

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Evaluación de la Lombricomposta Como Parte del Sustrato en la Producción de
Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Por:

ANA ARACELI RAMÍREZ MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2013.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Evaluación de la Lombricomposta, Como Parte del Sustrato en la Producción de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)

Por:

ANA ARACELI RAMÍREZ MARTÍNEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada

Ing. René Arturo de la Cruz Rodríguez
Asesor Principal

Ing. Elyn Bacópulos Téllez
Coasesor

Ing. Gerardo Rodríguez Galindo
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México
Marzo, 2013.

AGRADECIMIENTOS

A Dios

que durante el transcurso de mi carrera me dio su bendición y fuerzas para seguir adelante día con día, por estar conmigo en cada paso que doy, por guiarme siempre en mi camino, y por darme la dicha de compartir mis sueños al lado de mi familia, hijos y mi esposo.

*A LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
(MI “ALMA MATER”)*

Por haberme dado la oportunidad de formarme como profesionista, por ser mi segunda casa de aprendizaje y por todas las experiencias vividas en el transcurso de mi carrera

AL ING. RENÉ ARTURO DE LA CRUZ RODRÍGUEZ.

Por la confianza depositada, al haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación, “GRACIAS” por su disposición, asesoría, paciencia, apoyo, conocimientos brindados y por su valiosa amistad.

*AL ING. ELYN BACÓPULOS TÉLLEZ, ING. GERARDO RODRÍGUEZ
GALINDO*

Por su valioso apoyo, colaboración y asesoría para que se llevara a cabo este trabajo.

AL DR. LEOBARDO BAÑUELOS HERRERA

Gracias por todas sus enseñanzas brindadas en el transcurso del tiempo y por su valiosa amistad y confianza.

*A mis paisanos ROMÁN OSIEL SOLÍS GARFIAS Y OSCAR HÚMBERTO
SOLÍS GARFIAS.*

Por toda su ayuda, y tiempo, participado, en la realización de este trabajo y por brindarme su amistad y apoyo.

A TODOS MIS MAESTROS

Con los que tomé clase a lo largo de mi carrera, por haberme aportado sus sabios conocimientos, dedicación y experiencias vividas. Gracias por formar parte de mi formación profesional.

A GERMÁN DOROTEO AGUILAR.

Por su apoyo, amistad e inolvidables experiencias vividas en todo este tiempo.

AÍ MC. CESAR ESTRADA TORRES.

Por todos sus buenos consejos, amistad y apoyo brindado en trascurso de todo este tiempo.

A MI ESPOSO GERARDO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ.

Por su valiosa participación y apoyo en la realización del presente trabajo de investigación.

DEDICATORIA

Con cariño y afecto a mis padres

MARIO RAMÍREZ JUAN

y

GEORGINA MARTÍNEZ REYES

Por darme la vida, su confianza, comprensión, Por todo el amor y apoyo incondicional que siempre me han brindado para realizarme como persona, son el réglalo más hermoso y valioso que dios me ha concedido. Por enseñarme a luchar con humildad y respeto, gracias por darme una educación digna, por estar conmigo el todos los buenos y malos momentos, pero sobre todo, por la fortuna de tenerlos a mi lado, papas los quiero y los amo mucho GRACIAS.

Hoy este logro es también de ustedes

CON AMOR Y CARIÑO A MIS HIJOS

*GERARDO MARTÍNEZ RAMÍREZ
LENIN YAZID MARTÍNEZ RAMÍREZ.*

A ti mi hijo querido “Lalito”, por tu inmenso sacrificio, eres un niño maravilloso, fuerte, te amo hijo, gracias por darme la dicha de ser tu mami, por haber llegado a mi vida y llenarme de felicidad

A ti hijo Lenin Yazid, por también haber llegado a mi vida gracias mi bebe, por tus sonrisas, sacrificios y amor

Gracias hijos por ser parte de mí, por darme la fortaleza para seguir adelante los amo mis amores.

CON AMOR A MI ESPOSO

GERARDO MARTÍNEZ HERNÁNDEZ.

A mí querido esposo, por su apoyo, por soportarme como soy, por compartir maravillosas experiencias conmigo, gracias corazón por estar siempre conmigo, por tu amor, cariño y confianza.

CON MUCHO CARIÑO

A MIS HERMANOS:

MARIO RAMÍREZ MARTÍNEZ

ERIK DE JESUS RAMÍREZ MARTÍNEZ

YUNEISI MODESTA RAMÍREZ MARTÍNEZ

AXEL YURTEL RAMÍREZ MARTÍNEZ.

Por su comprensión, motivación, y buenos deseos para seguir adelante, los quiero mucho.

A MIS TÍOS Y ABUELITA

*ELIAS RAMÍREZ JUAN, MARIA LIBRADA RAMÍREZ JUAN,
MODESTA JUAN REYES.* Por siempre apoyarme. Y desearme lo mejor.

A MI FAMILIA

Por apoyarme, desearme lo mejor y estar siempre conmigo

A MIS SUEGROS

*HERLINDO MARTÍNEZ GAITÁN y MARGARITA HERNÁNDEZ
CRUZ*

Por siempre desearme lo mejor, y por su apoyo incondicional que siempre me han brindado.

INDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS -----	III
DEDICATORIAS -----	V
ÍNDICE GENERAL -----	VII
ÍNDICE DE CUADROS -----	IX
ÍNDICE DE FIGURAS -----	X
RESUMEN -----	XI
I. INTRODUCCIÓN -----	1
Objetivos-----	2
Hipótesis-----	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA -----	3
Origen-----	3
Importancia económica-----	3
Descripción botánica del tomate-----	4
Requerimientos climáticos para el cultivo del tomate-----	6
Producción de plántulas en charolas-----	7
Plántula de calidad-----	8
Semilla-----	8
Germinación-----	8
Requerimientos para la germinación-----	9
Sustratos-----	10
Agricultura orgánica-----	15
La composta-----	17
Lombricultura-----	17
III. MATERIALES Y MÉTODOS -----	22
Localización del área experimental-----	22
Material genético-----	22
Descripción de productos orgánicos-----	22
Descripción de los tratamientos-----	23
Establecimiento de experimento-----	25
Variables evaluadas-----	25
Diseño Experimental-----	26

IV. RESULTADOS	27
Germinación	29
Longitud de plúmula (LP)	30
Longitud de radícula (LR)	31
Peso fresco de plúmula (PFP)	32
Peso Fresco de Radícula (PFR)	33
Peso seco de plúmula (PSP)	34
Peso seco de radícula (PSR)	35
V. DISCUSIÓN	36
VI. CONCLUSIÓN	38
VII. RECOMENDACIONES	39
VIII. LITERATURA CITADA	40

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Producción agrícola de tomate (riego + temporal). Año agrícola 2011.	4
Cuadro 2. Requerimiento de temperaturas para un desarrollo óptimo del cultivo de tomate.	6
Cuadro 3. Composición del humus sólido de lombriz.	20
Cuadro 4. Comparación entre lombricomposta y productos químicos.	21
Cuadro 5. Cantidades necesarias para preparar solución concentrada A.	23
Cuadro 6. Descripción de tratamientos bajo estudio.	23
Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en el estudio.	27
Cuadro 8. Comparación de medias de cada una de las variables evaluadas en plántula de tomate.	28

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Germinación de Plántula de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).	29
Figura 2. Longitud de Plúmula de Plántula de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).	30
Figura 3. Longitud de Radícula de Plántula de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).	31
Figura 4. Peso fresco de Plúmula de Plántula de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).	32
Figura 5. Peso fresco de Radícula de Plántula de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).	33
Figura 6. Peso Seco de Plúmula de Plántula de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).	34
Figura 7. Peso Seco de Radícula de Plántula de Tomate (<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill).	35

RESÚMEN

La obtención de plántulas vigorosas de tomate permite reducir la pérdida de plantas después del trasplante, aunado a ello, se tiene la alternativa de utilizar sustratos disponibles en las regiones productoras de la especie.

La investigación se enfocó a la evaluación del efecto de la mezcla de sustratos en este caso usando la lombricomposta como parte del sustrato en mezcla con el peat moss sobre la producción de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), variedad Río Grande. Sin embargo se utilizó solo el peat moss para dos tratamientos, para la siembra se usaron charolas de poliestireno con 200 cavidades, se sembraron 150 semillas por tratamiento con tres repeticiones

Las variables de estudio fueron analizadas bajo un diseño experimental bloques completamente al azar con tres repeticiones con el paquete estadístico de la Universidad de Nuevo León versión 25.

En los tratamientos 5 con 40% de lombricomposta y 60% de peat moss y el tratamiento 6 con 50% de lombricomposta y 50% de peat moss, se obtuvieron las plántulas con mayor peso fresco y seco, longitud de plúmula y radícula y se observó mayor germinación.

Por lo tanto, la mezcla de los sustratos de lombricomposta y peat moss, representan una alternativa para la producción de plántulas de tomate y que la mezcla debe estar preparada con una cantidad de lombricomposta que fluctúe entre el 40 y 50% en relación del total de la mezcla.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* Mill., plántula, sustrato, lombricomposta.

INTRODUCCIÓN

En México, el tomate es una de las especies hortícolas con gran trascendencia tanto en lo económico que se refleja en el valor que tiene la producción en la aportación de divisas a la balanza agropecuaria (COVECA, 2010) como en lo social que se mide por la cantidad de empleos generados durante el cultivo y comercialización de esta hortaliza. Es por ello, que el tomate se cultiva en toda la República Mexicana (SIAP, 2011).

El incremento de la población mundial obliga principalmente al sector agrícola a generar nuevas tecnologías con la finalidad de aumentar el rendimiento hortícola por unidad de superficie y la calidad de productos alimenticios para el mercado demandante (Requejo *et al.*, 2004).

En México se siembran 53,780.18 hectáreas de tomate con una densidad de población entre 20,000 a 25,000 plantas por hectárea, como es una hortaliza de trasplante, para esto se requieren aproximadamente 14, 367,500 plántulas, las cuales deben estar en muy buenas condiciones para no tener problemas en el trasplante y permitir un mejor establecimiento del cultivo (SAGARPA, 2011).

Para seguir aumentando los niveles de producción es necesario producir plántulas que resistan los rigores de manejo, que sobrevivan al estrés del movimiento de ambientes protegidos hacia ambientes de campo, queden establecidas y reinicien el crecimiento activo inmediatamente después del trasplante, produzcan rendimientos aceptables sin reducciones ni retrasos comparativos con métodos alternativos de establecimiento (Latimer y Beverly, 1993).

La producción de plántulas con el uso de sustratos bajo ambientes controlados ha sido una alternativa útil para cultivos de alta importancia como el tomate, ya que ha permitido incrementar la productividad además de obtener un producto de mejor calidad, el cual puede ser obtenido con un uso más racional y reducido de los insumos y como consecuencia, un menor daño ambiental (Bracho, 2005).

Así mismo, la agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007).

Los productos orgánicos han tenido resultados en la estimulación de la germinación de algunas semillas cultivadas por tener sustancias y elementos nutritivos en concentraciones bajas que estimulan la germinación de la semilla en condiciones favorables.

Objetivo general:

- Evaluar la lombricomposta como componente del sustrato en la producción de plántula de tomate, en charolas germinadoras.

Objetivos específicos:

- Determinar la proporción adecuada de lombricomposta con peat moss en la producción de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).
- Evaluar el efecto de la lombricomposta sobre la germinación de la semilla y el desarrollo de la plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.).

Hipótesis:

1. Se espera que alguno de los tratamientos, que llevan lombricomposta, influya positivamente sobre la germinación de la semilla.
2. Se asume que al utilizar lombricomposta como parte del sustrato en la producción de plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), genere un mejor desarrollo de ésta.

REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

El tomate rojo (jitomate) es originario de América tropical y de manera más precisa de la región de los andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. Sin embargo, existen evidencias de que fue domesticado en México (Jenkins, 1948, citado por George, 1999; Rodríguez *et al.*, 2001).

Importancia económica.

Para el consumidor, uno de los atractivos mayores de cualquier producto es su diversidad. El tomate es una hortaliza que presenta una extensa variedad de tipos; los hay con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (sabor, textura, dureza); y variedades destinadas para consumo en fresco o procesado industrial. En general, las características más apreciadas del jitomate para consumo en fresco son un color y un sabor atractivo y gran versatilidad del producto (Villarreal, 1982).

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

El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. Es una de las especies hortícolas de gran importancia económica y nutricional; en el caso de la parte nutricional se reporta que es fuente de proteína y vitamina C en altos contenidos, así como de hierro y vitamina A. Pocos productos agrícolas se presentan para tantos usos como el jitomate, debido a que se le puede usar como ingrediente en la cocina y consumo en fresco y procesado en forma de pasta, salsa, jugo, o polvo (COVECA, 2010).

En México, de las 53,780.18 hectáreas sembradas a diciembre del 2011, Sinaloa ocupó el primer lugar con 15,399.18 hectáreas, mientras que Michoacán, ocupó el segundo lugar con 4,882.50 hectáreas (SIAP, 2011) como se muestra en el cuadro 1:

Cuadro 1. Producción agrícola de tomate (riego + temporal). Año agrícola 2011 (SIAP, 2011).

Ubicación	Sup.	Sup.	Producción	Rendim.	Valor
	Sembrad.	Cosech.			
	(Ha)	(Ha)	(Ton)	(Ton/Ha)	(Miles de Pesos)
SINALOA	15,399.18	7,684.51	345,011.10	44.9	1,406,414.49
MICHOACÁN	4,882.50	4,862.50	148,080.85	30.45	489,499.34
ZACATECAS	3,232.90	3,212.90	134,369.40	41.82	662,122.45
BAJA CALIF.	2,775.14	2,699.66	162,324.92	60.13	961,165.92
NAYARIT	2,773.00	2,773.00	59,777.11	21.56	234,968.38
VERACRUZ	2,313.75	2,313.75	54,381.50	23.5	363,872.47
B. C. SUR	2,299.00	2,100.25	92,882.72	44.22	769,256.96
MORELOS	2,176.00	2,176.00	68,152.40	31.32	543,617.33
JALISCO	2,157.45	2,133.95	136,539.82	63.98	825,451.45
SAN LUIS P.	2,115.00	2,075.00	108,613.50	52.34	455,349.02
TAMAULIPAS	1,947.50	1,913.00	64,812.50	33.88	396,378.95

Descripción botánica del tomate

El tomate es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, denominada científicamente *Lycopersicon esculentum* Mill. Potencialmente perenne y muy sensible a heladas, lo que determina su ciclo anual con distinta duración según la variedad (Rodríguez *et al.*, 2001).

Raíz

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

El sistema radical puede alcanzar hasta 1.5 metros de profundidad y se estima que un 75% del mismo se encuentra entre los primeros 45 cm superiores del terreno (Rodríguez *et al.*, 2001).

Tallo

El tallo es erguido y cilíndrico en planta joven, a medida que esta crece, el tallo cae y se vuelve anguloso. Presenta tricomas (vellosidades) en la mayor parte de sus órganos y glándulas que segregan una sustancia color verde aromática. El tallo puede llegar a medir de 40 a 250 cm. Muestra ramificación abundante y yemas axilares, si al final del crecimiento todas las ramificaciones exhiben yemas reproductivas, estas se clasifican como de crecimiento determinado; y si terminan con yemas vegetativas, son de crecimiento indeterminado (Rodríguez *et al.*, 2001).

Hojas

Compuestas, se insertan sobre los diversos nudos en forma alterna. El limbo se encuentra fraccionado en siete, nueve y hasta once foliolos. Al igual que el tallo están provistas de glándulas secretoras de la citada sustancia aromática (Rodríguez *et al.*, 2001).

Flores

Las flores son pequeñas, pedunculadas de color amarillo, formando corimbos axilares: el cáliz tiene 5 pétalos, corola soldada inferiormente, con 5 pétalos que conforman un tubo pequeño, los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos (COVECA, 2010). La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo, es decir, con los sépalos soldados entre sí, y la corola gamopétala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de dos a treinta carpelos que al desarrollarse darán origen a los lóculos o celdas del fruto (Rodríguez *et al.*, 2001).

Frutos

Los frutos de tomate son bayas carnosas con diferencias en formas (lisos, asurcado, aperado, etc.) e intensidad de coloración; de rojiza o amarillo en caso de

ciertas variedades de tomate cherry, con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplanadas (COVECA, 2010).

Semillas

Las semillas son de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forman una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es el tejido duro e impermeable (COVECA, 2010).

Requerimientos climáticos

Temperatura

La temperatura influye en todas las funciones vitales como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etc. Es una planta de clima cálido que requiere de mucho calor teniendo cada especie vegetal y en cada momento de su ciclo biológico una temperatura óptima para su crecimiento. (Rodríguez *et al.*, 2006).

Cuadro 2. Requerimiento de temperaturas para un desarrollo óptimo del cultivo de tomate (Maroto, 2002).

Se hiela la planta	-2°C
Detiene su desarrollo	10 – 12 °C
Desarrollo normal de la planta	18 – 25 °C
Mayor desarrollo de la planta	21 – 24 °C
Germinación óptima	25 – 30 °C
Temperaturas óptimas	
Desarrollo	Diurna 23 – 26 °C
	Nocturna 13 – 16 °C
Floración	Diurna 23 – 26 °C
	Nocturna 15 – 18 °C
Maduración	15 – 22 °C

Humedad

La humedad relativa óptima para el desarrollo del tomate oscila entre 60 y 80 % (Rodríguez *et al.*, 2006).

Producción de plántulas en charolas

En el mundo se ha ido imponiendo el trasplante de plántulas con cepellón producidas en distintos tipos de contenedores, o bandejas. De esta manera, la producción de plántulas hortícolas se ha convertido en una empresa de gran escala, altamente calificada y de crecimiento económico importante.

Aunque en la actualidad, son pocos los cultivos que utilizan siembra directa (pepino, calabaza, melón y sandía en algunos casos), pero en el resto de los cultivos (tomate, pimiento, chiles, berenjena, etcétera) necesariamente la plántula se hace en un invernadero, asegurando de esta manera menores pérdidas y pueden ser cosechadas con anterioridad (menor retraso) en comparación con las sembradas directamente en el campo (Guzmán, 2002, citada por revista Horticultivos).

Sánchez, (2000) señala que en los últimos años se ha dado énfasis particular al uso eficiente del tiempo, del espacio y del personal a través de la mecanización. Toda la investigación está orientada para obtener la mejor calidad y uniformidad del producto y a evitar pérdidas en la producción. Menciona, además, que para la producción de plántula de calidad es necesario disponer de equipo e infraestructura idónea, no necesariamente las caras o sofisticadas, a un buen funcionamiento, tanto del equipo de riego, buena siembra, sistema de iluminación, control de temperatura, humedad del sustrato y del ambiente.

Muñoz, (2003) citada por revista Horticultivos, menciona que la producción mundial de plántulas en semilleros ha evolucionado notablemente en la medida que lo hace la tecnología en los productos y equipos y en el conocimiento del comportamiento de las plantas. De manera que en la actualidad son numerosas las ventajas que ofrece la producción de plántulas en invernadero, las más notables son las siguientes:

- Germinan las semillas en un ambiente protegido y controlado.
- Se selecciona el sustrato de cultivo o se prepara a la carta.
- El desarrollo y el crecimiento es controlable.
- Las plántulas se trasplantan en cepellón, lo que evita el “adormecimiento” que ocurre en trasplantes a raíz desnuda.
- Plántulas con mayor volumen radicular, lo que permite un rápido establecimiento en campo.
- Se incrementa la sanidad y la prevención de enfermedades es de bajo costo.

- Uniformidad en el desarrollo y tamaño.
- Control total o parcial contra inclemencias ambientales.
- Posibilidad de usar variedades muy costosas, pero con alto potencial de rendimiento
- Uso eficiente de la semilla.
- Fácil manejo de las plántulas a la hora del trasplante
- Disminución de pérdida de plántulas.
- No provoca daño a las raíces a la hora del trasplante.

Plántula de calidad

El manejo adecuado de los almácigos, ofrece la posibilidad de obtener plántula de calidad con características deseables como: sana, vigorosa con sistema radical bien desarrollado, sus hojas de buen tamaño y coloración, que esté disponible para replantar cuando se requiera, confiable para arraigo en el campo, libre de plagas, tolerante a cambios ambientales y que su tamaño y desarrollo sea homogéneo (Vavrina, 2002).

Semilla

Para obtener una plántula de calidad se requiere partir de una buena semilla, ya que la germinación y el desarrollo inicial de la plántula también está en función del vigor que tenga la propia semilla

Vigor

De acuerdo al ISTA, se define como la suma total de las propiedades de ésta, lo cual determina el nivel potencial de actividad y funcionamiento del lote de semillas durante la germinación y emergencia de la plántula.

Germinación

Flores (2004) define la germinación como la emergencia y desarrollo de aquellas estructuras esenciales que provienen del embrión y que manifiestan la capacidad de la semilla para producir una planta normal bajo condiciones favorables.

Requerimientos para la germinación

Flores (2004), menciona que las condiciones requeridas para la germinación son: la expresión de la herencia de la semilla influida por el medio ambiente durante la formación, madurez y germinación de la misma. Indicando así que la iniciación de la germinación requiere que de tres condiciones:

1. La semilla debe ser viable, esto es, el embrión debe estar vivo y ser capaz de germinar.
2. La semilla no debe estar en latencia ni el embrión quiescente. No deben existir barreras fisiológicas o físicas que induzcan latencia ni barreras químicas para la germinación.
3. La semilla debe estar expuesta a las condiciones ambientales apropiadas: disponibilidad de agua, temperatura adecuada, provisión de oxígeno y en ocasiones luz. Debido a las complejas interacciones entre el ambiente y condiciones específicas de latencia, dichas exigencias pueden variar con el tiempo y los métodos de manejo de las semillas.

Se considera que existen dos clases de condiciones para que una semilla germine y de origen una nueva planta: las intrínsecas y las extrínsecas.

Condiciones internas (intrínsecas)

- Que la semilla se encuentre constituida normalmente. Las sustancias acumuladas en el endospermo o en los cotiledones sirven al embrión durante su germinación y en ocasiones es insuficiente la proporción en la que se encuentran.
- Que la semilla esté madura. Cuando la semilla no se encuentra completamente madura, el embrión tampoco lo está; generalmente la madurez de las semillas se alcanza a su punto de máximo peso seco, coincidiendo con la madurez del fruto, aunque con muchas excepciones; siendo en este momento cuando tiene su más alta capacidad germinativa.
- Ausencia de latencia. Que la semilla haya perdido algún tipo de latencia que pudiera presentar al momento de su recolección, es decir, que haya tenido un periodo de postmaduración, porque de haber presentado latencia, ésta haya desaparecido en forma natural.

Condiciones externos (extrínsecas)

- **Humedad.** Cuando el protoplasma entra en actividad debe contener suficiente proporción de este líquido; también es importante en la disolución de las sustancias de reserva y el transporte de las mismas. De igual forma actúa en el desarrollo de las reacciones químicas que se realizan en el proceso de la germinación, además de reblandecer, hinchar y romper la cubierta de la semilla.
- **Temperatura.** Cada especie tiene una temperatura óptima para su germinación, lo que se confirma en el tipo de clima al que pertenecen; siendo generalmente entre 25 y 30 °C la temperatura más conveniente durante la germinación; sin embargo, regímenes muy altos (40°C) o muy bajos (menos de 5°C) obstaculizan el desarrollo del embrión.
- **Aire.** Por medio del oxígeno se efectúan las oxidaciones de las sustancias orgánicas, fuente de energía durante el desarrollo del embrión, debido al incremento en la respiración durante la germinación. El requerimiento de gases para la mayoría de las especies, es el encontrado en la concentración normal del aire.
- **Luz.** Aunque la mayoría de las especies germinan en ausencia de luz, en algunas es un requerimiento indispensable.
- **Otros factores** que afectan la germinación de la semilla y el desarrollo de la plántula son: especie, variedad, madurez de la semilla y el medio ambiente. Asimismo, existen factores como características de los tegumentos, factores químicos exógenos y endógenos, así como la viabilidad de la misma.

Sustratos

Una parte importante de la producción de plántula es el sustrato, el término sustrato, que se aplica en agricultura, se refiere a todo material, natural o sintético, mineral u orgánico, de forma pura o mezclado, cuya función principal es servir como medio de crecimiento y desarrollo a las plantas, permitiendo su anclaje y soporte a través del sistema radical, favoreciendo el suministro de agua, nutrientes y oxígeno

Importancia de los sustratos

La actividad agrícola se ha caracterizado por un marcado dinamismo científico y tecnológico, impulsado por la necesidad de mejorar los rendimientos y utilizar eficientemente los recursos disponibles. Unido a estos cambios tecnológicos, se ha producido una importante sustitución del cultivo tradicional en pleno suelo por el cultivo en sustratos. Las principales razones de esta sustitución han sido:

- La necesidad de transportar las plantas de un lugar a otro.
- La presencia cada vez mayor de factores limitantes para la continuidad de los cultivos intensivos en suelo natural, particularmente salinidad, enfermedades y agotamiento del recurso (Abad, 1993).

Adicionalmente, el desarrollo de la industria viverista y el auge de los cultivos sin suelo han generado una creciente necesidad de investigación en sustratos agrícolas que buscan satisfacer la demanda por plantas más precoces y productivas.

En la actualidad existen una gran cantidad de materiales que pueden ser utilizados para la elaboración de sustratos, y su elección dependerá de la especie vegetal a propagar, tipo de propágulo, época, sistema de propagación, precio, disponibilidad y características propias del sustrato (Hartmann y Kester, 2002).

El cultivo de plantas en sustrato difiere marcadamente del cultivo de plantas en suelo. Así, cuando se usan contenedores, el volumen del medio de cultivo, del cual la planta debe absorber el agua, oxígeno y elementos nutritivos, es limitado y significativamente menor que el volumen disponible para las plantas que crecen en campo abierto (Hartmann y Kester, 2002).

Generalmente se usan sustratos artificiales para la producción de plántula en charola en condiciones de invernadero, mismos que están formados por diversos componentes de origen orgánico o inorgánico, de origen natural o artificial, para proporcionar las condiciones adecuadas de acuerdo al tipo de cultivo (Evans and Gachukia, 2004); el conocimiento de los componentes del sustrato así como su impacto sobre las características físicas y químicas es fundamental para el proceso productivo de la plántula (Acosta-Durán *et al.*, 2005).

Las características de los sustratos pueden ser: físicos, químicos y biológicos.

Características físicas

Éstas vienen determinadas por la estructura interna de las partículas, su granulometría y el tipo de empaquetamiento.

Granulometría

Es la determinación de la distribución de tamaños de las partículas que conforman un sustrato. La forma de la gran mayoría de las partículas de los sustratos no es esférica ni presenta un tamaño único, por lo que en la práctica la porosidad aumenta a medida que lo hace el tamaño medio de la partícula y viceversa (Díaz Serrano 2004).

Espacio poroso total

El espacio poroso total se refiere al volumen total del sustrato de cultivo no ocupado por partículas orgánicas ni minerales (Abad y Noguera, 2000).

El nivel óptimo se cita por encima de 85% del volumen de sustrato. El total de poros existentes en un sustrato se reparte entre poros capilares de pequeño tamaño que son los que retienen el agua y poros no capilares o macroscópicos de mayor tamaño que son los que se vacían después de que el sustrato sea drenado, permitiendo así la aireación (Abad, 1997, citado por Cadahia 2005).

Agua fácilmente disponible

El agua fácilmente disponible es la diferencia entre la cantidad de agua retenida por el sustrato, tras su saturación con el riego y posterior drenaje a una tensión mátrica de 10 cm y la cantidad de agua que se encuentra en dicho medio a una tensión de 50 cm; el valor óptimo oscila entre el 20 y el 30% del volumen (Abad *et al.*, 1993, citado por Cadahia 2005).

Densidad aparente

Se define como la masa seca del material sólido por unidad de volumen aparente del sustrato húmedo, incluyendo el espacio poroso entre las partículas. La densidad aparente juega un papel importante, ya que los sustratos y los contenedores se transportan durante su manejo y manipulación, consecuentemente, su masa debe ser tomada en cuenta (Cadahia, 2005).

Capacidad de aireación

La capacidad de aireación es el porcentaje de volumen del sustrato que contiene aire después de que dicho medio ha sido saturado con agua y dejado drenar usualmente a 10 cm de tensión. El nivel óptimo de la capacidad de aireación oscila entre el 20 y el 30% en volumen (Abad *et al.*, 1993, citado por Cadahia 2005).

Características químicas

La reactividad química de un sustrato se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces (Cadahia, 2005).

Potencial de hidrogeno (pH)

La reacción del sustrato es importante porque ejerce sus efectos sobre la disponibilidad de los nutrientes, la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica. El nivel óptimo del pH del sustrato para el cultivo del tomate es de 5.5 a 7.5 (Cadahia, 2005).

Disponibilidad de nutrientes

Los sustratos orgánicos difieren marcadamente entre sí en sus contenidos de nutriente asimilables; así, algunos (turba, rubia, mantillo de bosque, etc.) poseen un nivel reducido de nutrientes asimilables, mientras que otros (compost), presentan niveles elevados, dependiendo de dicho nivel y origen del material (Cadahia, 2005).

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La CIC es la suma de los cationes cambiabiles que están adsorbidos por unidad de peso (o del volumen del sustrato). Dichos cationes quedan así retenidos frente al efecto de lavado del agua y están disponibles para la planta (Abad *et al.*, 1993, citado por Cadahia 2005).

Relación Carbono/Nitrógeno (C/N)

La relación C/N se emplea tradicionalmente como índice del origen de la materia orgánica, de su madurez, de su estabilidad y de su capacidad para suministrar nitrógeno a las plantas (Cadahia, 2005). Una relación C/N inferior a 20 es considerada

como óptima para el cultivo en sustrato, es un indicador de un material orgánico maduro y estable (Abad *et al.*, 1993).

Conductividad eléctrica (C.E.)

La C.E. es la concentración de sales solubles presentes en la solución del sustrato y que no están adsorbidas por el complejo de intercambio del mismo. El valor de la C.E. constituye un buen indicador de la salinidad de un sustrato y depende de la concentración de iones en la disolución, además de la temperatura, no influyendo en ella la urea ni otros compuestos orgánicos que no se ionizan (Cadahia, 2005).

Propiedades biológicas

Se refiere a propiedades dadas por los materiales orgánicos, cuando estos no son de síntesis son inestables termodinámicamente y por lo tanto, susceptibles de degradación mediante reacciones químicas de hidrólisis, o bien, por la acción de microorganismos (Bures, 1999). Entre las características biológicas se destacan:

- Contenido de materia orgánica
- Estado y velocidad de descomposición

El sustrato recomendado para la producción de plántula de tomate deberá ser de textura media a fina, como la turba (peat moss), perlita, vermiculita o equivalente (Bautista, *et al.*, 2006).

Tipos de sustratos

Turba (Peat moss)

Son materiales vegetales en proceso de fosilización tiene, espacios porosos del 95%, es homogéneo, no requiere de ningún proceso, es muy utilizado para la germinación y desarrollo por sus características con una excelente retención de humedad (70%).

Perlita

Es un aluminosilicato de origen volcánico, de color blanco a grisáceo que al calentarse se expande, reduciendo su densidad aparente, tiene un excelente drenaje,

es ligero con muy baja capacidad de intercambio catiónico. El más utilizado es el conocido como BM2; presenta un espacio poroso del 85% y un 25 % en retención de agua. Algunas de las grandes ventajas como sustrato es la capacidad que presenta para mantener la humedad constante a lo largo de la zona radicular, así mismo tienen una excelente capacidad de aireación gracias a su porosidad.

Vermiculita

La vermiculita es un silicato de aluminio con una estructura laminar, tiene una capacidad de expansión de hasta 12 veces su volumen. En México existen yacimientos en el estado de Chihuahua. Se utiliza y es recomendable para lugares de clima cálido debido a que tiene una capacidad de retención de humedad del 68%. Presenta buena aireación y buen drenaje, por lo que facilita la absorción de nutrientes.

Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007).

Además, la producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de agroquímicos y fertilizantes sintéticos y con alto valor nutricional (Márquez *et al.*, 2005).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que evita o excluye el uso de componentes sintéticos como; fertilizantes, pesticidas y agroquímicos en general que deterioran los suelos y la rentabilidad de los cultivos. La implementación de este sistema de producción ayuda a mantener las mejores condiciones de las propiedades del suelo, ya que en este método no se utilizan productos químicos o sintéticos que dañen al suelo.

Beneficios de la agricultura orgánica

FAO, (2001) hace mención de los beneficios de la agricultura orgánica:

- Eleva la producción de los sistemas agrícolas de bajos insumos.
- Proporciona oportunidades comerciales.

- Brinda la ocasión de descubrir, combinando los conocimientos tradicionales con la tecnología de producción nueva e innovadora.
- Fomenta el debate público nacional e internacional sobre la sustentabilidad, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

Importancia de agricultura orgánica en México

La práctica de la agricultura orgánica en México se remonta a los años ochenta. Aunque relegada a contadas comunidades marginadas en el sur del país, su presencia ha ido aumentando desde entonces.

De acuerdo con las cifras reportadas por SIAP, el mayor incremento observado en el volumen de producción fue de 74.3% pasando de 41.2 mil toneladas en 2004 a 71.8 mil en 2009. Desde entonces a 2009 la tasa media anual de crecimiento (TMAC) ha sido de 9.7%. Respecto al valor de la producción, éste siguió la misma tendencia de crecimiento hasta 2006 cuando registró un máximo histórico de 834 millones de pesos (FIRA, 2010).

En México, los principales estados productores de alimentos orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran 82.8% de la superficie orgánica total. Tan sólo Chiapas y Oaxaca cubren 70% del total. En el país se cultivan más de 45 productos orgánicos, de los cuales el café es el más importante por superficie cultivada, con 66% del total (70,838 ha) y una producción de 47,461 ton; en segundo lugar se ubica el maíz azul y blanco, con 4.5% de la superficie (4,670 ha) y una producción de 7,800 ton, y en tercer lugar está el ajonjolí, con 4% de la superficie (4,124 ha) y una producción de 2,433 ton; a estos cultivos les siguen en importancia las hortalizas con 3,831 ha; el agave, con 3,047 ha, las hierbas, con 2,510 ha; el mango con 2,075 ha; la naranja, con 1,849 ha; el frijol, con 1,597 ha; la manzana, con 1,444 ha; la papaya, con 1,171 ha, y el aguacate con 911 ha.

También, aunque en menor superficie, se produce soya, plátano, cacao, vainilla, cacahuate, piña, Jamaica, limón, coco, nuez, lichi, garbanzo, maracuyá y durazno. Otros tipos de productos que también se obtienen con prácticas orgánicas son: miel, leche, queso, pan, yogurt, dulces y cosméticos (Gómez *et al.*, 2004).

La composta

Jeavons, (1994) define la composta como biomasa completamente digerida y/o una materia orgánica que posee la apariencia del humus. En cambio Deffis, (1991) define la composta como un producto negro, homogéneo y por regla general de forma granulada, sin restos gruesos, al mismo tiempo, es un producto húmico y cálcico; es un fertilizante por su aportación de microelementos al suelo y su valor es muy apreciado. Jeavons, (1994) menciona que la composta es el proceso biológico, el cual nos permite obtener compost, abono excelente para la agricultura. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión, ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

Lombricultura

Friedrich, (2001) se define como lombricultura a la serie de operaciones relacionadas con la cría y producción de lombrices y a la transformación por medio de ésta, de subproductos orgánicos en material fertilizante.

Lombricomposta, humus sólido de lombriz o vermicomposta

Martínez (1996) señala que la lombricomposta es la excreta de la lombriz, la cual se alimenta de desechos en descomposición, asimila una parte para cubrir sus necesidades fisiológicas y otras partes las excretas. Este material es conocido como vermicomposta y humus de lombriz. El constante movimiento de la lombriz en una cama le permite ir poco a poco transformando todo el desecho en pequeñas bolitas ovaladas que es la lombricomposta.

La definen como un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de retención de humedad (Capistran *et al.*, 2001; Compagnoni y Putzolu, 1990; García, 1996; Irisson, 1995).

En el *Manual de producción de lombricomposta* (2008), lombricomposta se define como el abono elaborado mediante la descomposición y transformación de materia vegetal o animal realizada por la lombriz roja californiana, la cual presenta una mayor

reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio que la lombriz de tierra. Como alimento de la misma se pueden usar los residuos domésticos, todos los residuos orgánicos provenientes de cosechas y estiércoles de animales.

La adición de lombricomposta tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo y abundancia radicular de las plántulas, lo cual es de gran importancia para un mejor prendimiento, enraizamiento y hacer una planta más tolerante al acame además de tener la ventaja de absorber agua y nutrientes con mayor facilidad (Gutiérrez, 2004).

Humus de lombriz

La base de la fertilidad de los suelos, está representada por el humus pardo *et al;* 2005, citado por Mendoza 2010). Comentan que el humus proviene de la materia orgánica de origen vegetal y animal, que al ser atacada por los microorganismos del suelo, se transforma en humus.

Friedrich (2001) menciona que el humus de lombriz tiene un color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro con un alto porcentaje de ácido húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de nutrientes asimilables y un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años. Alta carga microbiana (40 mil millones por gr. seco), que restaura la actividad biológica del suelo. Es un fertilizante bioorgánico activo, que ejerce en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.

Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas; la química del humus de lombriz es tan equilibrada y armoniosa que permite colocar una semilla directamente en él, sin ningún riesgo.

Todo esto hace del humus un abono orgánico prácticamente insuperable, que puede incrementar hasta 300 % la producción de hortalizas y otros productos vegetales. El humus puede almacenarse por mucho tiempo sin que se alteren sus propiedades, pero es necesario que mantenga siempre cierta humedad, la óptima es de 40% (Friedrich 2001).

Usos y beneficios de la lombricomposta, humus de lombriz o vermicomposta

Dentro de los principales beneficios de la lombricomposta se tienen los siguientes:

- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes.
- Beneficia al suelo con millones de microorganismos.
- Logra una mejor aireación al modificar la estructura del suelo.
- No existe peligro de sobredosis.
- No tiene vencimiento, ya que a medida que pasa el tiempo es más asimilable.
- Mejora la salud de la planta haciéndola más resistente a plagas.
- Estimula un mayor desarrollo radicular.
- Retiene la humedad en el suelo por mayor tiempo.
- Mejora el pH en suelos ácidos.
- Equilibra el desarrollo de hongos presentes en el suelo.
- Aumenta la producción en los cultivos.
- Actúa como potenciador de la actividad de muchos pesticidas y fertilizantes del mercado.
- Su aplicación disminuye la contaminación de químicos en los suelos.
- Es asimilado por la raíz y por las estomas.

Obtención de humos líquido de lombriz.

Este líquido es captado de los escurrimientos que se generan al regar las camas de siembra de lombrices, dado que su hábitat debe tener una humedad alrededor del 80% y cuando se aplican los riegos, parte del agua se escurre arrastrando consigo humus y minerales además de otros compuestos, los cuales se recogen en una pileta al final de la cama (Pimienta, 2004).

De la Cruz, (2005) señala lo importante que es el humus como fuente de minerales (Cuadro N° 3) y agrega que la calidad de la lombricomposta es muy variable de una cosecha a otra, ya que las condiciones bajo las que se produce influyen en el producto final, uno de los factores es la cantidad de agua, si se aplican cantidades fuertes de agua el material queda más pobre. También la calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que se utilizan para alimentar las lombrices, entre mejor sea la calidad del alimento mejor será la calidad del humus.

Cuadro 3. Composición del humus sólido de lombriz (de la Cruz, 2005).

Humedad	De 30 a 60 %
pH	6.8 a 7.2
Nitrógeno	1 a 2.6 %
Fosforo	2 a 8 %
Potasio	1 a 2.5 %
Calcio	2 a 8 %
Magnesio	1 a 2.5 %
Materia orgánica	30 a 70 %
Acido fúlvico	2.8 a 5.8 %
Acido húmico	1.5 a 3 %
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %
Relación C:N	10 a 1

Cuadro 4. Comparación entre lombricomposta y productos químicos (de la Cruz, 2005).

	Humus de lombriz (lombricomposta)	Abonos inorgánicos (fertilizantes químicos)
Dosis de aplicación	A mayor cantidad, mayor beneficio.	En dosis excesivas, hay graves perjuicios.
Vencimiento	Cuando más viejo, más nutritivo.	Tiene corta vida útil.
Acidez/alcalinidad	Lleva el pH del suelo hacia lo neutro (pH 7).	Acidifica o alcaliniza el suelo según la sal usada.
Estructura del suelo	Hace el suelo más suelto y mejora aireación.	Genera apelmazamiento del suelo.
Nutrientes	Están equilibrados.	Hay poco aporte de micronutrientes.
Beneficios	A corto, mediano y largo plazo.	A corto plazo, hay mejoras. A mediano y largo plazo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes.
Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos beneficiosos.	No aporta y por cambios de pH se desarrolla los perjudiciales.
Ecología	El abono es producto del reciclaje de desperdicios urbanos y agrícolas.	Produce desertificación del suelo y contaminación del agua.
Costo	Mayor costo al iniciar el abonado, pero disminuye con el tiempo.	Es barato, pero se hace dependiente de continuas aplicaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área experimental

La presente investigación se realizó en el invernadero N° 2 localizado en el área de invernaderos dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Saltillo, Coahuila, México.

Material genético

Se utilizó semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) var. Río Grande.

Descripción de productos orgánicos

La lombricomposta es un abono orgánico de alta calidad, que afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Para la elaboración de la lombricomposta es necesario contar con una cama de producción con lombrices trabajando. El material utilizado fue obtenido de la producción de lombricomposta de la UAAAN.

Es considerado por muchos investigadores y productores como uno de los mejores abonos orgánicos del mundo. La cantidad de elementos nutritivos dependerá de las características químicas del sustrato con que se alimentarán las lombrices (Legall *et al*, 2007).

Peat moss: Utilizado como sustituto de tierra en la preparación de mezclas para la producción de plantas en maceta y el llenado de charolas germinadoras en horticultura

Líquido de lombriz (LL). El líquido de lombriz, es considerado como un fertilizante completo, ya que aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos, el líquido de lombriz se obtuvo de los escurrimientos de la cama o lecho de las lombrices, el cual fue elaborado en la UAAAN.

Solución nutritiva: consiste en disolver sales fertilizantes, portadoras de nutrientes, en agua, formando una solución homogénea y viable para los vegetales, en este caso

se utilizó solución nutritiva A. Las sales y cantidades necesarias para preparar la solución A se observan en el cuadro 5.

Cuadro 5. Cantidades necesarias para preparar solución concentrada A (FAO, 1997).

Sal mineral	Cantidad
Fosfato mono amónico	340 g
Nitrato de calcio	2.080 g
Nitrato de potasio	1.100 g

Estas cantidades se diluyen en agua potable, hasta alcanzar los 10 litros. Las sales se van colocando y mezclando en un recipiente de plástico de a una y por su orden para obtener la solución concentrada A, finalmente, para su aplicación, por cada litro de agua se agregan 1.25 mm de la solución.

Sustratos: los sustratos utilizados (peat moss, lombricomposta) son sustratos comunes, de fácil adquisición y transportación en el territorio donde se desarrollo la investigación.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos bajo estudio.

T	DESCRIPCIÓN
T1	Se llenó la charola al 100% de peat moss y se aplicó riego después de la emergencia, con solución nutritiva A a una concentración de 7.5 ml. disueltos en 6 litros de agua, y se aplicó un litro al tratamiento.
T2	Se llenó la charola al 10% de lombricomposta y 90% de peat moss y se aplicó riego después de la emergencia, con solución nutritiva A, a una concentración de 7.5 ml. disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
T3	Se llenó la charola al 20% de lombricomposta y 80% de peat moss y se aplicó riego después de la emergencia, con solución nutritiva A, a una concentración de 7.5 ml. disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
T4	Se llenó la charola al 30% de lombricomposta y 70% de peat moss y se aplicó riego después de la emergencia, con solución nutritiva A, a una concentración de 7.5 ml. disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
T5	Se llenó la charola al 40% de lombricomposta y 60% de peat moss y se aplicó

-
- riego después de la emergencia, con solución nutritiva A, a una concentración de 7.5 ml. disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
- T6 Se llenó la charola al 50% de lombricomposta y 50% de peat moss, se aplicó riego después de la emergencia, con solución nutritiva A, a una concentración de 7.5 ml. disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
- T7 Se llenó la charola al 50% de lombricomposta y 50% de peat moss, se aplicó riego después de la emergencia, con humus líquido de lombriz a una concentración de 900ml disueltos en 6 litros de agua, y se aplicó un litro al tratamiento.
- T8 Se llenó la charola al 40% de lombricomposta y 60% de peat moss, se aplicó riego después de la emergencia, con humus líquido de lombriz a una concentración de 900ml disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
- T9 Se llenó la charola al 30% de lombricomposta y 70% de peat moss, se aplicó riego después de la emergencia, con humus líquido de lombriz a una concentración de 900ml disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
- T10 Se llenó la charola al 20% de lombricomposta y 80% de peat moss, se aplicó riego después de la emergencia, con humus líquido de lombriz a una concentración de 900ml disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
- T11 Se llenó la charola al 10% de lombricomposta y 90% de peat moss, se aplicó riego después de la emergencia, con humus líquido de lombriz a una concentración de 900ml disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.
- T12 Se llenó la charola al 100% de peat moss, se aplicó riego después de la emergencia, con humus líquido de lombriz a una concentración de 900ml disueltos en 6 litros de agua y se aplicó un litro al tratamiento.**
-

Nota aclaratoria:

Para el llenado de charolas se utilizaron dos sustratos peat moss y lombricomposta, realizándose diferentes mezclas de diferentes proporciones de cada sustrato, dependiendo del tratamiento, excepto los tratamientos 1 y 12 que fueron

llenados al 100% de peat moss. La mezcla se realizó de forma manual humedeciéndola previamente para el llenado de charolas, para la posterior siembra. Se utilizó líquido de lombriz extraído de lombricomposta producida en la UAAAN, dicho líquido fue utilizado a una concentración de 900 ml proporcionados en 6 litros de agua, aplicando un litro a cada uno de los tratamientos del 7-12, además se utilizó solución A, a una concentración de 7.5 ml disueltos en 6 litros de agua aplicándose también 1 litro a cada una de los tratamientos del 1-6, sumando así 12 tratamientos con 3 repeticiones cada uno,

Se aplicaron cuatro riegos con solución A y humus líquido de lombriz, de acuerdo a cada tratamiento, aplicándose así el primer riego a los siete días después de haber emergido la plántula, el segundo a los 14, el tercero a los 21, y el cuarto a los 31. La evaluación se llevó a cabo a los 45 días después de la siembra.

Establecimiento del experimento

Se realizó la siembra el 11 Mayo de 2012, en charolas de poliestireno de 200 cavidades. Posteriormente a la siembra de las semillas, las charolas fueron colocadas en el invernadero para su desarrollo.

Variables evaluadas

Germinación

Para esta variable se contabilizaron las plántulas emergidas por repetición, esto para poder determinar el porcentaje.

Longitud de plúmula

Para esta variable se tomaron 5 plántulas por repetición de cada tratamiento, tomadas al azar en donde se midió la altura de la plántula con una regla graduada, tomando la altura desde la base del tallo hasta la parte superior del epicotilo.

Longitud de raíz.

Para esta variable, se midió la longitud de raíz principal, del cuello de la raíz hasta el extremo inferior de ésta y para esto se utilizó una regla graduada en cm.

Peso fresco de plúmula

Para esta variable, se tomó el peso de la parte aérea de las plántulas, utilizando una balanza analítica, colocándolas después en bolsas de papel perforadas para su posterior secado.

Peso fresco de radícula (PFR)

Para esta variable, se tomó el peso de la parte radicular de las plántulas, utilizando una balanza analítica, colocándolas después en bolsas de papel perforadas para su posterior secado.

Peso seco de plúmula (PSP)

Las plántulas utilizadas para determinar el peso seco fueron las mismas a las que se les determinó el peso fresco, pesando la parte aérea de las 5 plántulas correspondientes a cada repetición por tratamiento. Las plantas se dejaron secar al sol, posteriormente se pesó utilizando una balanza analítica.

Peso seco de radícula (PSR)

Para esta variable se usaron las mismas radículas utilizadas para determinar el peso fresco de radícula, pesando la parte radicular de las 5 plántulas correspondientes a cada repetición por tratamiento. Las radículas se dejaron secar al sol, posteriormente se pesó utilizando una balanza analítica.

Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar, analizado bajo el mismo diseño mediante el software de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, versión 25.

El modelo estadístico lineal fue:

$$Y_{ij} = \mu + d_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Efecto del valor observado.

μ = Efecto de la media.

d_i = Efecto de tratamientos.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental.

RESULTADOS

En el Cuadro 7 se presentan los cuadrados medios y significancia del análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas. En dicho cuadro se encontró diferencias altamente significativas ($P = 0.01$) para germinación, longitud de plúmula, peso fresco de planta, peso fresco de raíz, peso seco de plúmula, peso seco de raíz, y para longitud de radícula solo significativo, el coeficiente de variación está dentro de lo aceptable

Cuadro 7. Cuadrados medios y significancia de los análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en el estudio.

F.V	GL	Variables						
		GS	LP (cm)	LR (cm)	PFP (gr)	PFR (gr)	PSP (gr)	PSR (gr)
Tratamientos	11	534.268494**	102.361328**	3.27761*	22.316772**	2.875205**	0.203143**	0.028476**
Error	24	41.306641	1.256632	1.422913	0.804962	0.170956	0.01045	0.003
C.V (%)		7.66%	6.18%	11.42%	11.92%	12.66%	13.59%	21.25%

**Altamente significativo (0.01); * significativo (0.05); NS= No significativo; CV = Coeficiente de Variación; G = germinación; LP = Longitud de Plántula; LR = Longitud de Raíz; PFP = Peso Fresco de Plántula; PFR = Peso Fresco de Raíz; PSP = Peso Seco de Plántula; PSR = Peso Seco de Raíz.

Debido a que encontramos diferencia significativa entre los tratamientos de los parámetros evaluados, se procedió a realizar una prueba de comparaciones de medias.

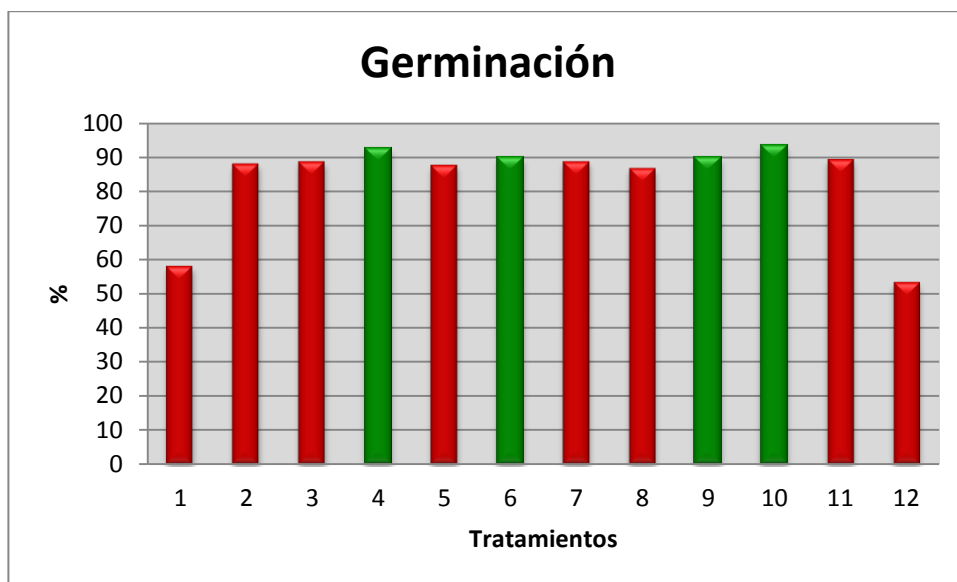
Cuadro 8. Comparación de medias de cada una de las variables evaluadas en plántula de tomate.

Tratamiento	% de germinación	Longitud de plúmula	Longitud de radícula	peso fresco de plúmula	Peso fresco radicular	Peso seco plúmula	Peso seco radicular
1	58.0000 B	5.7683 C	9.2467 BC	1.3973 C	1.1683 E	0.156 B	0.0717 F
2	88.0000 A	17.6067 B	12.54 A	7.037 B	4.051 A	0.774 A	0.2867 ABCD
3	88.6667 A	20.9267 A	10.4667 ABC	8.3193 AB	3.9427 AB	0.8777 A	0.3233 ABC
4	92.6667 A	21.3800 A	10.1733 ABC	8.3737 AB	3.6297 AB	0.841 A	0.2707 ABCD
5	87.6667 A	21.6133 A	9.8867 ABC	9.4417 A	4.1737 A	0.872 A	0.3677 A
6	90.0000 A	20.9267 A	11.2867 ABC	9.3643 A	4.21 A	0.8817 A	0.3487 AB
7	88.6667 A	21.4600 A	11.94 ABC	8.6387 AB	4.0067 AB	0.8397 A	0.345 AB
8	86.6667 A	21.1067 A	9.3533 BC	9.8187 A	3.6823 AB	0.9893 A	0.3477 AB
9	90.0000 A	20.8533 A	10.52 ABC	8.535 AB	3.097 BC	0.8583 A	0.226 BCDE
10	93.3333 A	20.8333 A	9.1933 C	8.681 AB	2.587 CD	0.85 A	0.204 CDE
11	89.3333 A	19.3333 AB	10.58 ABC	8.3317AB	2.6343 CD	0.829 A	0.1813 DEF
12	53.3333 B	5.9733 C	10.16 ABC	2.4137 C	1.997 DE	0.2587 B	0.121 EF

Germinación

El análisis de varianza (Cuadro 7.) detectó diferencias altamente significativa (α 0.01), para esta variable. En la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 8. se observan los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados los cuales fueron el tratamiento 10 (20% de lombricomposta y 80% de peat moss, regado con humus líquido de lombriz) con 93.3%, seguido del tratamiento 4 (30% de lombricomposta y 70% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 92.67%, seguido del tratamiento 9 (30% de lombricomposta y 70% de peat moss, regado con humus líquido de lombriz) con 90% y seguido del tratamiento 6 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 90 % superando el resto de los tratamientos, se observa también que los tratamientos que reportaron menor respuesta fueron el tratamiento 1 (100% peat moss, regado con solución nutritiva) con 58% y el 12 (100% peat moss regado con humus líquido de lombriz) con 53.3% respectivamente., (Figura 1).

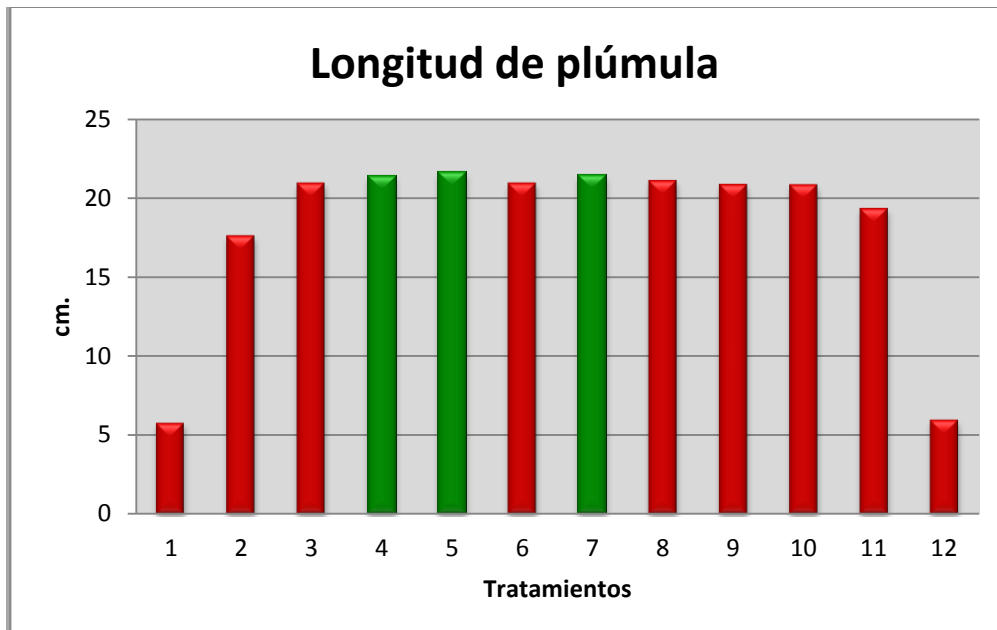
Figura °1. Germinación de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).



Longitud de plúmula (LP)

Para esta variable el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativa (α 0.01). En la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 8 se observan los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados los cuales fueron el tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 21.61 cm, seguido del tratamiento 7 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, regado con humus líquido de lombriz) con 21.46 cm, y el tratamiento 4 (30% de lombricomposta y 70% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 21.38 cm, superando al resto de los tratamientos en forma numérica, se muestra que los tratamientos que tuvieron menor respuesta fueron el tratamiento 12 (100% peat moss, regado con humus líquido de lombriz) con 5.97 cm. y el tratamiento 1 (100% peat moss, regado con solución nutritiva) con 5.76 cm., (Figura 2).

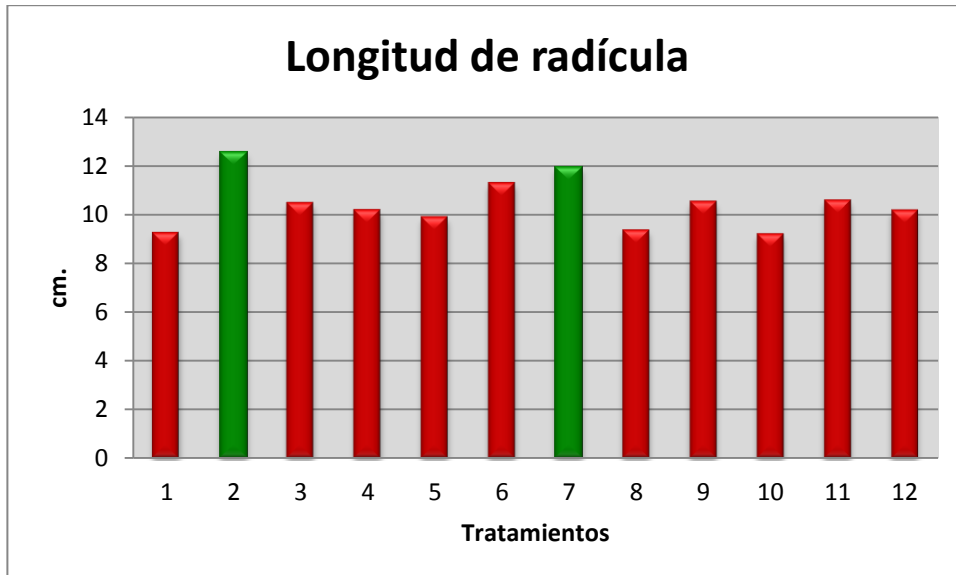
Figura 2. Longitud de Plúmula de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).



Longitud de radícula (LR)

Para esta variable el análisis de varianza (α 0.05) detectó diferencia significativa; en la comparación de medias (DMS) Cuadro 8 muestra que el tratamiento 2 (10% de lombricomposta y 90% de peat moss, regado con solución nutritiva) se comportó mejor con un valor de 12.54 cm, seguido del tratamiento 7 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, regado con humus líquido de lombriz) 11.94 cm, siendo el tratamiento con menor respuesta el 10 (20% de lombricomposta y 80% de peat moss, regado con humus líquido de lombriz) con un valor de 9.19 cm. (Figura 3).

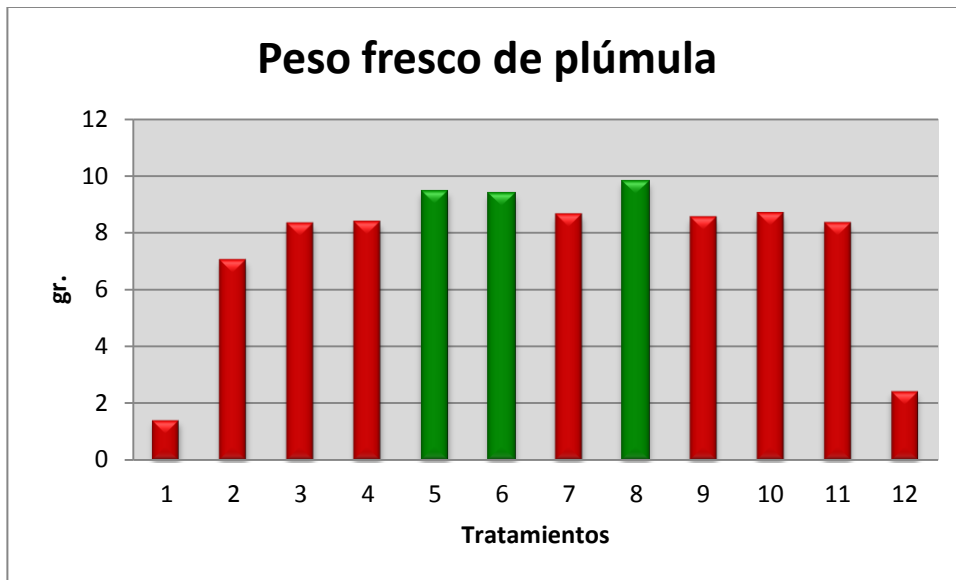
Figura 3. Longitud de Radícula de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).



Peso fresco de plúmula (PFP)

Para esta variable el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativa (α 0.01). En la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 8 se observan los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados los cuales fueron el tratamiento 8 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, regado con humus líquido de lombriz) con 9.81 gr., seguido del tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 9.44 gr., y el tratamiento 6 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 9.36 gr, superando al resto de los tratamientos en forma numérica; se muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 1 (100% peat moss , regado con solución nutritiva) con un valor de 1.39 g (Figura 4).

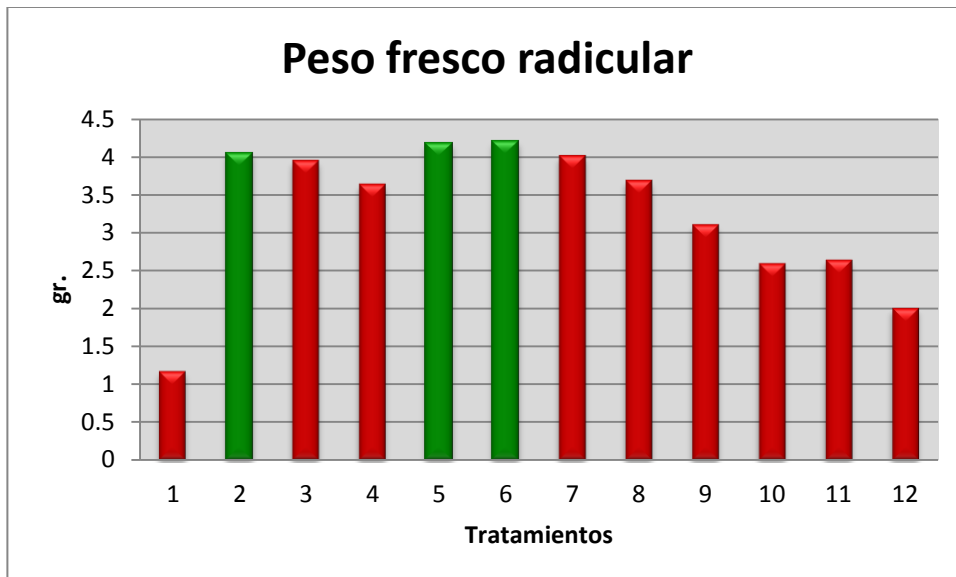
Figura 4. Peso fresco de Plúmula de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).



Peso Fresco de Radícula (PFR)

Para esta variable el análisis de varianza también detectó diferencias altamente significativa (α 0.01). En la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 8 se observan los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados los cuales fueron el tratamiento 6 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, regado solución nutritiva) con 4.21 gr., seguido del tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 4.17 gr., y el tratamiento 2 (10% de lombricomposta y 90% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 4.05 gr, superando al resto de los tratamientos en forma numérica; se muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 1 (100% peat moss , regado con solución nutritiva) con 1.16gr. (Figura 5).

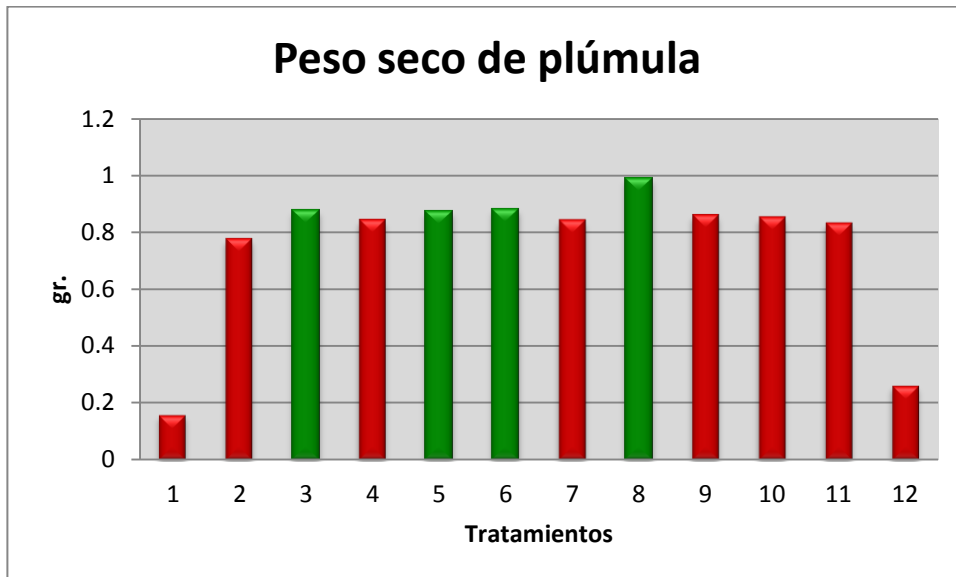
Figura 5. Peso fresco de Radícula de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).



Peso seco de plúmula (PSP)

En esta variable el análisis de varianza detectó diferencias altamente significativa (α 0.01). En la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 8 se observan los tratamientos que obtuvieron los mejores resultados los cuales fueron el tratamiento 8 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, regado con humus líquido de lombriz) con 0.98 gr., seguido del tratamiento 6 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 0.88 gr., seguido de el tratamiento 3 (20% de lombricomposta y 80% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 0.87 gr, y el tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60 de peat moss, regado con solución nutritiva) superando al resto de los tratamientos; se muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 1 (100% peat moss , regado con solución nutritiva) con un valor de 0.15 gr. (Figura 6).

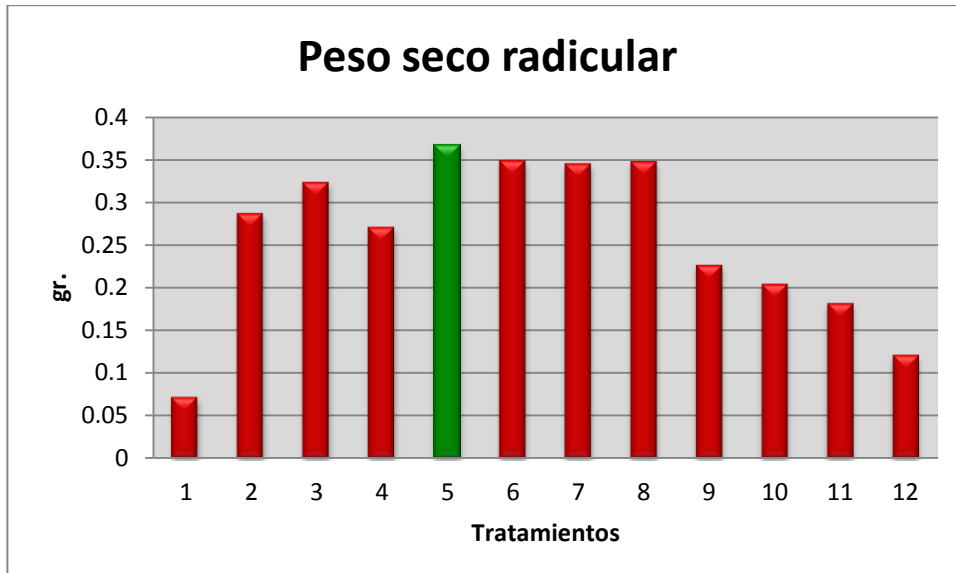
Figura 6. Peso Seco de Plúmula de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).



Peso seco de radícula (PSR)

En esta variable el análisis de varianza también detectó diferencias altamente significativa (α 0.01). En la prueba de comparación de medias (DMS) Cuadro 8 se muestra el tratamientos que obtuvo mejores resultados el cual fue el tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, regado con solución nutritiva) con 0.36 gr., superando al resto de los tratamientos, también se muestra que el tratamiento que tuvo menor respuesta fue el 1 (100% peat moss, regado con solución nutritiva) con un valor de 0.07 gr. (Figura 7).

Figura 7. Peso Seco de Radícula de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).



DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que el tratamiento que generó los mejores resultados en cuanto a germinación es el tratamiento 10 (20% de lombricomposta y 80% de peat moss, con humus líquido de lombriz.), seguido por el tratamiento 4 (30% de lombricomposta y 70% de peat moss, regado con solución nutritiva A), posteriormente el 6 y 9 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, regado con solución nutritiva A), (30% de lombricomposta y 70% de peat moss, con humus líquido de lombriz.), observándose, que todos los tratamientos en donde se aplicó lombricomposta, superaron a los tratamientos 1 y 2 en los cuales solo contenían peat moss.

Lo anterior nos indica que la lombricomposta influye positivamente en la germinación de la semilla, ya que trae algunos compuestos que pueden revertir el deterioro de las mismas.

En las pruebas de peso fresco (plúmula y radícula), los tratamientos 8 (40% de lombricomposta y 60% de peatmos, con humus líquido de lombriz) seguido del tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, con solución nutritiva A), esto en el caso de plúmula, y en el caso de radícula, los mejores fueron los tratamientos 6 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, con solución nutritiva A), y el 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, con solución nutritiva A) ya que las plántulas de dichos tratamientos, eran más vigorosas que las plántulas de los demás tratamientos.

En las pruebas de peso seco (plúmula y radícula), se pudo apreciar que el mejor tratamiento fue el tratamiento 8 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, con humus líquido de lombriz), esto para el caso de la plúmula, mientras en el caso de radícula el tratamiento con mayor respuesta fue el tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, con solución nutritiva A), superando a los demás tratamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que el tratamiento que generó los mejores resultados es el número 6 (50% de lombricomposta y 50% de peat moss, con solución nutritiva A), seguido por el tratamiento 5 (40% de lombricomposta y 60% de peat moss, con solución nutritiva A), ya que se mantuvieron por arriba en la mayoría de las variables. Superando a los demás tratamientos.

En general, los tratamientos que llevaron lombricomposta tuvieron un desempeño más favorable, en el desarrollo de las plantas, esto se debe a que la lombricomposta es un abono orgánico equilibrado, ya que contiene una serie de elementos menores, mayores, ácidos húmicos y fúlvicos, así como algunos microorganismos y hormonas vegetales, que la semilla puede aprovechar, para restituir, parte del vigor perdido en semilla deteriorada y estos también estimulan el desarrollo inicial de la plántula, por lo que ésta será de mayor calidad y podrá reponerse más fácilmente al momento de trasplantarse.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la lombricomposta influye positivamente en el desarrollo inicial de la plántula, al ser utilizada como parte del sustrato en mezcla con otros componentes y que la relación de la mezcla debe estar preparada con una cantidad de composta que fluctúe entre el 40 y 50% en relación del total de la mezcla. ya que propició de forma general una mayor germinación, así como mayor desarrollo tanto de la plúmula como de la radícula, lo que ayuda a que la planta tenga un mejor establecimiento en campo, que puede verse reflejado en el rendimiento.

Es conveniente aplicar riego con soluciones a base de elementos mayores, porque normalmente la lombricomposta trae cantidades muy bajas de estos, por lo que podría ser necesario realizar aplicaciones más frecuentes de la solución nutritiva, sobre todo, en los tratamientos en los que se utilizó solo peat moss.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos, es recomendable utilizar la lombricomposta como parte de la mezcla de un sustrato para la producción de plántulas, en este caso fue con peat moss, se pueden utilizar otros componentes como perlita y vermiculita para elaborar el sustrato y asumimos que el comportamiento de la mezcla sería muy semejante a que si se utiliza solo peat moss, siempre y cuando la lombricomposta sea entre el 40 y 50% del volumen del sustrato.

También se recomienda que los riegos con solución nutritiva de elementos mayores, se realice por lo menos dos veces por semana.

LITERATURA CITADA

- Abad M y P. Noguera.** 2000. Los sustratos en los cultivos sin suelo. Manual del cultivo sin suelo. Urrestarazu M. 2ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Almería, España. pp. 137-182.
- Acosta-Durán C.M., J. Vargas-Araujo, T. Rodríguez –Rojas, I. Alia-Tejacal, M. Andrade-Rodríguez y O. Villegas-Torres.** 2005. Efecto de la mezcla de materiales en las propiedades químicas del sustrato. XI Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Chihuahua, México. p. 28.
- Bautista M.N.; Alvarado L.J. (Eds.) 2006.** Producción de jitomate en invernadero. 1ª edición. Editorial Colegio de Postgraduados. 265 p. Texcoco, Estado de México.
- Bracho, J.** 2005. Caracterización de sustratos para la producción de plántulas de tomate (*Lycopersicon esculentum* mill.) en bandejas. Trabajo presentado para optar al grado de Magister Scientiarum. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. pp.: 91.
- Bures, S.** 1999. Introducción a los sustratos: aspectos generales. Pp. 19-46.
- Cadahia L. C.** 2005, Fertirrigación, Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, Barcelona, México. pp. 301-315.
- Capistran, F., Aranda., E. y Romero, J. C.** (2001). Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de ecología. Xalapa, Veracruz, México. pp79-137.
- Compagnoni, L y G. Putzolu.** (1990). Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Edit. Vecchi. España. pp. 60-82.
- De la cruz, R. R. A.** (2005). Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo. Obtenida el 17/sep./2010 de:
<http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/memhortos/aprov-residuos .pdf>

(Consultada el 01 de febrero de 2013).

Deffis, C.A. 1991 La Basura es la Solución .Editorial Concepto. México. D.F.27. p.

Díaz S. F. R. Selección de sustratos para la producción de hortalizas en invernadero. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México, Octubre del 2004.

Evans, M.R. y M. Gachukia. 2004. Fresh parboiled rice hulls serve as an alternative to perlite in greenhouse crop substrates. *HortScience*: 39(2):232-235.

FAO, 2001. <http://www.fao.org> (Consultada el día 01 de febrero del 2013).

Financiera Rural. 2010, Monografía (Agricultura Orgánica).

Flores H. A. 2004. Introducción a la Tecnología de las Semillas. Universidad Autónoma Chapingo, México 64, 71, 74-75pp.

Friedrich, N .kart, 2001Lombricultura, Centro de Estudio Agropecuarios. Grupo Ed. Iberoamérica. México D.F. pp. 8, 14 -17.

Gómez Tovar, L. y M.A. Gómez Cruz. 2004. La agricultura orgánica en México y en el mundo. CONABIO. Biodiversidad 55:13-15.

Hartmann, H. y Kester, D. 2002. Plant propagation. Principles and practices. Prentice Hall. New Jersey. 880 p.

Irisson, N. S. (1995). Calidad del abono y de la lombriz de tierra, resultante del lombricompostaje de la pulpa de café. Tesis. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.pp1-80.

Jeavons J.1994. Cultivo biointensivo de alimento más o menos espacio ecology action of the mid-peninsula editor en español. Impreso en U.S.A.

- Legall, J. y D, Zoyla.** 2000. *Manual básico de lombricultura para condiciones tropicales*. Disponible en: <http://cultivodelombrices.com> (Consultada el 3 de febrero del 2013).
- Maroto, J.V.** 1992. *Horticultura Herbácea Especial*. Tercera Edición. Ed. Mundo – Prensa. Madrid España.
- Márquez, H.C. Cano, R.P. y Martínez, C.V.** 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero. In: Olivares S.E. (ed.). Tercer simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de agronomía. Monterrey, N.L. México, p 14.
- Martínez. C. Claudia,** 1996. *Potencial de la Lombricultura*. Primera Ed. México.p.59.
- Marulanda, C; y Izquierdo, J.** 1993. *Manual Técnico La Huerta Hidropónica Popular*. FAO-PNUD. Santiago, Chile.
- Mateo, B.J.M; Novillo, C. J. (coords.).** 2005. *Prontuario de Agricultura*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, Barcelona, México 590p.
- Mendoza M I.** 2010. Evaluación de Extractos Orgánicos y Proteína en Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Mendoza, G.L.** (2008). *Manual de lombricultura*. Obtenida de: <http://www.cecytech.edu.mx/pdf/manuallombricultura/pdf> (Consultada el 01 de febrero del 2013)
- COVECA, 2010, Monografía del Tomate Rojo.**
- Pimienta R A.** 2004. Ácidos húmicos y fúlvicos de origen orgánico en el crecimiento de la plántula de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) en invernadero. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

- Requejo, R., Escobedo, B. L., Olivares, S. E. y García, G. S.** 2004. Producción de tomate cultivar floradade en dos sustratos hidropónicos a solución perdida y recirculada. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Rodríguez Fuentes H., Muñoz L. S. y Alcorta G. E.** 2006. El tomate Rojo Sistema Hidropónico 1ª. Ed. Ediciones Trillas, México. 44p.
- Rodríguez, D. N., cano, R.P., Favela, C.E., Figueroa, V. U., de paúl, A.V., Palomo, G.A., Márquez, H.C y Moreno, R.A.** 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 13(2):185 192.
- Rodríguez, R. Tavares, R y Medina.**2001.Cultivo Moderno del tomate 2ª. Ed. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 255p.
- Sánchez, L. A.** 2002 Comportamiento y características de diferentes genotipos de tomate extra firmes de hábito indeterminado. Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. LX Congreso Nacional y 11 Internacional de la Asociación Mexicana de Horticultura Ornamental del 20 al 24 de octubre del 2003. Chapingo, México.20 pp.
- Shuld, M.** 2009. Manual de lombricultura. Obtenida de <http://www.manualdelombricultura.com/manual/agriculturaorganica/importancia.html> (Consultada el día 01 de febrero del 2013).
- Villarreal, R.** 1982 Tomates. Traducido del inglés por E. Camacho. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José. Costa Rica. 9-21p.

Direcciones electrónicas consultadas

<http://www.horticultivos.com/component/content/article/49-front-page/247-seleccion-de-semillas-para-la-produccion-de-plantulas>. Consultada el día 22 de Enero del 2013.

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/sistemas/siac>. Consultada el día 19 de Enero del 2013.

<http://www.siap.gob.mx>. Consultada el día 5 de febrero del 2013.