de factores o propiedades para optimizar la funcionalidad y el papel que debe desempeñar un sustrato en el sistema de cultivo sin suelo.

El cultivo de plantas en sustratos difiere marcadamente del cultivo de plantas en suelo. Así, cuando se usan contenedores, el volumen del medio de cultivo, determina lo que la planta puede absorber de agua, oxígeno y elementos nutritivos, por lo que este volumen es significativamente menor que el volumen disponible para las plantas que crecen en campo abierto (Cabrera, 1999).

Así mismo, Valenzuela y Gallardo (2003) señala que un sustrato consiste en un sistema conformado por tres fases: sólida, líquida y gaseosa; en ese ambiente crecerán las raíces y es por ello que cobra relevancia el volumen del contenedor. Ya que el sustrato ideal sería aquel que proporcione a la planta las mejores condiciones para su crecimiento, y que ofrezcan un bajo impacto ambiental y que la relación costo/beneficio sea adecuada para el sistema productivo en cuestión.

De acuerdo con Burés (1997) los materiales que componen un sustrato se han seleccionado tradicionalmente en base a su disponibilidad, costo, facilidad de manejo, ausencia de semillas de maleza, insectos o patógenos o ausencia de fitotoxicidad, a medida que la población toma conciencia respecto a la conservación del ambiente a causa de las normativas inminentes sobre el uso de pesticidas y la combinación de agua subterráneas, actualmente se incluyen como nuevos factores de selección de sustratos la supresión respecto a patógenos, la capacidad de ser reciclados, la optimización del consumo de agua y la prevención del lavado de elementos nutritivos.

2.2.1 Clasificación de los sustratos.

Existen una serie de sustratos que pueden ser empleados para el desarrollo de cultivos hidropónicos, estos se utilizan solos o en mezcla, en busca de obtener las mejores condiciones para el desarrollo de las plantas (Mora, 1999).

2.2.2 Sustratos orgánicos.

Se dividen como sustratos orgánicos, o químicamente activos, todos aquellos materiales que por su origen están sujetos a descomposición, es decir, liberan elementos nutritivos, a través de la descomposición de que están constituidos (Samperio-Ruíz 2004).

Los siguientes sustratos orgánicos representan algunos de los materiales utilizados como medio de crecimiento vegetal:

- La fibra de coco constituye un excelente sustrato, por su buena capacidad de retención de humedad, ofreciendo grandes ventajas por la mezcla con otros sustratos. Sin embargo es necesario que esta tenga un tratamiento para evitar la presencia de sustancias tóxicas (Baixauli y Aguilar, 2002).

- La cascarilla de arroz es un sustrato comúnmente utilizado para mezclarlo con gravas, es liviano, de baja capacidad de retención de humedad, de todos los sustratos orgánicos la cascarilla es una de las más lentas en descomponerse (Mora, 1999).
- La turba consiste en musgos de pantanos o ciénagas, parcialmente descompuestos. La composición de los depósitos de turba varía mucho, dependiendo de la vegetación de la cual son originados, su grado de descomposición, el contenido de minerales y acidez (Macías *et al.*, 2003).
- Peat Moss es un material muy salino, y está constituido por varios componentes, no es de vida duradera y llega presentar problemas de humedad y falta de aireación, y no puede ser reutilizable (Samperio-Ruiz, 2004).

2.2.3 Sustratos inorgánicos

Entre los sustratos de origen inorgánicos están, ante todo, los de origen mineral no metálico, como los derivados de las rocas, ya sean grava de río o triturada, arena, tezontle (Samperio, 2004). Dentro de los sustratos de origen mineral se encuentran:

- La piedra pómez es un material de origen volcánico. Posee muy buena retención de humedad, se obtiene en distintas granulometrías, posee además buena estabilidad y durabilidad (Mora, 1999).
- La arena es un material de naturaleza silíceo y descomposición variable, que depende de los componentes de la roca silíceo original. Procede de canteras (granito, basalto, etc.) o de ríos procedente de depósitos de formación aluvial, más o menos reciente (Urrestarazu, 2004).

2.3. Producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero.

Las técnicas de producción son muy variables y en los últimos años el desarrollo de estas prácticas ha tomado auge hacerlo bajo condiciones de invernadero con hidroponía (cultivo sin suelo), con el fin de obtener mayor rendimiento y calidad de los cultivos, por lo que los países desarrollados ven en estas técnicas de producción una alternativa económica para automatizar y programar su agricultura intensiva, principalmente en aquellos cultivos que se cotizan en el mercado, como hortalizas, flores y especies de ornato (Requejo *et al.*, 2004).

Existen antecedentes tanto en algunas zonas de México como en otros países de que el uso de plásticos en la agricultura, aplicados en diversas formas (invernaderos, macrotúneles y microtúneles, entre otros) proporcionan condiciones más

adecuadas para el desarrollo de los cultivos, obteniéndose mayor cantidad y calidad de productos, así como el adelantar el inicio de cosecha y producir en épocas no programadas, entre otras ventajas (Rodríguez e Ibarra, 1991).

Shany (2004) comenta que considerando la decisión de proteger el cultivo la única justificación para el desarrollo bajo cobertura es, cuando el beneficio económico obtenido es significativamente mayor comparándolo con un cultivo a campo abierto. Así mismo Shany (2004) señala que los factores que definen la necesidad de cultivar bajo cobertura son:

- Tipo de cultivo
- Mejoramiento de calidad de los frutos
- Necesidad de remplazar el suelo
- Incremento de los rendimientos.

La producción en invernaderos permite un mejor control del clima, dentro de esta estructura, mejorando las condiciones para el desarrollo de las especies vegetales, lo que da como resultado una mejor adaptación de cada cultivo y en un incremento significativo de su rendimiento (Antón *et al.*, 1996).

Hernández (2006) comentan que la producción de hortalizas bajo invernadero es una de las técnicas más modernas que se utiliza actualmente en la producción

agrícola. Ya que permiten al agricultor el control la temperatura, la cantidad de luz y aplicar efectivamente el control químico y biológico para proteger el cultivo y así obtener mayores rendimientos de los productos hortícolas.

Por otra parte Jaramillo (1999) comenta que cultivando hortalizas bajo Invernadero es posible producir durante todo el año, independientemente de las condiciones climáticas externas, y así dentro de un ambiente protegido, las condiciones de producción favorecen la obtención de productos sanos, Similares en forma y tamaño, con madurez uniforme, más sabrosos y con excelente presentación, características que estimulan sensiblemente el consumo.

2.4. Importancia de la agricultura orgánica.

La agricultura orgánica, que se caracteriza por excluir el uso de productos de síntesis química (fertilizantes y plaguicidas en general), organismos modificados genéticamente, aguas negras y radiaciones en los alimentos, es una de las pocas alternativas productivas que se están vislumbrando en el campo mexicano, actualmente, los pequeños productores orgánicos mexicanos están tomando ventaja de la creciente demanda de productos inocuos, principalmente por parte de los países desarrollados. Lo interesante de este proceso es que a pesar de que por un lado se está respondiendo a una tendencia global de demanda de

productos orgánicos, por otro se está desencadenando procesos autogestivos locales en las comunidades rurales (Gómez y Gómez. 2003).

La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción, que fomenta y mejora la salud de los agroecosistemas, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo, a través de prácticas que evitan el uso de productos de síntesis químicas, como los fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas, reguladores del crecimiento de plantas y animales, así como de organismos genéticamente modificados, aguas negras, edulcorantes y conservadores sintéticos en productos transformados. En síntesis, tiene por objetivo obtener alimentos inocuos, libre de contaminación y de alta calidad nutritiva (Samperio, 2004).

Acuña *et al.*, (2002) mencionan que la agricultura orgánica, mediante la aplicación de abonos elaborados reciclando la materia orgánica, el uso de coberturas verdes, la implementación de técnicas de conservación de suelos y agua, y la utilización racional de los recursos disponibles en cada región geográfica, mejora la características químicas, físicas y biológicas del suelo y la nutrición natural de las plantas; favoreciendo la recuperación y preservación del principal patrimonio con

que cuenta los productores (la tierra y la biodiversidad), así como el desarrollo de sistemas productivos agropecuarios basados en un equilibrio ecológico, y social.

2.4.1. Importancia de los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos son importantes en la agricultura orgánica por la fuente de elementos nutritivos que estos contienen, materia orgánica, sustancia húmicas fitohormonas y otros compuestos de naturaleza enzimática y proteica y como fuente de nutrición integral. Los abonos orgánicos influyen sobre los rendimientos de los cultivo y mejoran las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo (Melgarejo y Ballesteros, 1997).

Los abonos orgánicos son de gran importancia en la agricultura por que elevan el potencial productivo del suelo al actuar como mejoradores de sus características físicas, químicas y biológicas. Además son fuentes de varios elementos nutritivos esenciales para las plantas, elevando el potencial de fertilidad del suelo. También contribuyen a incrementar el desarrollo radical de las plantas mejorando el sostén de las mismas, promueven la sanidad del cultivo y aportan hormonas que afectan positivamente los mecanismos fisiológicos de las especies vegetales (Nieto *et al.*, 2002).

Beltrán *et al.*, (2005) mencionan que dentro de la agricultura, los abonos orgánicos juegan un papel importante porque contribuyen al aporte de elementos nutritivos, de microorganismos y a mejorar la propiedad físicas del suelo, para los agricultores de bajos recursos estos abonos representan una buena alternativa para reducir el uso de insumos externos y aumentar la eficiencia de los recursos internos de cada región o zona productiva.

Limón *et al.*, (2005) señalan que los abonos orgánicos son de gran importancia porque incluyen toda fuente de elementos nutritivos derivados de origen vegetal o animal, estos son a menudo una fuente subestimada de elementos nutritivos, los abonos orgánicos son muy diferentes de los fertilizantes sintéticos o minerales, la diferencia básica es que contienen materia orgánica. Debido a su contenido de materia orgánica son una fuente lenta de alimentos y proveen varios elementos nutritivos simultáneamente; sin embargo, mejoran principalmente la calidad del suelo.

El uso de abonos orgánicos constituye una práctica de manejo fundamental en la rehabilitación de la capacidad productiva de suelos degradados. Los abonos orgánicos son enmiendas que se incorporan al suelo para mejorar sus

propiedades físicas, químicas, biológicas y con ello su fertilidad (Leblanc *et al.*, 2007).

2.5. Biosólidos.

Debido al desarrollo de diversas metodologías en México, al igual que en otros países, el tratamiento de aguas residuales se ha incrementado notablemente en los últimos años, de acuerdo con las estadísticas de la Comisión Nacional del Agua (CNA, 2003). Las plantas tratadoras de aguas residuales (PTAR) generan un subproducto conocido, en México como biosólidos el cual es un material semisólido, oscuro, con alto contenido de materia orgánica y elementos nutritivos, que tiene posibilidad de ser utilizados como abono natural en los suelos deteriorados (Figueroa *et al.*, 2002).

Los lodos residuales de las aguas negras son fácilmente putrescibles y su mal olor atrae vectores creando un problema de sanidad, estos materiales también pueden considerarse como residuos peligrosos por la gran cantidad de patógenos que contienen (SEMARNAT 2005).

Una forma de disponer adecuadamente el lodo y darle un valor agregado es mediante su estabilización por composteo o vermicomposteo. El vermicomposteo es una opción prometedora para la estabilización de los lodos, a través de este

proceso las lombrices degradan por ingestión la materia orgánica y con su movilización desplazan las partículas a lo largo del sustrato, formando micro túneles que permiten la penetración de agua y aire, que favorecen el desarrollo y crecimiento de microorganismos aerobios, que conjuntamente con las lombrices degradan la materia orgánica de los desechos hasta obtener el humus de lombriz o vermicomposta (Cardoso, 2000).

Actualmente, el vermicomposteo se ha vuelto popular en el tratamiento de diversos residuos orgánicos. Este proceso aprovecha las cualidades biológicas de las lombrices de tierra para provocar la descomposición aerobia de los residuos, sin necesidad de que se lleve a cabo la estabilización termofílica de los desechos, requerida durante el composteo (Atiyeh *et al.*, 2000).

Durante el vermicomposteo, los residuos orgánicos son fragmentados, mezclados y transformados, tanto por los órganos que constituyen el tubo digestor, como por la actividad microbiana de las lombrices, como resultado del vermicomposteo, los elementos N, P, K y Ca, presentes en los residuos originales, son transformados a formas mucho más solubles y disponibles para las especies vegetales (Ndewga y Thompson, 2001).

2.6. El vermicompost.

El vermicomposteo (VC) es producto de la descomposición de diferentes residuos orgánicos con una comunidad de lombrices produciendo humus, un producto muypreciado como fertilizante (Roca y Serrano, 2003).

Por otro lado, Luévano y Velásquez (2001) comentan que el vermicompost es un fertilizante orgánico por excelencia, y el producto que sale del tubo digestor de la lombriz es un material de color, oscuro, con un agradable olor a mantillo del bosque, es limpio, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción. Contiene una gran carga enzimática y bacteriana que aumenta la solubilización de los elementos nutritivos haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces.

Por otra parte Escalón y Luna (2003) señalan que el vermicompost (es un sustrato que se obtiene a partir de excretas de lombriz) ha dejado atrás los agroquímicos, pues acelera el crecimiento de la planta, proporciona mayor color y mejor sabor y, por si fuera poco, inhibe ciertas enfermedades de la planta en vivero.

El vermicomposteo es un proceso de bioxidación, degradación y estabilización de la materia orgánica mediada por la acción combinada por lombrices y

microorganismo, mediante el cual se obtiene un producto final estabilizado de la materia orgánica, homogéneo y de granulometría fina denominado vermicompost, lombricompost, compost de lombriz o humos de lombriz (Saavedra, 2007).

Moreno (2005) menciona que en el caso del vermicomposteo, las interacciones complejas entre residuos orgánicos, microorganismo, lombrices y otros animales de la fauna del suelo del suelo provocan la bioxidación y estabilización de estos materiales. También destaca que una gran variedad de microorganismo y organismo invertebrados del suelo proliferan e interactúan contribuyendo al “ciclo de la materia” dentro del proceso de vermicomposteo.

Actualmente, con la búsqueda de alternativas de desarrollo sostenible, procesos como el composteo, la lombricultura o el vermicomposteo y los productos derivados de los mismos, han adquirido un especial auge por su capacidad de restituir al suelo una cierta proporción de materia orgánica para mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las cuales se han visto deterioradas por el uso continuo de fertilizantes sintéticos bajo condiciones intensas del cultivo (Bansal y Kapoor, 2000).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento.

La presente investigación se llevó a cabo durante el ciclo otoño invierno del 2010 en un invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna la cual está ubicada en Periférico y Carretera Sta. Fe, Km 1.5 en Torreón Coahuila; localizada geográficamente a 102°22' y 104°47' Longitud Oeste y 24°22' y 26°23' Latitud Norte, esta región tiene una precipitación media anual de 235 mm, con una altitud de 1,139 msnm y temperatura media anual de 18.6 °C (Corona, 2005).

3.2 Condiciones de invernadero.

Este experimento se realizó en un invernadero con estructura metálica cubierto con una capa de polietileno, y una de malla sombra (60%), con un sistema de enfriamiento a base de pared húmeda y dos extractores.

3.3 Material experimental.

En este experimento se evaluó la calidad de plántulas de tomate saladette variedad Granadero utilizando sustratos lodos activados-arena en diferentes proporciones (100%, 75%-25%, 50%-50%, 25%-75%). La arena utilizada fue de

rio esterilizada, teniendo como testigo un tratamiento de Peat Moss al 100%. Se evaluaron cinco tratamientos con ocho repeticiones. La siembra se realizó en charolas de polietileno teniendo 40 unidades experimentales. Cada repetición consistió una fila de diez cavidades dejando una línea de separación entre cada repetición. El experimento se inició el 12 de octubre de 2010 y concluyó el 11 de noviembre del mismo año teniendo una duración de 30 días, se regó con agua potable dos veces al día, el primer riego a las ocho de la mañana y el segundo a las cuatro de la tarde.

3.4 Diseño experimental.

El experimento fue establecido en un diseño completamente al azar, y consistió en cinco tratamientos con ocho repeticiones cada uno, dando un total de cuarenta unidades experimentales. Los datos se analizaron con un paquete estadístico SAS versión 9.0 realizando comparación de medias con la prueba Tukey ($P \leq 0.05$) Las unidades experimentales consistieron en una línea de diez plántulas en la charola.

3.5 Biosólidos.

Los biosólidos empleados provinieron de la planta tratadora de agua residual de MET – MEX PEÑOLES S.A. DE C.V. Los biosólidos fueron sometidos a tratamientos con lombrices durante un periodo de tres meses. Estos biosólidos

residuales fueron vermicomposteados en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Los análisis de agua y los sustratos utilizados se indican en los cuadros 1 y 2.

3.6 Preparación del sustrato y siembra.

Se mezclaron los lodos activados y la arena en diferentes proporciones humedeciendo la mezcla con agua de la llave, después se llenaron las cavidades de las charolas para después sembrarlas, posteriormente se taparon las charolas con bolsas negras para destaparla cuando empezaron a germinar.

3.7 Variables evaluadas.

Las variables evaluadas consistieron en: altura de la plántula, diámetro del tallo, número de hojas, volumen radical, peso seco de la raíz, peso seco del vástago, área foliar y unidades SPAD el registro de cada una de las variables se tomaron cuatro plántulas seleccionadas al azar.

3.7.1 Altura de plántula.

Se registró la altura de plántula a los 30 días después de la siembra para lo cual se utilizó una regla de 30 cm. La altura se tomó desde la base del tallo hasta el punto de crecimiento.

3.7.2 Diámetro del tallo.

El diámetro del tallo se tomó con un vernier electrónico, desde la base del tallo un centímetro por encima del sustrato, se tomó la lectura de cuatro plantas por repetición.

3.7.3 Número de hojas.

Para el número de hojas se contaron el total de hojas que tuviera la plántula, de igual manera se tomaron cuatro plantas por repetición.

3.7.4 Volumen radical.

Para el volumen radical se sacó la planta de la charola y se lavó con agua limpia para quitarle los residuos del sustrato a la raíz, una vez que la raíz quedó limpia se metió a una probeta de 10 mL con agua. Así se tomó el volumen desplazado por la raíz.

3.7.5 Peso seco de la raíz.

Se cortó la raíz de las plantas para meterla en bolsas de papel, las cuales se metieron a la estufa de secado con circulación forzada de aire para después sacarlas a las 24 hrs. Para tomar el peso, se realizó un segundo peso a las 72 hrs., y si el peso no variaba ese era el peso final.

3.7.6 Peso seco del vástago.

Se metieron cuatro tallos por repetición a bolsas de papel para posteriormente meterlas a la estufa de secado con circulación forzada de aire, se tomaron dos pesos uno a las 24 hrs., y el otro a las 72 hrs. Siendo el segundo peso, el registrado finalmente.

3.7.7 Área foliar.

Para determinar el área foliar se utilizaron las hojas de las plántulas para después pegarlas en hojas blancas, una vez pegadas se sacaron copias y se recortaron para determinar el área. El área se determino por medio de un aparato (Leaf Area Meter CI-2002) el cual determina el área foliar mediante un escáner.

3.7.8 Unidades SPAD.

Para determinar las unidades SPAD se utilizaron cuatro plantas por repetición, se registraron las lecturas de las hojas completas de la planta.

Cuadro 2. Análisis químico del agua.

pH	7.80
C.E (dS/m)	1.15
CATIONES SOLUBLES	
Ca (meq/L)	7.01
Mg (meq/L)	0.95
Na (meq/L)	2.71
K (meq/L)	0.22
Σ cationes	10.89
ANIONES SOLUBLES	
CO ₃ (meq/L)	0.00
HCO ₃ (meq/L)	3.12
CL(meq/L)	2.30
SO ₄ (meq/L)	5.23
Σ Aniones	10.65
SAL PREDOMINANTE	SULFATO DE CALCIO
RAS	1.36
Boro (mg/L)	0.30
Nitratos (NO ₃ , mg/L)	7.64
Clasificación	C ₃ S ₁

Cuadro 1. Análisis químico de los sustratos utilizados.

Sustratos	MO(%)	pH	CE	N	P	K	Ca	Mg	Cu	Fe	Zn	Mn	Na	Pb
				----- (mg.Kg ⁻¹) -----										
Biosólidos	7.6	6.5	10.0	19.0	1028	1855	71.7	40.7	82.4	18.8	880	170	71.3	353
Peat moss	----	5.5-6.5	0.7-11	56	11	55	100	30	0.1	1.1	0.1	0.5	0.2	0.2
Arena	-----	7.5	0.65	1.16	11.2	102.5	48.0	4.6	----	5.78	0.9	4.58	0.16	---

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Altura de plántula.

El análisis de varianza realizado para la altura de plántula mostro diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los diferentes tratamientos evaluados, las mayores alturas correspondieron a los sustratos Peat Moss y los lodos activados con 25% y 75% de arena, en cambio los lodos al 100% y 75% mostraron la menor altura (Figura 1). Los resultados son debidos probablemente a que los lodos activados presentan compuestos tóxicos para el desarrollo de plántulas de tomate (Cuadro 1). Según Smernik (2003) los lodos contienen altas concentraciones de compuestos orgánicos potencialmente tóxicos, metales pesados y organismos patógenos, los cuales implican riesgos de fitotoxicidad para la planta.

Rodríguez *et al.*, (2006) señala que la altura óptima para el trasplante es de 15 cm por lo cual el Peat Moss al 100% y los lodos al 25% son los que más se acercan. Los resultados se muestran como una alternativa para la sustitución de sustratos costosos como lo es el Paet Moss ya que la mezcla de biosólidos con arena se reduce los costos de estos insumos de producción.

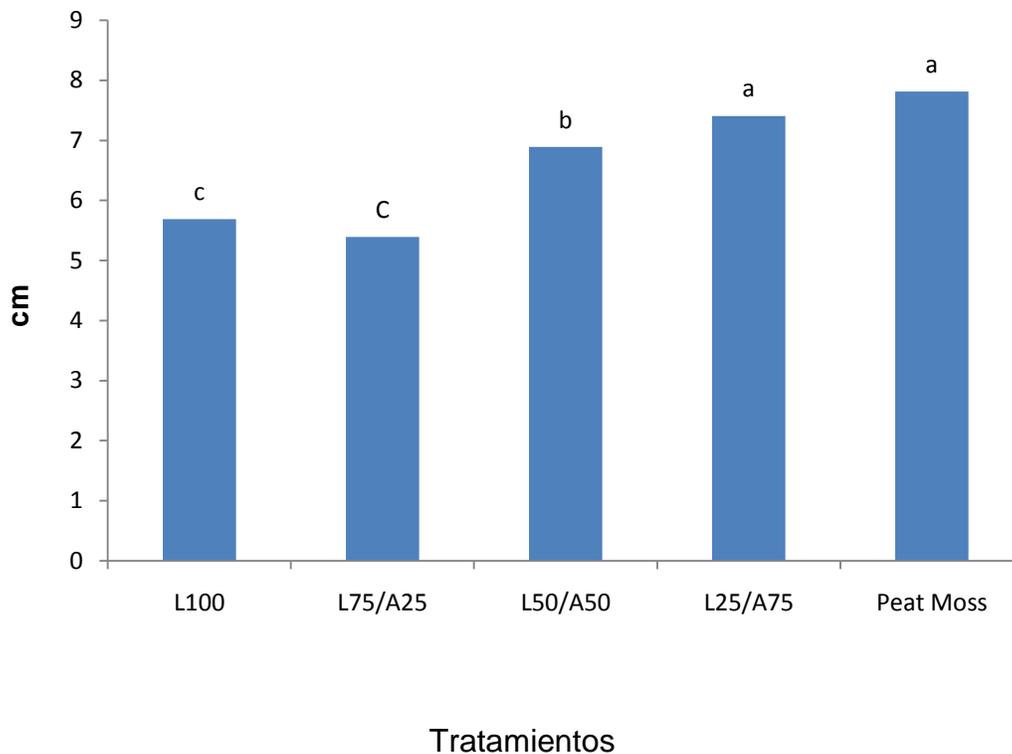


Figura 1. Altura de plántulas de tomate en los diferentes tratamientos evaluados.

4.2 Número de hojas.

Una mayor altura conlleva a un aumento en el número de hojas y por lo tanto mayor actividad fotosintética (Rodríguez *et al.*, 1998). El análisis de varianza realizado en esta variable no mostró diferencia significativa entre las diferentes mezclas de sustratos (Figura 2).

En este sentido Leskovar (1998) indica que el trasplante se debe realizar después de la emisión de la cuarta hoja; en este experimento, todos los tratamientos

superaron este requisito. Esto podría ser porque los biosólidos presentan los elementos nutritivos necesarios para la producción de hojas en este tiempo.

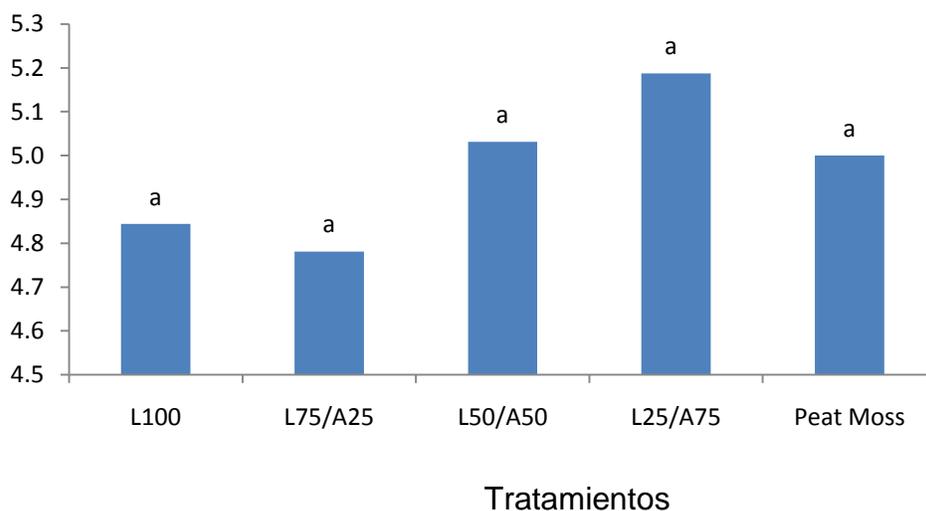


Figura 2. Número de hojas de plántula de tomate en los diferentes tratamientos evaluados.

4.3 Diámetro del tallo.

En el análisis de varianza realizado para el diámetro del tallo no reporto diferencia significativa entre las diferentes combinaciones de sustratos evaluadas, sin embargo en la Figura 3 se puede observar que al disminuir el % de biosólidos se incrementa el diámetro del tallo. Hoyos (1996) señala que el diámetro del tallo es de gran importancia ya que es responsable del soporte de la planta y sirve como reserva de nutrientes, todas las combinaciones evaluadas de biosólidos presentan

un resultado parecido al testigo (Peat Moss) lo cual presenta una alternativa como sustrato para producir plántula vigorosa.

Así mismo Herrera (2006) reporta resultados similares (3.56 mm y 3.41 mm) en producción de plántulas de tomate a base de solución nutritiva.

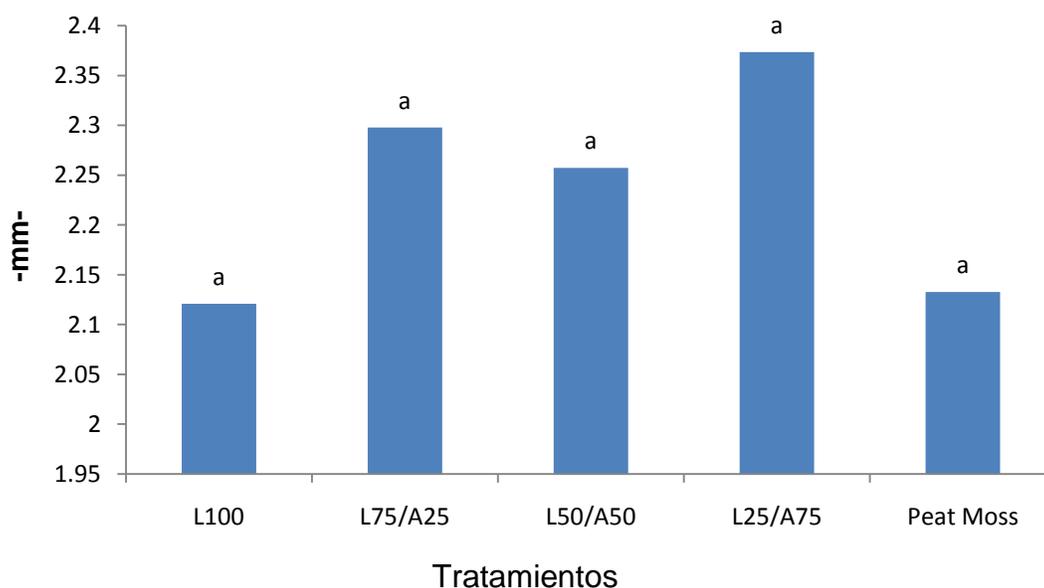


Figura 3. Diámetro del tallo de plántula de tomate en los diferentes tratamientos evaluados.

4.4 Volumen radical.

La respuesta al trasplante depende de varios factores, principalmente de la especie ó variedad y especialmente de la relación entre el área foliar, longitud y volumen radical (Rosa, 1996).

El análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en el volumen radical presentando el valor más alto el Peat Moss seguido de la combinación de biosólidos al 100% y 25% siendo los más bajos la combinación de 75% y 50% (Figura 4). Esto probablemente se debe a que los biosólidos presentan gran porosidad lo que hace que la raíz se desarrolle adecuadamente. Así mismo Orozco *et al.*, (1996) menciona que los biosólidos vermicomposteados pose una porosidad elevada que facilita la aeración y drenaje de los medios de crecimientos.

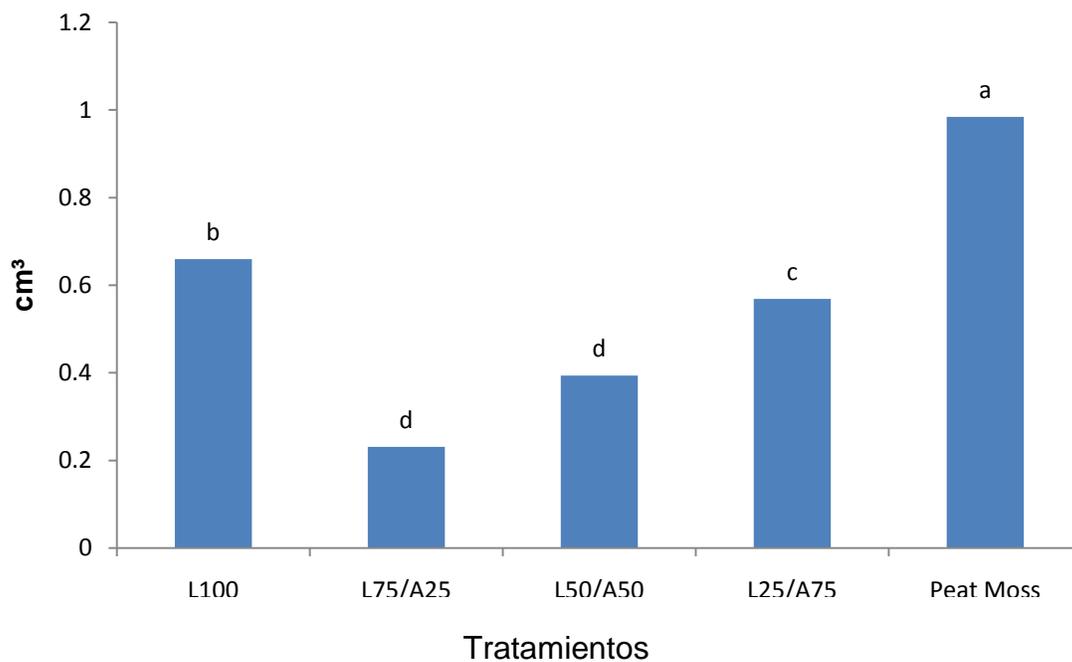


Figura 4. Volumen radical de plántula de tomate en diferentes tratamientos evaluados.

4.5 Peso seco del vástago.

En esta variable se encontró diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos evaluados los valores más altos fueron obtenidos por los tratamiento con biosólidos al 25% y Peat Moss, los tratamientos con menor peso seco del vástago son los biosólidos con 75 % (Figura 5). Estos resultados se deben a que la combinación de biosólidos con 25% y Peat Moss fueron los que destacaron en cuanto a la altura y número de hoja. Resultados parecidos fueron encontrados por Utrias (2008) Concluye que la aplicación de biosólidos incrementa significativamente el peso seco de la planta, como respuesta al incremento que provoca este residuo en el contenido de elementos nutritivos.

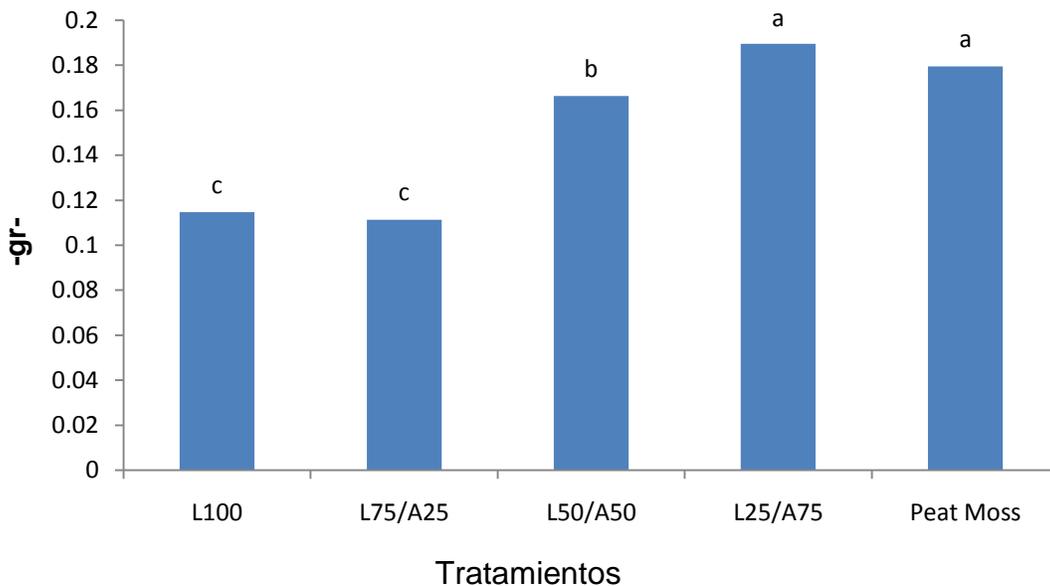


Figura 5. Peso seco del vástago de plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.

4.6 Peso seco de la raíz.

El análisis de varianza para el peso seco de la raíz reportó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) en los diferentes tratamientos evaluados, siendo los de mayor peso las raíces desarrolladas en el Peat Moss, seguido de los lodos al 100% y 25%, siendo la combinación de biosólidos con 50% y 75% los que presentaron menor peso (Figura 6). Estos resultados se deben a que el tratamiento de Peat Moss mostró mayor volumen radical. Estos resultados no coinciden con lo mencionado por Utrías (2008) que indica que la aplicación de biosólidos incrementa significativamente el peso seco de la raíz, ya que la combinación de biosólidos se encuentra por debajo de los resultados obtenidos por el testigo (Peat Moss).

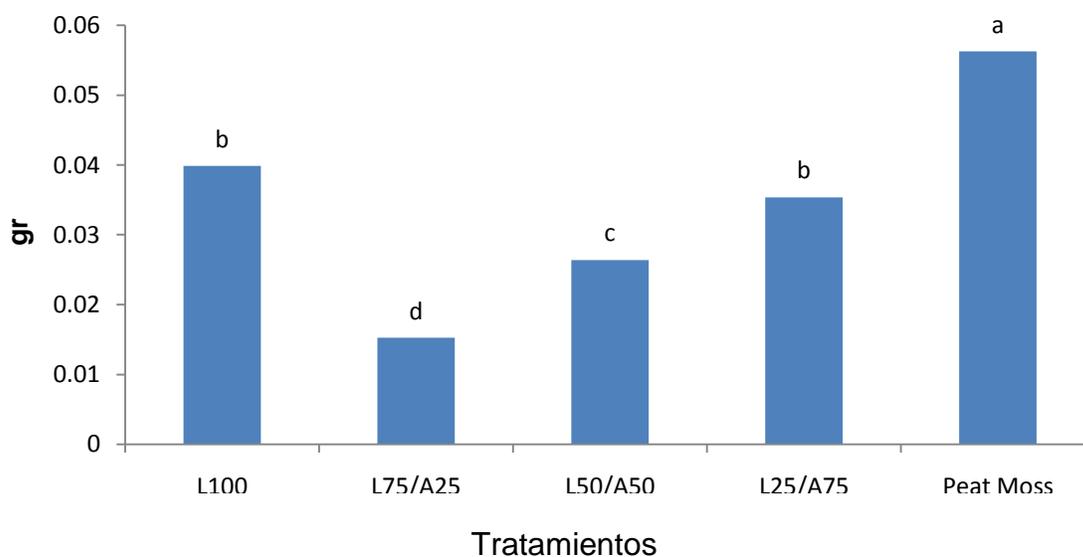


Figura 6. Peso seco de la raíz de plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.

4.7 Unidades SPAD.

El pigmento fotosintético primario de las plantas es la clorofila y su valor depende del contenido de N foliar (Preciado *et al.*, 2002). En esta variable el análisis estadístico no mostró diferencia significativa lo cual nos indica que todos los tratamientos son estadísticamente similares (Figura 7); sin embargo en dicha figura muestra que en la mezcla de biosólidos con un 25% aumentan los valores SPAD por lo cual y de acuerdo con Novoa (2002) existe un buen contenido de nitrógeno en plantas de tomate.

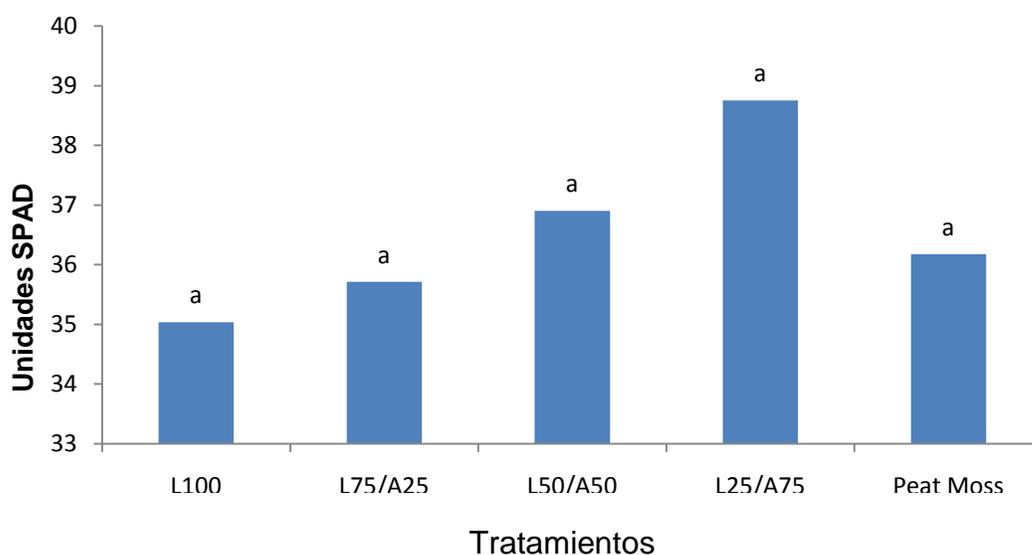


Figura 7. Unidades SPAD en plántulas de tomate en diferentes tratamientos evaluados.

4.8 Área foliar.

En esta variable el análisis estadístico registro diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados ($P \leq 0.01$) siendo el Peat Moss, la combinación de biosólidos con un 25% y biosólidos con 50% los más altos, teniendo los valores más bajos los biosólidos al 75% (Figura 7). Esto indica que la plántula responde positivamente a la aplicación de biosólidos en menor cantidad. Uno de los criterios de calidad de plántula a considerar es el área foliar, porque determina el potencial de actividad fotosintética (Urrestarazu *et al.*, 1999). Por lo tanto en este parámetro los biosólidos combinados en un 25% y 50% fueron los que tuvieron resultados parecidos con el Peat Moss lo cual indica que es una buena alternativa para ser utilizado como sustrato en la producción de plantas hortícolas.

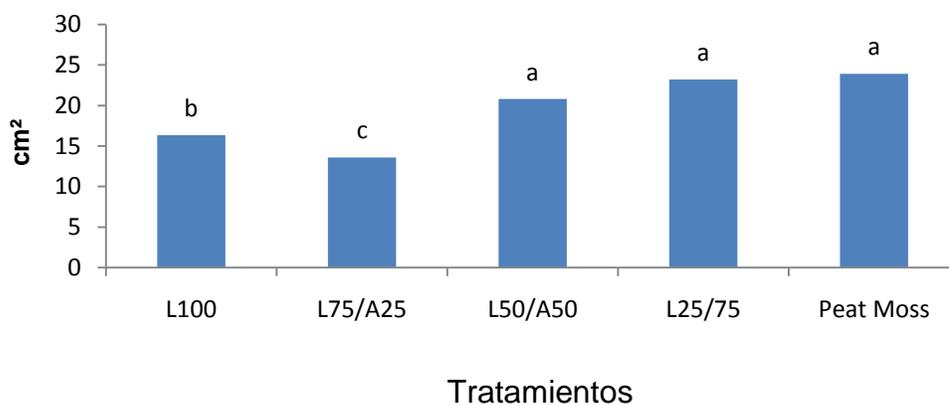


Figura 8. Área foliar de plántulas de tomate en diferente tratamientos evaluados.

V. CONCLUSIONES.

1.- El uso de biosólidos presenta una alternativa como sustrato para la producción de plántulas de tomate ya que presenta los nutrimentos necesarios, el tratamiento que más destaco en la mayoría de las variables evaluadas fue la combinación de biosólidos con 25% y 75% de arena presentando mayor calidad de plántulas.

2.- El uso de biosólidos en niveles superiores al 25% inhibe al crecimiento y desarrollo y por lo tanto la calidad de plántula de tomate.

3.- La utilización de biosólidos en combinación con arena resulta económico como sustrato y ambientalmente amigable.

VI. LITERATURA CITADA

- Abarca, S. J. 2007. Producción de hortalizas a cielo y bajo protección. Pesa, México. pp. 16.
- Acuña, V. J. Esquivel, F. D. y Valverde, S. F. 2002. Proyecto de inversión de la agricultura orgánica. Universidad Nacional de Costa Rica.
- Antón, A., Montero J. I. Muñoz P. A. 1996. Necesidades de agua del cultivo de tomate en invernadero. Comparación con el cultivo al aire libre, pp. 369-374.
- Arthurson, V. 2008. Proper sanitization of sewage sludge: a critical issue for a sustainable society. *Appl Environ Microbiol* 74: 5267-5275.
- Atiyeh, R. M., Subler. S., Edwards, C. A., Bachman, G., Metzger, J. D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*, 44: 579-590.
- Baixauli S. C. y Aguilar O. J. 2002. Cultivo sin suelo de hortalizas. Aspectos prácticos y experiencias. Pag. 24.
- Bansal, S., and K.K. Kapoor. 2000. Vermicomposting of crop residues and cattle dung with *Eisenia foetida*. *Bioresour. Technol.* 73: 95-98.
- Beltrán, F. A., García, H. J. L., Valdez R., Murillo B., Troyo E., Larrinaga J., Valdez R., Murillo B., Troyo E., Larrinaga J., Ruiz F., Fenech L. y García F. 2005. Efecto de sistema de labranza e incorporación de abono verde en la recuperación de un yermosol harlico. *TERRA. Latinoamericana* 23: 381-387.
- Burés, S. 1997. Sustratos. España, edición Agrotecnia S. L. PP. 7-18.
- Cabrera, R. I. 1999. Propiedades, uso y manejo de sustrato de cultivo para la producción de plantas en maceta. *Rev. Chapingo S. Horticultura* 5 : 5-11.
- Cardoso, V. L. (2000). Vermicomposteo. En: curso Teórico-Práctico de Tratamiento de lodos residuales. Instituto mexicano de tecnología de agua (IMTA). Cuernavaca, Morelos México, 29 pp.

- Cogger, C. G.; Bary, A. I.; Fransen, S. C.; Sullivan, D. M. 2001. Seven years of biosólidos versus inorganic nitrogen application to tall fescue. J. environ. Qual. 30: 2188-2194.
- Corona, P. S. A. 2005. "La Comarca Lagunera, constructo cultura." Universidad Iberoamericana Torreón: 17.
- Cuevas, G.; Walter, I. 2004. Metales pesados en maíz (*Zea mays*, L.) cultivado en un suelo enmendado con diferentes dosis de composta de lodo residual. Rev. Int. Contam. Ambient. 20: 59-68.
- Escalón, E., Y Luna, R. 2003. Agricultura orgánica, alternativa para mejorar los productos y coadyuvar el equilibrio ecológico. Universidad veracruzana pp. 70-72.
- Figuroa, V. U. Flores O. M. A., Palomo R. M. 2002. Uso de biosólidos en suelos Agrícolas. SAGARPA-INIFAP-CIRNOC-Campo experimental. Valle de Juárez. Folleto técnico No. 3.
- Gazete, R. 2001. Toprak kirliliui control. Y. netmeliui, no: 24609, Ankara.
- Gómez, T. L., y Gomez, C. M. A. 2003. Agricultura orgánica en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 19 p.
- Hernández, D. M.I., Chaulloux, L. M. y Ojeda, V. A. 2006. Cultivo protegido de las Hortalizas, Ciencia y Tecnología. pp. 25.
- Herrera, J. G. 2006. Tesis de licenciatura. Producción de tomate bola y efecto postrasplante en invernadero. UAAAN.
- Hoyos, E. P. 1996 Parámetros de calidad en plántulas hortícolas. En: II jornadas sobre semillas hortícolas. Ed. Dirección general de la producción agraria 35/96. Congresos y Jornadas. Almería 29-31.
- Jaramillo, J. 1999. Tomate bajo invernadero. Corporación colombiana de Investigación agropecuaria. Pp. 1-22.
- Larena, B. F., Y Barrios, C. O. 2004. Construcción de invernadero, Santiago, Chile. Pp. 4.

- Leblanc, H. A., Cerrato M. E., Miranda A Y Valle G., (2007). Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayo. *Tierra tropical*. 3 (1): 97 – 107.
- Limón, G. A. A., Garcia, P. R., Pérez, P. R. y Fogoaga, C. D. 2005. Manual de agricultura orgánica. Regulación y promoción de productos orgánicos, chicoasén, Chiapas, Pp. 15.
- Leskovar, I 1998. Producción de trasplante hortícola. VII semana de horticultura (UAAAN) Apuntes Saltillo, Coahuila.
- Luevano, G. A. Y Vásquez, G. N. E. 2001. Ejemplo singular en los Agronegocios estiércol vacuno: problema ambiental a excelente recurso. *Revista de Agronegocios*, 5 (10), UAAAN. Pp. 1-16.
- Macías, R. H. romero, F.E. Martínez, S. J. 2003. Agricultura protegida, cap. 6. Invernaderos de plásticos. INIFAP CENID-RASPA, Gómez palacios Durango. pp. 13.
- Melgarejo, R. M. y I Ballesteros M., 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales de humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Universidad nacional de Colombia. *Revista de colombiana de química*. 26, 2: 3-7.
- Millares, R.; Beltrán, E.; Porcel, M. A.; Delgado, M.; Beringola, M. I.; Valero, J.; Calvo, r.; Walter i. 2002. Emergencia de seis cultivos tratados con lodo fresco y composteado, de estaciones depuradoras. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 18(3): 139-146.
- Miralles, R.; Beltrán, E.; Porcel, M.A.; Beringola, M L.; Martin, J. V.; Calvaro, R.; Delgado, M. M. 2002b. Influencia de tres tipos de biosólidos de estaciones depuradoras en el desarrollo de estaquilla de olivo. *Rev. Int. Contam. Ambient.* 14(4): 163-169.
- Mora, L. 1999, Sustratos para cultivos sin suelo o hidroponía, In: *Il simposium Congreso nacional de horticultura*. pp. 95-99.
- Moreno – Reséndez. A. 2005. Origen, importancia y aplicación de vermicomposta para el desarrollo de especies hortícolas y ornamentales. Departamento de suelos, UAAAN-UL.

- Ndewga, P. M., and Thompson, S. A. 2001. Integrating composting and vermicomposting in the treatment and bioconversion of biosólidos. *Bioresour technol* 76: 107-112.
- Nieto, A., Murillo B., troyo E., Larrinaga J., García, H.J.L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del chile (*capsicum annum L.*) en zonas áridas, *interciencia*: 417-421.
- Novoa, S. A. R. y N Villagrán. A. 2002. Evaluación de un instrumento medidor de clorofila en la determinación de niveles de nitrógeno foliar en maíz. *Agricultura técnica* 62: 166-167.
- Orozco, F, H.; Cegarra, J.; Trujillo, L. Roig, A. M. 1996. Vermicomposting of coffee pulp using the earthworm *Eisenia foetida*: effects on C and N contents and the availability of nutrients. *Biology and fertility of soils* 22. 162-166.
- Pascual, I., Azcona, I., Aguirreolea, J., Morales, F., Corpas, F. J., Palma, J. M., Rellan-Alvarez, R., Sanchez-Diaz, M. 2010. Growth, yield, and fruit quality of pepper plants amended with two sanitized sewage sludges. *J Agric Food Chem* 58(11): 6951-6959.
- Preciado, R. P., Baca, C.G.A., Tirado, T, J. L., Kohashi, S.J., Tijerina, Ch. L. y Martínez, G. A. 2002. Nitrógeno y potasio en producción de plántula de melón. *Terra Latinoamericana*. 20:3: 267-276.
- Requejo, L. P., Escobedo, B. L. y García, O. H. 2004. Producción y calidad del Tomate bajo el cultivo sin suelo. (production and quality of tomato in soil-less culture), pp. 7 y 8.
- Roca, L., y Serrano, V. 2003. Perspectiva ambiental de compostaje. *Fundación Terra*. 12 p.
- Rodríguez, fuentes Humberto, muños López S., y Alcorta García E. 2006., "EL Tomate Rojo" Sistema Hidropónico. Trillas. Primera edición, pág. 47.
- Rodríguez, M.M.N. Alcantar, G. G., Aguilar., S. A., Etchevers, B. J. D., Santizo, R. J. A. 1998. Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra* 16 (2): 8135-141.
- Rodríguez, P. A., Ibarra, J. L. 1991. Semiforzado de cultivos mediante el uso de plásticos. Editorial, Luminosa, S.A. de C.V. pp. 13.

- Rosa, E. 1996. Evolución de los Sistemas de Producción de Plántales. Horticultura Internacional. No. 12 pp 24-26. España.
- Saavedra, G. M. 2007. Biodegradación de alperujo utilizando hongos del genero pleurutus y anélidos de las especies Eisenia fétida. Universidad de Granada- departamento de biotecnología. Pp. 58.
- Samperio – Ruiz, g. 2004. Un paso más en la hidroponía. Editorial diana S. A. de C.V. México. PP. 57-70.
- Sánchez, H. J. J. 2003, Evaluación de tomate bajo condición de invernadero en Dosis de vermicomposta en primavera-verano en la comarca lagunera, Tesis de licenciatura, UAAAN- UL, Torreón Coahuila, México, p. 58.
- SEMARNAT 2005. Norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, y listado de los residuos peligrosos. Diario oficial de la federación, 23 de junio de 2006.
- Serrano, C. Z. 2002. Construcción de invernaderos. 2da. Edición. Editorial mundi Prensa, pp. 41 y 42.
- Shany, M. 2004. Producción de hortalizas en condiciones tecnificadas, Pp 3 y 4.
- Smernik, R. J., Oliver, I W., and Merrington, G. 2003. Charation of sewage Sludge Organic Matter Using solid-State carbon -13 Nuclear Magneting Resonance Spectroscopy. J Environ qual. 32.
- Terry, E,; Núñez, M; Pino, M,A,; Medina, N 2001. Efectividad de las Combinaciones biofertilizantes-Analogo de brasioesteroides en la nutrición de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mil) cultivos tropicales 22: 59-65.
- Urrestarazu, G. M. 2004. Tratado de cultivos sin suelos, 3ra. Edición. Ediciones Mundi-Prensa. pp. 116.
- Urrestarazu, M., M. Gusman, A. Sanchez, M.C. salas y F.A. Lorente. 1999. Efecto of evolution in the increase the nutrient solution of calcium on the postharvest physiology of apricot fruit. J. Plant Nutr. 20: 295-309.

- Utria E., Cabrera J. A., Reynaldo I., Morales D., Fernández A., Toledo E., 2008. Utilización agraria de los biosólidos y su influencia en el crecimiento de plántulas de tomate. Centro universitario de Guantánamo.
- Valenzuela, O. Y Gallardo, C. 2003. Sustratos hortícolas. Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales. Pp. 26.
- Walter, I.; Martínez, F.; Alfonso, L.; de Gracia, J.; Cuevas, G. 2002. Extractable soil heavy metals following the cessation of biosolids application in agricultural soil. *Environ. Pollut.* 117. 315-321.