

FECHA DE ADQUISICIÓN _____

NUM. DE INVENTARIO 00112

PROCEDENCIA _____

NUM. CALIFICACIÓN _____

PRECIO _____

DIST. _____



TL00112

SB349
.R58
2006
TESIS LAG
Ej.2

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGÍA



**“EFECTO DE DIFERENTES MEZCLAS DE VERMICOMPOSTA Y ARENA EN
EL DESARROLLO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN
INVERNADERO”**

POR:

JOSÉ LUIS RIVERA ROBLERO

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN AGROECOLOGÍA**

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“EFECTO DE DIFERENTES MEZCLAS DE VERMICOMPOSTA Y ARENA EN EL DESARROLLO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN INVERNADERO”

TESIS

PRESENTA

JOSÉ LUIS RIVERA ROBLERO

ELABORADA BAJO LA SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA Y APROBADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

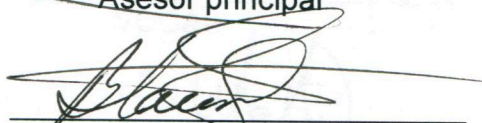
Ingeniero en Agroecología

Dr. Alejandro Moreno Reséndez



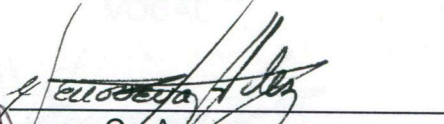
Asesor principal

MC. Eduardo Blanco Contreras



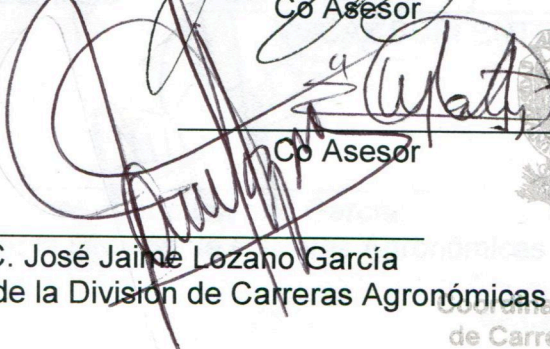
Co Asesor

Biol. Genoveva Hernández Zamudio



Co Asesor

Ing. Víctor Martínez Cueto



Co Asesor

MC. José Jaime Lozano García
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA

MARZO DE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA “ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**“EFECTO DE DIFERENTES MEZCLAS DE VERMICOMPOSTA Y ARENA EN
EL DESARROLLO DEL TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN
INVERNADERO”**

TESIS

PRESENTA

JOSÉ LUIS RIVERA ROBLERO


QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR

Dr. Alejandro Moreno Reséndez



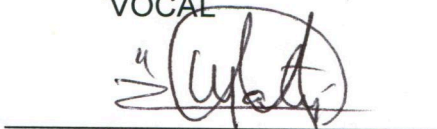
PRESIDENTE

MC. Eduardo Blanco Contreras



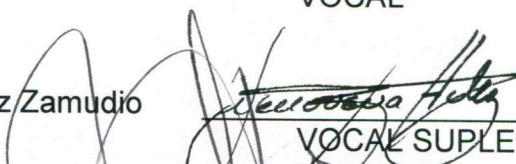
VOCAL

Ing. Víctor Martínez Cueto



VOCAL

Biol. Genoveva Hernández Zamudio



VOCAL SUPLENTE

MC. José Jaime Lozano García
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

ÍNDICE GENERAL

	Página
Presentación	<i>i</i>
Aprobación del comité asesor	<i>ii</i>
Aprobación del jurado calificador	<i>iii</i>
Agradecimientos	<i>iv</i>
Dedicatorias	<i>v</i>
Índice general	<i>vi</i>
Índice de cuadros	<i>viii</i>
Resumen	<i>iv</i>
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Origen, historia y domesticación del tomate.	4
2.2 Aspectos Económicos.	5
2.3 Producción en Invernadero	7
2.4 Origen e Importancia de los Invernaderos	9
2.5 Producción de Hortalizas en Invernadero	10
2.6 Factores que inciden en la producción de Invernadero	11
2.6.1 Radiación	11
2.6.2 Temperatura	11
2.6.3 Sustratos	12
2.7 La lombriz de tierra	13
2.8 Generación de Vermicomposta	14

2.9 Diferencia entre Composta y Vermicomposta	15
2.10 Uso y manejo de la Vermicomposta	16
2.11 Suministro de elementos nutritivos	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	20
3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera	20
3.2 Ubicación de instalaciones, tratamientos y repeticiones a utilizar	20
3.3 Descripción de instalaciones y tratamientos, repeticiones a utilizar	20
3.4 Manejo y desarrollo del cultivo	21
3.5 Material inerte	21
3.6 Manejo de plántulas	21
3.7 Riego	22
3.8 Podas	22
3.9 Entutorado	22
3.10 Polinización	22
3.11 Variables adecuadas	23
3.12 Análisis estadístico.	23
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
4.1 Diámetro Ecuatorial del Fruto	24
4.2 Peso Total del Fruto	25
4.3 Diámetro polar del fruto	26
4.4 Número de Lóculos	27
4.5 Grados Brix	28
V. CONCLUSIONES	29
VI. LITERATURA CITADA	30

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Estados mexicanos y participación en la producción de tomate.	7
Cuadro 2	Tratamientos que se utilizaron en el experimento	21
Cuadro 3	Cuadrados medios y significancia estadística de los análisis de varianza para las variables evaluadas en tomate desarrollado en invernadero.	24
Cuadro 4	Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS (5%), para la variable Diámetro Ecuatorial del fruto de tomate.	24
Cuadro 5	Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS (5%), para la variable Peso Total del Fruto de tomate.	26
Cuadro 6	Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS (5%), para la variable DPF de tomate.	27
Cuadro 7	Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS (5%), para la variable Número de Lóculos del Fruto de tomate.	27
Cuadro 8	Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS (5%), para la variable Grados Brix del Fruto de tomate	28

RESUMEN

El tomate es la segunda hortaliza más importante en México y una fuente que genera una gran cantidad de empleos y divisas. La producción de tomate en invernadero recientemente ha tomado gran importancia por la facilidad de manipular las condiciones ambientales. Por otra parte, el creciente aumento de la contaminación de agua y el suelo con fertilizantes químicos y su uso excesivo en la producción agrícola, hace necesario evaluar alternativas productivas para aprovechar los recursos naturales en el ámbito de una agricultura sustentable. Por lo tanto, en el presente estudio se utilizó el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) híbrido "Tequila" para evaluar su desarrollo bajo condiciones de invernadero con diferentes dosis de vermicomposta y un sistema de riego por goteo. La investigación se llevó a cabo durante el ciclo otoño – invierno del año 2003 y el ciclo primavera verano del 2004. El diseño fue completamente al azar aplicando tres tratamientos y cuatro repeticiones con diferentes porcentajes de vermicomposta más arena. Para evaluar su efecto se consideraron las siguientes variables, DEF, PTF DPF NL, °Brix y PTF. Se encontraron diferencias significativas en las variables evaluadas del Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF) y Peso Total del Fruto (PTF). El tratamiento tres fue el que mostró mayor DEF y mayor PTF., mientras que en las variables evaluadas del DPF, NL y los °Brix no hubo diferencia significativa entre los tratamientos. Como conclusión general la aplicación de vermicomposta en una dosis de 35% más 65% de arena resultó ser la dosis más adecuada para el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill).

I. INTRODUCCIÓN

El tomate es la principal hortaliza que se cultiva en México, producido para la exportación y el consumo nacional, la cual representa una fuente importante de divisas y empleos para el país. En el estado de Morelos de la superficie que se destina a este cultivo el 95 % se realiza bajo condiciones de temporal con un rendimiento promedio de 14.2 tha^{-1} (Aguilar-Ruiz *et al.*, 1999). Además, este cultivo se encuentra en el mercado durante todo el año, tanto en fresco como procesado (Pineda-Ramos, 1996). Adicionalmente, el tomate es el cultivo más importante producido en invernadero con una producción anual de 80,000 toneladas de fruto (Azpeitia-Hernández, 1994).

Linares-Pedraza (1999) menciona que el tomate es la principal hortaliza que México exporta, siendo esta actividad fundamental para la generación de divisas, correspondiendo en un 30 % de las exportaciones de legumbres y hortalizas que realiza el país a los diferentes mercados extranjeros que demandan los productos agrícolas mexicanos.

Los abonos orgánicos se han usado desde tiempos remotos y su influencia sobre la fertilidad de los suelos ha sido demostrada en diversos trabajos, aunque su composición química, el aporte de elementos nutritivos a los cultivos y su efecto en el suelo, varían según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Adicionalmente, se ha establecido que los abonos orgánicos pueden prevenir, controlar e influir en la severidad de los organismos patógenos del suelo, además de servir como fertilizantes y mejoradores del suelo (Romero-Lima *et al.*, 2000).

La incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos (estiércoles y compostas) en suelos agrícolas es una práctica que ha tenido mucha importancia en los últimos años a nivel mundial, con este fin el manejo de los abonos orgánicos ha

sido tradicionalmente utilizado por los agricultores en pequeñas extensiones de tierra, incorporando directamente materiales orgánicos (estiércoles, desechos domésticos de frutas y verduras, desechos agrícolas verdes y secos) a su agroecosistema (Nieto-Garibay *et al.*, 2002). Las arvenses puede inutilizarse de una forma eficaz al aprovecharlas de una forma eficiente con los recursos del suelo, solo para producir materia orgánica y de esta forma proteger el suelo y hacer buen uso de los recursos naturales, contrarrestando la erosión (Soto y Muñoz, 2002).

Desde el punto de vista ecológico, se ha incrementado la preocupación por fomentar las prácticas agrícolas que armonicen con el cuidado del ambiente. El uso de abonos orgánicos mejora las condiciones de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación. Las consecuencias directas de estos dos últimos eventos son la pérdida de la materia orgánica, pérdida de la fertilidad y la contaminación de los suelos, cuya producción agrícola también puede estar contaminada. Las consecuencias indirectas se reflejan en la afectación de la flora y fauna del ambiente del suelo dañado (Nieto-Garibay *et al.*, 2002).

El problema de la contaminación con residuos orgánicos puede transformarse en abono orgánico a través de las lombrices. La lombriz era conocida desde la antigüedad como el “arado” o “intestino de la tierra” denominada así por Aristóteles. La vermicomposta es un material degradado por la lombriz de tierra (*Eisenia fetida*). Este material se le llama también humus de lombriz o “word casting” como se le conoce en el comercio internacional, la vermicomposta favorece la formación de micorrizas, acelera el desarrollo radicular y los procesos fisiológicos de brotación, floración, madurez, sabor y color (Berdea, 2002). La lombricultura ha dado origen a la tecnología de la vermicultura que actualmente se enfoca más a la producción de vermicomposta que a la producción de lombrices (Cardoso-Vigueros y Ramírez-Camperos, 2000).

Cada día se trata de evitar el empleo de productos contaminantes en la fertilización y tratamientos fitosanitarios de las plantas cultivadas, tanto en el cultivo, por los posibles residuos en el fruto, como en el suelo; este último es un tema muy serio, que con frecuencia provoca la acumulación, principalmente de compuestos nitrogenados o fosfatados, además de problemas fitosanitarios e incluso la contaminación de fuentes de agua (Tabares, *et al.*, 2004).

Debido a estos problemas, en el presente trabajo se estudia el efecto de la vermicomposta mezclada con arena, como sustrato para producir tomate en invernadero, con el siguiente:

1.1 Objetivo

Evaluar las características del fruto y la producción de tomate desarrollado con diferentes niveles de vermicomposta y arena bajo condiciones de invernadero.

1.2 Hipótesis

El uso de vermicomposta mezclada con arena incrementa el desarrollo y la calidad del tomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen, historia y domesticación del tomate

Estrada-Godinez, (1995) menciona que el tomate es una planta originaria de Perú, Ecuador y México, países en donde se encuentran varias formas silvestres; al principio se cultivaba como planta de adorno. A partir de 1900, este cultivo se extendió por varios países del mundo usándose como alimento humano. El tomate más antiguo es el tomate silvestre y después se cultivó en áreas tropicales y subtropicales en el mundo. El tomate cultivado se desarrollo inicialmente en el nuevo mundo y alcanzó una etapa de avance favorable de domesticación antes de ser llevado a Europa y Asia. (Linares-Pedroza, 1999 y Pineda-Ramos, 1996) mencionan que el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), miembro de la familia de las Solanáceas, es una planta nativa de los Andes, integrado por Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, donde existe la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres.

La evidencia histórica del *Lycopersicon esculentum* Mill favorece a México como el centro más importante de domesticación del tomate, ya que la utilización de formas domesticadas en el país, tiene bastante antigüedad y sus frutos eran bien conocidos y empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban en la parte central y sur del país antes de la llegada de los Españoles (Linares-Pedraza, 1999 y Estrada-Godinez, 1995).

Clasificación taxonómica del tomate según Cronquis (1981) citado por Azpeitia (1994), el tomate se clasifica de la manera siguiente:

Reino	Vegetal
División	<i>Tracheophyta</i>

Subdivisión	<i>Pteropsidae</i>
Clase	<i>Angiospermae</i>
Subclase	<i>Personatae</i>
Familia	<i>Solanácea</i>
Género	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>Lycopersicon esculentum</i>

El tomate es un cultivo anual y puede ser semiperenne en regiones tropicales, su sistema de raíces es fibroso y robusto puede llegar hasta 1.8 m de profundidad; los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en plantas maduras que alcanzan una altura de 0.40 a 2.0 m; el racimo floral o inflorescencia está compuesto de varios ejes, cada uno de los cuales tiene una flor; el cáliz y la corola están compuestos de cinco sépalos y cinco pétalos, la inflorescencia se forma a partir del 6° o 7° nudo. El color mas común de los frutos es el rojo, pero existen amarillos, naranjas y verdes, siendo su diámetro comercial aproximado de 10 cm (Pineda-Ramos, 1996).

2.2 Aspectos Económicos

En México el 3.5% de la superficie cultivable está dedicada al cultivo de hortalizas, de esta superficie el tomate ocupa el 22.6%, lo cual que representa el 15% del total de las exportaciones agropecuarias y el 36% del valor de las exportaciones de hortalizas y legumbres frescas. En 1970 las exportaciones de tomate fueron del 33.6% del consumo total en fresco en el mercado estadounidense, para 1990 esta participación cayó a 19.9% y en 1992 al 9.2%. Las importaciones que México hace provienen de California pasaron de 287 ton en 1980 a 22 mil 700 en 1993 (Massieu-Trigo, s/f).

México ha sido durante mucho tiempo un proveedor que abastece el mercado americano de invierno de productos perecederos. Sin embargo, ha tenido obstáculos en las exportaciones de tomate hacia los Estados Unidos, debido al propio tamaño del mercado y sus niveles de precios, la volatilidad y vulnerabilidad de los niveles de producción por efectos climáticos, y la naturaleza perecedera del producto (Cárdenas-Fonseca, s/f).

Pese a los problemas que México enfrenta los envíos de tomate, hechos por Sinaloa y Sonora, crecieron de 14,384 unidades de 40,000 libras en 1993 – 1994 a 20,613 en 1994 – 1995, que en términos de tonelaje significan pasar de unas 261,000 a más de 370,000 toneladas. Estos volúmenes que ingresaron al mercado EE.UU. obedecen a dos cosas: primero porque Florida presentó una considerable baja en la producción de tomate, por razones climáticas con lo que circunstancialmente Sinaloa y Sonora aumentó su participación en el mercado de invierno norteamericano en 1994 – 1995 y en segundo lugar porque México tuvo una cosecha normal y contó con la producción suficiente para poder abastecer estos volúmenes al mercado de exportación (Cárdenas-Fonseca, s/f). En el centro y norte de Sinaloa, México se siembran cada año cerca de 20 mil ha de tomate para consumo fresco, con fines de exportación, como ocurrió en el ciclo agrícola 1997/1998 con 22 200 ha de este cultivo (Villarreal *et al.*, 2002).

La mayor parte de la producción de tomates se lleva a cabo en invernaderos, lo que ha resultado en grandes incrementos en producción. La productividad de invernaderos en Europa es casi tres veces más alta que la productividad de las tierras en Florida. México elevó sus exportaciones de tomate de 352,312 toneladas métricas en 1990 a 615,069 toneladas métricas en 1999. En 1994 cuando fue implementado el tratado de libre comercio entre México, Estados Unidos y Canadá; México tuvo un máximo rendimiento; esto le dio a los productores mexicanos más fácil acceso al mercado Estadounidense y un flujo de capital en el sector de

producción de hortalizas (Cantliffe y VanSickle, 2002).

Las condiciones ambientales que existen en México dan lugar al cultivo del tomate en todos los estados. Sinaloa es el estado que más produce ya que en 1997 participó con el 36% de la producción nacional, para abastecer el mercado nacional e internacional (Linares-Pedraza, 1999). El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) ocupa el tercer lugar, en cuanto a la producción mundial, solo es superado por la papa y la batata, que son de origen americano (Azpeitia-Hernández, 1994).

Cuadro 1. Estados mexicanos y participación en la producción de tomate

Estados	Producción Nacional de tomate %
Sinaloa	54.92
Baja California	9.01
San Luis Potosí	6.66
Nayarit	4.46
Jalisco	3.97
Morelos	3.77
Michoacán	2.32
Sonora	2.31
Guanajuato	1.59
Veracruz	1.47

Massieu-Trigo, s/f.

2.3 Producción en Invernadero

La producción en invernadero permite un cierto control del clima, mejorando las condiciones para el cultivo y aumentar el rendimiento en la producción. La evaporación en invernadero se reduce en un 70% respecto a la del aire libre, y la eficiencia en el uso del agua aumenta en un 50% (Antón *et al.*, s/f). La idea de producir tomate en invernadero, es que dichas estructuras pretenden mejorar las condiciones ambientales para incrementar la productividad, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaría que exigen

los mercados internacionales (Cano-Ríos y Márquez, 2003).

A partir de 1985 en Canadá hubo un gran incremento en la construcción de invernaderos debido principalmente a la aplicación de nuevas tecnologías y al aumento de las operaciones realizadas en los invernaderos. La industria del cultivo bajo invernadero es un segmento importante dentro de la economía canadiense; en la provincia de Ontario es en donde se encuentra la mayor parte ocupada por invernaderos, ahí se localiza el 53% de las exportaciones de hortalizas de la provincia y el 85% de los invernaderos. Ontario es el mayor cultivador de invernaderos con el 50% de la superficie nacional, en el año 1995 y 2000 se incrementó una gran construcción de invernaderos con un notable aumento de un 74%, que alcanzó una superficie total de 74,6 km². La mayor producción de invernaderos está destinada al cultivo de tomate (García-Meroño, 2005).

El área ocupada por invernaderos se ha incrementado dramáticamente en Canadá, especialmente en el suroeste de Ontario; mucha de esa área ha sido dedicada a la producción de tomate. Canadá como fuente de importación de tomate, incrementó de 21,774 toneladas métricas en 1996 a 79,554 toneladas en 1999. España incrementó sus importaciones en 1996 a 5,715 toneladas métricas en 1999. Holanda como fuente de importación incrementó de 23,473 toneladas métricas en 1996 a 34,202 toneladas métricas en 1999. La mayor parte de tomate que Canadá y Europa importa de otros países, son tomates cultivados en invernadero que compiten con tomates cultivados convencionalmente en los Estados Unidos y México. Los incrementos en las exportaciones de tomate, especialmente de invernadero, ha tenido impactos significativos en los productores de tomate de Florida y existe cierta preocupación acerca de los impactos de este sistema entre los productores americanos (Cantliffe y Vansickle, 2002).

2.4 Origen e Importancia de los Invernaderos

La palabra invernadero, en el sentido agronómico, se aplica a los lugares cubiertos y abrigados artificialmente para defender las plantas de la acción y efecto de las condiciones ambientales. Un invernadero es una construcción agrícola alta o baja, más o menos perfecta cuyo acondicionamiento puede ser controlado y en el cual se cultivan variedades hortofrutícolas y fuera de la estación del año, convirtiéndose en un instrumento de trabajo que permite producir eficazmente tanto en rendimiento como en calidad. Dicha construcción tiene las características principales de tener techo y paredes de material transparente, permitiendo así el paso de la luz; en su interior debe tener una temperatura superior a la exterior. Dicha construcción debe tener una altura de 2.5 a 3 m para que se pueda realizar en su interior, cómodamente las labores que cada cultivo necesite. Su forma puede ser variable y dispondrá siempre de acceso y ventilación. La importancia de los invernaderos y su finalidad principal es la de conseguir cosechas en cualquier época del año (Pineda-Ramos, 1996).

En muchos lugares del mundo, los invernaderos han alcanzado una importante aceptación. La difusión de esta tecnología se produjo con relativa rapidez, siendo adoptada por pobladores individuales que la han puesto en práctica con resultados satisfactorios. Sin embargo las limitaciones económicas que poseen la gran mayoría de los productores no permiten una mayor multiplicación de esta tecnología (Combetto *et al.*, 1994).

En México el cultivo de tomate en invernadero se inició y obtuvo gran importancia en pocos años. Tiene importancia social porque exige mucha mano de obra en todos los procesos que este cultivo necesita, desde el transplante, recolección de frutos, en la selección y empaquetado que necesita; es el producto más importante producido bajo condiciones de invernadero (Azpeitia-Hernández,

1994).

2.5 Producción de Hortalizas en Invernadero

En países desarrollados y aún en las regiones más dinámicas de países subdesarrollados, los invernaderos se han difundido a escala comercial en grandes superficies. La producción de hortalizas para el autoconsumo en invernadero ha llegado a convertirse en un elemento importante hacia las pequeñas unidades sociales (Combetto *et al.*, 1994).

En los invernaderos se obtienen cosechas de hortalizas con un aumento de rendimiento de tres a cinco veces mayor que las obtenidas al aire libre, frutos de mayor calidad (limpios, sanos y uniformes); ya que se puede tener un mejor control de plagas y enfermedades, controlar el ambiente (temperatura y humedad), y tener un mayor ahorro de agua (Pineda-Ramos, 1996).

La producción de vegetales en invernadero se ha incrementado en todo el mundo, y esos incrementos han provocado un aumento en las importaciones de vegetales de Canadá y Europa. Estos vegetales entran a los Estados Unidos y compiten con los cultivos producidos en el campo, a nivel de supermercados. Es muy importante para los productores de Florida que desarrollen nuevas tecnologías para competir con la calidad y el costo de tomates producidos en invernadero. Los incrementos en importaciones Europeas es probable que continúen y obligarán a la industria estadounidense a adaptarse a los cambios en la preferencia que se está desarrollando por los tomates producidos bajo invernadero (Cantliffe y Vansickle, 2002).

2.6 Factores que inciden en la producción de Invernadero

2.6.1 Radiación

La luz es un factor ambiental importante que controla el crecimiento y desarrollo vegetativo. Las plantas verdes dependen de la energía que les proporciona la luz solar. Las plantas tienen exigencias específicas con relación a la duración de la luz de día y su penetración o intensidad (Pineda-Ramos, 1996).

2.6.2 Temperatura

El cultivo del tomate como hortaliza, prefiere temperaturas sensibles altas para asegurar el ciclo total de su vegetación y llegar a madurar completamente sus frutos (Azpeitia-Hernández, 1994). De hecho, las condiciones de temperatura requeridas por este cultivo se describen a continuación:

Temperatura media diurna	23 – 24°C
Temperatura óptima de noche	14°C
Temperatura para germinación	12°C
Temperatura para floración	21°C
Temperatura para maduración	23°C
Temperatura mínima letal	-2 – 0°C

Pineda-Ramos, (1996) menciona que las altas temperaturas de 39°C en el día con 28°C en la noche influyen en la floración, en el logro del fruto, rendimiento, calidad del fruto y producción de semillas bajo condiciones de la temperatura altas y además éstas han inducido en la abscisión y aumento de la incidencia de anomalías como rupturas de frutos, pudrición al final de la floración, tejido acuoso, y frutos pequeños inmaduros.

2.6.3 Sustratos

En la actualidad la agricultura esta avanzando con las nuevas técnicas de producción y pone al agricultor nuevos materiales que sean más productivas que las tradicionales, se esta sustituyendo cada vez más de manera importante, el cultivo en suelo tradicional por el cultivo con sustratos, esto es más común en cultivos hortícolas (Pastor-Sáez, 1999). El término sustrato se aplica a todo material sólido distinto del suelo ya sea natural o sintético, se puede usar pura o en mezcla, que permita el desarrollo y soporte de la planta; la finalidad de utilizar un sustrato de cultivo es poder producir una planta de calidad, con un bajo costo de producción y en menor tiempo (Gatica-Sáez, 2004).

Muro *et al.*, (2003) establecieron que los criterios más importantes para la elección de un material como sustrato se debe de tomar en cuenta su durabilidad y su capacidad para ser reciclado posteriormente. Hay que tomar en cuenta las propiedades físicas que se considera como la parte más importante para un sustrato; es necesario tomarlo en cuenta porque si la estructura física es inadecuada, difícilmente podremos mejorarla una vez que ya se haya establecido el cultivo. Las propiedades físicas que el sustrato debe poseer es que tenga buena aireación, drenaje y retención de agua. Las propiedades químicas pueden ser alteradas después de haber establecido el cultivo agregándoles abonos (Iskander-Cabrera, 2002). Los sustratos presentan propiedades físicas, químicas y biológicas propias para que la cultivo tenga un buen desarrollo, se debe de tomar en cuenta el manejo, productividad y disponibilidad para que el sustrato sea un éxito en su utilización (Pastor Sáez, 1999).

El suelo agrícola es un sustrato que puede sustituir al suelo forestal con un menor costo ecológico. La vermicomposta puede ser utilizada para mejorar las características físicas de los sustratos que podrían utilizarse alternativamente y en

dosis bajas enriquecer el contenido nutrimental sin provocar daños secundarios por acumulación excesiva de sales (Reyes *et al.*, 2001).

2.7 La lombriz de tierra

Estados Unidos esta trabajando desde hace 50 años con diferentes especies de lombrices siendo la lombriz Roja de California, como es su denominación comercial, la que ofrece las mejores condiciones para la cría en cautiverio. Este anélido presenta una serie de ventajas sobre las otras conocidas como lombrices silvestres o comunes (Toccalino *et al.*, 2000).

Las razones por las que se utiliza la lombriz roja californiana son: (Toccalino *et al.*, 2000).

- 1- Longevidad: viven aproximadamente 16 años.
- 2- Prolificidad: puede llegar a producir bajo ciertas condiciones, hasta 1500 pequeñas lombrices por año.
- 3- Deyecciones: es un excelente abono orgánico con una riqueza en flora bacteriana de prácticamente el 100%.
- 4- Es un animal que desarrolla todo su ciclo biológico en un ambiente de no más de 30 cm de sustrato.
- 5- No se fuga del criadero, no cava galerías verticales, sino que circulares y deja el humus (deyecciones) dentro de las galerías.

El uso de lombrices para la degradación y producción del abono orgánico se ha incrementado tanto en el ámbito de la investigación científica como en el comercial. Este es un buen método de reciclaje e ideal para el tratamiento de las deyecciones de animales, como también de los desechos domiciliarios de tipo orgánico, ya que acelera el proceso de obtención de abonos de calidad, evitando

contaminación en el ambiente. La sustentación y la productividad hortícola están asociadas a la disponibilidad suficiente de materia orgánica por lo que se fomenta el uso de la vermicomposta y aumentan la fertilidad del suelo sin contaminarlo, e incrementan la cantidad y calidad de los productos (Castillo *et al.*, 2003).

2.8 Generación de Vermicomposta

Debido al uso indiscriminado de los agroquímicos en los últimos años ha tenido una atención especial ya que es una importante fuente de contaminación no sólo del suelo sino que también del agua y aire, es por eso que ello tienen una repercusión en la salud de la humanidad y el ecosistema (Jara-Peña *et al.*, 2003). Estos problemas ambientales han obligado a la búsqueda de materiales alternativos que sean menos contaminantes al ambiente, es decir que sean residuos orgánicos biodegradables (Muro J. *et al.*, 2003). Esta necesidad de encontrar nuevas fuentes de subsistencia ha motivado la búsqueda de soluciones para lograr un manejo más racional de los recursos de la naturaleza. Uno de estos recursos es el suelo, donde se realizan procesos vitales como la producción vegetal y el ciclo de los elementos nutrientes y materia orgánica. En el suelo habitan gran parte de los invertebrados, que son los mayores agentes reguladores de los fenómenos físicos, químicos y biológicos de éste. Hay que conocer claramente el papel que juegan los invertebrados en el suelo y de comprender el valor de la biodiversidad, para diseñar prácticas de manejo que optimicen la conservación de las especies (Martínez y Sánchez 1998).

Los oligoquetos constituyen la mayor parte de la biomasa de invertebrados del suelo en los trópicos húmedos y son capaces de ejercer un efecto positivo sobre la nutrición vegetal y el crecimiento de las plantas (Martínez y Sánchez 1998). Estos organismos dan una solución a los problemas de contaminación con agroquímicos, tal es el caso de la vermicultura que trae consigo numerosos beneficios tales como

los agrícolas y pecuarios; igualmente contribuye a los beneficios ecológicos, por la reducción de los desperdicios orgánicos que ocasionan contaminación por el lento proceso en su descomposición y con el uso de la lombriz *Eisenia fetida* el proceso de descomposición para dichos desechos es efectiva (Santamaría-romero *et al.*, 2002).

Actualmente se reconoce que la lombricultura es un recurso biotecnológico de elevado interés ecológico y nutricional. Esta biotecnología utiliza una especie de lombriz domesticada denominada *Eisenia fetida* (Vielma-Rendón *et al.*, 2003). Toccalino *et al.*, (2000) Mencionan que la lombricultura es una biotecnología centrada en la crianza de lombrices con el objeto de reproducirlas. Esa reproducción puede ser variable dependiendo de la época del año como así también del tipo de compostaje que se utiliza para alimentarlas.

Cracogna *et al.*, (2002) mencionan que la calidad de la basura y la actividad de las lombrices puede modificar los efectos del lombricompostado sobre el suelo. Del mismo modo los efectos del extracto sobre el follaje pueden estar en relación con la calidad del sustrato inicial; esto es si aplica el producto en forma. Lo más importante del humus es la acción integrada de todos sus elementos tanto físicos como químicos y allí sin duda no existe nada sobre la tierra que lo iguale.

2.9 Diferencia entre Composta y Vermicomposta

Las características químicas y microbiológicas de las compostas y las vermicompostas son muy semejantes. Sin embargo, la respuesta de los cultivos a la aplicación de vermicomposta suele ser superior a la de la composta convencional (Santamaría-Romero *et al.*, 2001)

El compostaje es un proceso biológico de descomposición de materiales orgánicos hasta la formación de un producto estable y rico en sustancias húmicas; predomina un proceso aeróbico en el cual las sustancias como: los azúcares, aminoácidos, lípidos y celulosa son descompuestos en menor tiempo por las bacterias, hongos y actinomicetes. En la lombricultura, al igual que en el compostaje se logra la transformación los compuestos orgánicos en compuestos estables y para eso es necesario crear condiciones ideales para la actividad microbiana, como la adecuada oxigenación y una alimentación balanceada. La intensa actividad microbiana durante este proceso provoca un aumento en la temperatura, para evitar este calentamiento que daña a las lombrices, se trabaja con camas de poca altura (Soto y Muñoz, 2002).

La producción de abonos orgánicos va tomando cada vez un mayor impulso. En exposiciones agropecuarias es posible encontrar lombricompostos sólidos y líquidos para la venta. Así mismo, la agricultura orgánica también extiende sus fronteras y cada vez son más los agricultores que adoptan esta metodología. En el suelo, el principal beneficio de la utilización de lombricompostos radica en el aporte de una elevada flora bacteriana (Crocagna *et al.*, 2000).

El compostaje es un método alternativo de recuperación de recursos, siendo su principal ventaja los bajos costos operacionales además de minimizar la contaminación ambiental. En las actividades hortícola el uso de la composta de lombrices produce en las plantas mejoras importantes en su aspecto, sanidad y rendimiento. Dicho abono puede combinar, mediante las enzimas producidas por su dotación bacteriana, sus elementos con los presentes en el terreno (Castillo *et al.*, 2003).

2.10 Uso y manejo de la Vermicomposta

El vermicompostaje ha sido ya propuesto como una ecobiotecnología de bajo costo capaz de estabilizar diferentes tipos de residuos entre ellos algunos derivados de la industria del aceite de oliva como el orujo seco y extractado. Aparece, de esta forma, la posibilidad de transformar un residuo en un recurso para uso agrícola en suelos degradados con bajo contenido en materia orgánica (Melgar *et al.*, 2000).

La vermicomposta es el producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del tracto digestivo de las lombrices, al utilizar este biofertilizante puede reducirse el uso de fertilizantes químicos (Velasco *et al.*, 2001). En el proceso de vermicomposteo participan lombrices y microorganismos que transforman los desechos orgánicos generados en los sistemas de producción urbanos y rurales. Este es un producto inicuo que puede usarse como mejoradores del suelo, aumenta la fertilidad y productividad así como también el crecimiento de las plantas (Corlay *et al.*, s/f).

En los países tropicales la vermicultura es un sistema productivo autosostenible en el tiempo, ya que no degrada el medio ambiente, es técnicamente aceptable y económicamente viable e integrado a un sistema de producción porcina, constituye un subsistema donde se reciclan los desechos (excretas animales) y se biotransforman en fertilizantes agrícolas que viene siendo el humus de lombriz (García *et al.*, 2000).

El uso de la materia orgánica como abono orgánico puede realizarse de diferentes formas una de ellas es su uso como acolchado que reduce la evaporación de agua de la superficie del suelo, disminuye la aparición y crecimiento de hierbas adventicias, mejora el crecimiento radical y favorece la absorción de nutrientes por parte de la planta y actúa como biocontrolador de fitopatógenos. Para conocer la

respuesta de la planta a la adición de materia orgánica al suelo, se ha propuesto el estudio de algunas actividades enzimáticas del mismo. Algunas de ellas han sido utilizadas como un índice de fertilidad del suelo al estar directamente relacionadas con la actividad microbiana del suelo (Melgar *et al.*, 2000).

La agricultura orgánica demanda el uso de abonos orgánicos para mantener sano el suelo y los productos cosechados libres de sustancias tóxicas (Nieto-Garibay *et al.*, 2002). Una alternativa de producción sustentable es el empleo de abonos orgánicos y biofertilizantes que aportan nutrientes al suelo y mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo aumentando así la producción de los cultivos (Jara-Peña *et al.*, 2003).

2.11 Suministro de elementos nutritivos

El descenso de la fertilidad del suelo agrícola ha sido alarmante en las últimas décadas. En la región mediterránea, el mayor responsable de la pérdida de fertilidad del suelo es la disminución de los niveles de materia orgánica de los mismos. La práctica más lógica para mantener o recuperar la fertilidad de los suelos es la adición de materia orgánica, la cual preferentemente debería estar estabilizada para producir efectos beneficiosos (Melgar *et al.*, 2000).

Muchos residuos orgánicos considerados como basura se utilizan para obtener productos con valor agregado, mediante el composteo. Éste es un proceso bio-oxidativo de transformaciones microbianas en condiciones controladas. Cuando en el proceso participan lombrices se le llama vermicomposteo. En ambos casos se desarrollan eventos físicos, químicos y biológicos que provocan cambios en el material orgánico en cierto periodo de tiempo. En la calidad final de la composta intervienen factores como tipo de sustrato (residuos orgánicos) y los que manipula el hombre (aireación, humedad, pH, temperatura y la especie de lombriz en el vermicomposteo) (Santamaría-Romero *et al.*, 2001).

La vermicomposta como fuente de materia orgánica producida por la lombriz, posee características de conservación de la humedad, aumenta el contenido nutrimental y la actividad fitohormonal, su utilización en vivero podría reducir al máximo el uso de fertilizantes químicos (Reyes-Alemán, 1999).

La captación de nutrientes es una herramienta que se debe tener en consideración para saber en qué momento deben realizarse las aportaciones nutricionales a los cultivos, a fin de conseguir unos buenos equilibrios entre los nutrientes y alcanzar producciones de mayor calidad, e incluso economizar en la aplicación de fertilizantes. Los excesos nitrogenados, especialmente en forma amónica, son perjudiciales para la captación de nutrientes como el calcio, al competir en su absorción y también promover un excesivo crecimiento vegetativo en detrimento del suministro a los frutos (Casero *et al.*, 1999).

Hernández *et al.*, (1995) mencionan que la materia orgánica en los agroecosistemas tiene mucha importancia sobre las características de los suelos como es la capacidad de retención de agua y la disponibilidad de los nutrientes esenciales. Así mismo, el adecuado manejo y aplicación de los nutrientes a los cultivos es una parte muy importante en el proceso de producción, en combinación con otros factores que ayuda aumentar el rendimiento y calidad de los productos (Ramos *et al.*, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización Geográfica de la Comarca Lagunera

La Región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México, se encuentra ubicada entre los meridianos 101°40' y 104°45' de longitud Oeste, y los paralelos 25°05' y 26°54' de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es 1,139 m. la región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28.8°C y una temperatura media de 19.98°C (Schmidit, 1989).

3.2 Ubicación de instalaciones, tratamientos y repeticiones a utilizar

El presente ensayo se estableció en otoño-invierno del 2003 y en primavera-verano del 2004 con la variedad de tomate Tequila en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Unidad Laguna, ubicado dentro de las instalaciones de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, la cual se localiza sobre el Km 1.5 del periférico Raúl López Sánchez, Torreón, Coahuila; México.

3.3 Descripción de instalaciones y tratamientos, repeticiones a utilizar

El invernadero es semicircular, el cual cuenta con una cubierta de acrílico reforzado, con una pared húmeda, extractores, en el interior cuenta con un piso de grava, sus dimensiones son de 8 metros de ancho por 23 metros de largo.

3.4 Manejo y desarrollo del cultivo

El día 29 de septiembre del 2003 se realizó el transplante en el invernadero. Se utilizaron bolsas negras de calibre 500, de 20 X 27 X 27 cm de alto, largo y ancho respectivamente. Las bolsas se llenaron con mezclas diferentes de arena y vermicomposta, se estableció una planta en cada maceta las cuales se colocaron dentro del invernadero en dos hileras; siendo un total de 90 macetas. La vermicomposta se obtuvo del estiércol de caballo, conejo y bovino en una porción 1:1 y posteriormente se mantuvo con la lombriz *Eisenia fetida* por 90 días.

3.5 Material inerte

Los materiales usados fueron arena de río, la arena se utilizó para hacer las mezclas con vermicomposta de lombriz. La vermicomposta se elaboró mediante la lombriz *Eisenia fetida*.

Cuadro 2: Los tratamientos que se utilizaron en el presente experimento fueron:

Tratamientos		Vermicomposta (%)	Arena (%)
Tratamiento	1	25	75
Tratamiento	2	30	70
Tratamiento	3	35	65

3.6 Manejo de plántulas

El sustrato de plantación, fue una mezcla de arena y vermicomposta esterilizado. La siembra se realizó el 29 de septiembre del 2003. Las plantas se transplantaron en bolsas de polietileno oscuras.

Se transplantaron dentro del invernadero un total de 90 plantas, colocando una planta por cada maceta.

3.7 Riego

Se le aplicó un sistema de riego por goteo, cada maceta tubo un gotero individual. No se tuvo una medición adecuada del agua el cultivo.

3.8 Podas

Se esta llevando acabo una poda de formación, ya que se pretende dejar un solo tallo por cada planta, el cual consiste en eliminar los brazos laterales, se quitan también los brotes axilares, además de las hojas inferiores debido a que ya están viejas y no desempeñan ninguna función, se elimina la mala hierva que brotan en las macetas. El material que se utilizó para la realización de las podas fueron, tijeras previamente esterilizadas en una solución de agua de llave y cloro.

3.9 Entutorado

El entutorado se sustenta en un entramado de alambre, sujetado a la estructura del invernadero. Para cada planta se emplea un hilo de plástico en el cual se enreda a la planta sujetando el hilo al tallo; esto se realizara durante el desarrollo de la planta hasta el final de su período de producción.

3.10 Polinización

La polinización se realizó manualmente desde que aparecieron las primeras flores mediante un cepillo dental eléctrico.

3.11 Variables adecuadas

Las variables evaluadas durante el tiempo del experimento fueron: diámetro ecuatorial del fruto, diámetro polar del fruto, número de Lóculos, °Brix y peso total. En los tres tratamientos se utilizó un diseño completamente al azar.

Para determinar el Diámetro Ecuatorial y el Diámetro Polar del Fruto se utilizó un vernier, para analizar el Número de Lóculos se utilizó una navaja para partir el tomate por la mitad, y después se contó el número de secciones en que estaba dividido cada uno de los frutos de tomate evaluados; para la determinación de los Grados Brix se utilizó un refractómetro de campo, este procedimiento consistió en poner pequeñas gotas de jugo del fruto de tomate en el refractómetro para hacer la lectura y para el caso del Peso Total del Fruto se utilizó un bascula electrónica.

3.12 Análisis estadístico.

Se realizaron mediante el paquete de diseños experimentales FAUANL versión 2.4, realizando comparación de medias mediante la diferencia mínima significativa al 5% (Olivares-Sáenz, 1993).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo al análisis de varianza para las variables que fueron evaluadas durante el desarrollo del experimento se encontró lo siguiente: el Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF) y el Peso Total del Fruto (PTF) presentaron diferencia significativa ($P < 0.5$) mientras que para el Diámetro Polar del Fruto (DPF), el Número de Lóculos (NL) y los Grados Brix ($^{\circ}$ Brix) no hubo diferencia significativa (cuadro 2).

Cuadro 3. Cuadrados medios y significancia estadística de los análisis de varianza para las variables evaluadas en tomate desarrollado en invernadero.

FV	gl	Cuadrados medios.				
		DEF	NL	DPF	PTF	GB
Tratamiento	2	0.042*	0.049 _{ns}	0.146 _{ns}	0.001*	0.546 _{ns}
Error	9	0.066	0.030	0.119	1869	6.138
Total	11					
CV %		4.85	7.89	5.11	18.06	54.55

FV = fuente de variación; gl = grados de libertad; DEF = diámetro ecuatorial del fruto; NL = número de lóculos; DPF = diámetro polar del fruto; PTF = peso total de los frutos; y GB= grados brix; ns = No significativo y * = diferencia significativa ($P < 0.05$).

4.1 Diámetro Ecuatorial del Fruto

Se determino que para la variable DEF si hubo diferencia ($P < 0.5$). Observándose que el tratamiento 3(35% Vermicomposta + 65% de Arena), con 5.625 cm presentó el mayor diámetro ecuatorial (Cuadro 4).

Cuadro 4. Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para la variable Diámetro Ecuatorial del fruto de tomate.

Tratamientos	Media (cm)	
3	5.6250	a
2	5.3075	ab
1	5.0750	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales; DMS (5%)

En el análisis estadístico de la variable DEF resultó que si hay significancia, esto quiere decir que los niveles de vermicomposta aplicados a los diferentes tratamientos si afectaron esta variable. Los resultados obtenidos con el nivel de 35% de vermicomposta, se asemejan a lo establecido por Gómez-Fuentes (2003), quien reporta diferencias altamente significativas entre los tratamientos, obteniendo una media de 7.0 cm, con un nivel de vermicomposta de 50%, estableciéndose que a mayor porcentaje de vermicomposta mayor DEF. Resultados similares se encontraron en otra investigación donde se evaluó el DEF en tomate, encontrándose los mejores tratamientos con los niveles de vermicomposta del 25 y 37.7%, con 7.24 y 7.05 cm respectivamente (Cano-Ríos y Márquez, 2003).

En otro estudio realizado por García-Gutiérrez (2004), quien evaluó vermicomposta (40% de vermicomposta y 60% de arena) en melón (*Cucumis melo* L.), obteniendo los mejores resultados con una media de 13.28 para el DEF, estos resultados no fueron superados debido a que son diferentes productos.

4.2 Peso Total del Fruto

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencias significativas ($P < 0.5$) entre los tratamientos para la variable del peso total. En el cuadro 4 se puede observar que el mejor tratamiento fue el tres (35% Vermicomposta + 65% de arena) con un peso promedio de 3.4 Ton h^{-1} , el cual resultó mayor al reportado por Cano-Ríos y Márquez (2003) para la variedad de tomate "Tequila". La relación señalada de una mayor vermicomposta genera mayor peso, lo cual ha sido demostrado en otros frutos, por ejemplo en el caso del melón fertilizado con vermicomposta también se encontró que los frutos con mayor peso, correspondientes al tratamiento con los niveles más altos de vermicomposta (40% vermicomposta y 60% de arena) (García-Gutiérrez, 2004).

Para obtener el peso por fruto se dividió el peso promedio total del fruto entre el número total de fruto, los valores obtenidos fueron: 143.96, 84.41, 73.29 g fruto⁻¹, para los tratamientos T1, T2 y T3 respectivamente. Gómez-Fuentes (2003) quien evaluó la variable peso de fruto del tomate en invernadero con vermicomposta al 12.5% y reportó diferencias altamente significativas con un valor promedio de 224.7 g y el menor fue de 218.3 g con el 50%. Cano-Ríos y Márquez (2003), reporta diferencias significativas entre los tratamientos con los niveles de vermicomposta en tomate del 25 y 37.5%, 234.13 y 230.9 g. Las cuales se asemejan en el presente estudio.

Cuadro 5. Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para la variable Peso Total del Fruto de tomate.

Tratamientos	Media (g)	Peso (g fruto ⁻¹)	
3	3427.5752	143.96	a
2	2009.7251	84.41	b
1	1745.0999	73.29	b

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales; DMS (5%)

4.3 Diámetro polar del fruto

El análisis estadístico de la variable DPF no se detectó diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Esto implica que cualquiera de los niveles evaluados de vermicomposta provocó el mismo efecto sobre esta variable. En otras palabras cualquiera de los tratamientos generó una respuesta similar en el diámetro polar del fruto (Cuadro 5). A pesar de la situación anterior, es necesario resaltar que los valores obtenidos en los tres tratamientos, resultaron superiores a los valores obtenidos por Cano-Ríos y Márquez (2003), quien obtuvo valores promedio de 6.0 y 5.6 cm para el diámetro polar de los frutos de tomate con los niveles de 25 y 37.5% de vermicomposta, respectivamente.

Cabe señalar que no hubo diferencias significativas a un nivel de 0.05 como lo demuestran los resultados obtenidos en los tratamientos T2, T3 y T1, con 6.9, 6.8 y 6.4 cm respectivamente (cuadro 6), si fueron superados por Gómez-Fuentes (2003), quien realizó una investigación en tomate con el 50% de vermicomposta ($P < 0.01$), generando un valor promedio de 6.2 cm.

Cuadro 6. Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para la variable DPF de tomate.

Tratamientos	Media (cm)	
2	6.9675	a
3	6.8825	a
1	6.4675	a

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales; DMS (5%)

4.4 Número de Lóculos

Para la variable NL no se registraron diferencias significativas entre los tratamientos. Es decir, cualquiera de los tratamientos provoca una respuesta similar en el número de lóculos (Cuadro 7). Estos resultados fueron superados por los valores obtenidos para esta variable por Cano-Ríos y Márquez (2003), quien realizó un estudio evaluando vermicomposta en tomate, obteniendo un valor promedio de 5.95 lóculos con 37.5% de vermicomposta.

Cuadro 7. Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para la variable Número de Lóculos del Fruto de tomate.

Tratamientos	Media	
3	2.4250	a
2	2.2500	a
1	2.1000	a

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales; DMS (5%)

4.5 Grados Brix

El contenido de °Brix no presentó diferencia significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, cualquiera de los tratamientos provocan una respuesta similar en el contenido de los °Brix (Cuadro 8). Sin embargo, aunque no hubo diferencia significativa, los resultados obtenidos en el presente experimento, al menos para los tratamientos T2 y T3, con 4.1 y 5.7 grados brix, respectivamente, resultaron similares o superiores a los valores promedio obtenidos por Cano-Ríos y Márquez (2003), quien obtuvo valores promedio de 4.5 y 4.3 grados brix, con 37.5 y 50% con vermicomposta, respectivamente.

Cuadro 8. Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para la variable Grados Brix del Fruto de tomate

Tratamientos	Media	
3	5.6850	a
2	4.1325	a
1	3.8075	a

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales; DMS (5%)

V. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos bajo condiciones del estudio, se llegaron a las siguientes conclusiones:

1. La vermicomposta utilizada como fertilizante orgánico aportó los elementos necesarios para el desarrollo de la planta de tomate, esto se puede confirmar por el hecho de que en los diferentes tratamientos, el genotipo utilizado completó su ciclo fenológico, resaltándose que en la mezcla de 35% de vermicomposta más 65% de arena fue el mejor tratamiento obteniendo mejores resultados, con respecto al DEF (5.6 cm) y PTF (1745.09 g)
2. Los tres tratamientos utilizados presentaron diferentes respuestas en las variables evaluadas con los diferentes niveles de vermicomposta.
3. La vermicomposta es un buen material para utilizarse como abono orgánico para los cultivos ya que de esta forma se puede obtener productos libres de contaminantes y además no se daña el ambiente.
4. Por último, de acuerdo a las observaciones hechas y a las condiciones en que se trabajó con el experimento, se lograron cambios significativos en el cultivo, un mayor DEF y mayor PTF; esto con respecto a las demás variables evaluadas, por lo tanto el objetivo planteado en este trabajo se logró ya que las variables evaluadas mostraron diferencias en su comportamiento con vermicomposta bajo condiciones de invernadero.

VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar-Ruiz, D., Guzmán-Plazola R., García-Espinosa R. y Díaz-Balderas V. 1999. Hongos habitantes del suelo asociados al cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Morelos, México. Pp: 1- 16.
- Antón, A., Montero I. J. y Muñoz P. S/F. Necesidades de agua del cultivo de tomate en invernadero. Comparación con el cultivo al aire libre. Instituto de Recerca y Tecnología Agroalimentaria. Barcelona, España. Pp: 369 – 374.
- Azpeitia-Hernández, F. 1994. Rendimiento y fenología de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) evaluados bajo condiciones de altas temperaturas en invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN Saltillo, Coah. México. "79 p".
- Berdea-Kima, 2002. Estudio sobre el compost en la CAPV: calidad y posibilidades de uso. Bilbao, España. Pp: 1 - 85.
- Cano-Ríos, P. y Márquez H. C. 2003. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. Campo experimental de la Laguna, km 17.5 carretera Torreón-matamoros, Apdo. Postal No. 247, C.P. 27000, Torreón, Coah., México. Pp: 1 – 7.
- Cantliffe, J. D. y VanSickle J. J. 2002. Industria Europea de invernaderos, prácticas de crecimiento y competitividad en el Mercado Estadounidense. Universidad de Florida, Instituto de Alimentos y ciencia Agrícolas (UF/IFAS). Pp: 1 – 6
- Cárdenas-Fonseca, L. s/f. "La guerra del tomate". Conferencia de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa. Simposio: "TLC y agricultura. ¿Funciona el experimento? Sinaloa, México. Pp: 1-19. Disponible: <http://agrinet.tamu.edu/trade/papers/guerrtom.pdf#search='exportacion%20de%20tomate%20en%20mexico'>. Fecha de recuperación: 15 de febrero de 2006.
- Cardoso-Vigueros, L. y Ramírez-Camperos E. 2000. Vermiestabilización de lodos residuales y lirio acuático. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitaria y Ambiental Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Pp: 3 – 6.
- Casero, T., Recasens I. Carrasco V. y Xucla F. 1999. Dinámica de acumulación de nutrientes en manzana. Universidad de Lleida- IRTA. pp: 465- 473.

- Castillo, A. E., Quarín H. S. e Iglesias C. M. 2003. Caracterización química y física de composta de lombrices elaboradas a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina. pp: 1 – 10.
- Combetto, A., Benedetti A. y Pelicano G. 1994. Invernaderos en comunidades rurales de la Jujeña. Instituto de Geografía. Universidad de Buenos Aires, Argentina. Pp: 1 – 9.
- Corlay, L., Ferrera Cerrato R., Etchevers J., Echegaray A. y Santizo J. A. s/f. Microorganismos mineralizantes del nitrógeno en el proceso de producción de vermicomposta. Scientific registration number 2348. Symposium N: 9. Colegio de Posgraduados, 5630 Montecillo, México. Pp: 1–4. Disponible: <http://nates.psu.ac.th/Link/SoilCongress/symp9/2348-t.pdf>. Fecha de recuperación: 20 febrero de 2006.
- Cracogna, M., Fogar, M., Iglesias, M., y Fernández, J. 2000. Ensayo en macetas de fertilización orgánica en maíz. Universidad Nacional del Noreste. Cátedra de Microbiología Agrícola - Facultad de Ciencias Agrarias - UNNE. Sargento Cabral. Argentina. Pp: 2 – 4.
- Estrada-Godínez, S. 1995. Evaluación en invernadero de 6 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) considerando rendimiento y calidad, a través de cortes y fertilización foliar. Tesis de licenciatura UAAAN – UL. Saltillo, Coah. México. “69 p”.
- Gatica-Sáez, 2004. Evaluación del efecto del riego temperado en la producción de plantines de tomate. Universidad Católica de Temuco, facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales. Escuela de Agronomía. Temuco, Chile. Pp: 1 – 92. Disponible: <http://www.uctem.cl/biblioteca/tesis-on-line/carlos-gatica/tesis.pdf#search='taxonomia%20del%20tomate'>. Fecha de recuperación: 15 de febrero de 2006.
- García, D. M., Macías M., Martínez V., Rodríguez M., Mastrapa L., Domínguez P. L. y Maderos M. C. 2000. Composición química de dos especies de lombrices de tierra (*Eisenia fetida* y *Eudrilus eugeniae*) obtenidas a partir de residuales porcinos. Instituto de investigaciones porcinas Carretera del Guatao, km 1, Punta Brava La Habana, Cuba. Pp: 1 – 7.
- García-Gutiérrez, L. 2004. Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo* L.) con vermicoposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah., México. “65 p”.

- García-Meroño, S. 2005. El mercado de invernaderos en Canadá. Instituto Español de Comercio Exterior. Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Toronto. Pp: 3 – 38.
- Gómez-Fuentes, L. 2003. Comparación de dos genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah., México. “77 p”
- Iskander-Cabrera, 2002. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. Department of Horticultural Sciences Texas A&M University. Saltillo, Coah., México. Pp: 1 – 9.
- Jara-Peña, E., Villegas A., Sánchez P., Trinidad A., Muratalla A. y Martínez A. 2003. Crecimiento vegetativo de frambuesa (*Rubís idaeus* L.) con aplicación de vermicomposta asociada con lupino (*Lupinus mutabilis* Sweet). Instituto de Socioeconomía Estadística e Informática. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Estado de México. Pp: 44 – 52.
- Hernández, I., Medina E. y López H. D. 1995. Respiración edáfica y aportes de materia orgánica por las raíces y la hojarasca en un cultivo de caña de azúcar. Instituto Venezolano de investigaciones científicas (IVIC). Caracas Venezuela. Pp: 121 – 142.
- Linares-Pedraza, O. 1999. Análisis de la producción y comercialización del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en México y el mundo. Monografía. Saltillo, Coah. México. “64 p”.
- Martínez, A. M. y Sánchez J. A. 1998. Comunidades de Lombrices de Tierra (*Annelida, Oligochaeta*) en un Bosque Siempre Verde y un Pastizal de Sierra del Rosario, Cuba. Instituto de Ecología y Sistemática. La Habana, Cuba. Caribbean Journal of Science, Vol. 36, No. 1-2, 94-103, University of Puerto Rico.
- Massieu-Trigo, C. C. s/f. “Guerra del jitomate” Comercio bilateral México – EU. y logros del TLC. Universidad Autónoma Metropolitana – Azcapotzalco. Av. San Pablo 180. Col. Reynosa. Del Azcapotzalco. C.P. 02200. Estado de México. Pp: 1– 14.
- Melgar, R., Benítez E., Sainz H., Polo A., Gómez M. y Nogales R. 2000. Los vermicomposta de subproductos del olivar como acolchado del suelo: efecto sobre la rizosfera. Madrid, España. Dep. Agroecología y Protección Vegetal. Pp: 1- 12.

Muro, J., Ecay E., Irigoien I., Salas Mc. y Urrestarazu M. 2003. Evaluación de un nuevo sustrato de cultivo procedente de residuos madereros en cultivo hidropónico de tomate en la Carnisa Cantábrica. Actas de hortícolas N° 39. X Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. Dpto. Producción Agraria. Universidad pública de Navarra. Almeria España. Pp: 1 – 3.

Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador B., Troyo-Diéguez E. Larrinaga-Mayoral J. A. y García-Hernández J. L. 2002. Uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible de chile (*Capsicum annum* L.). Interciencia Vol. 27 N° 8. México. Pp: 417 – 421.

Olivares-Sáenz, E. 1993. Paquete de diseños experimentales FAUANL, Versión 2.4 Facultad de Agronomía UANL. Marín, N. L.

Pastor-Sáez, N. J. 1999. Utilización de sustratos en viveros. Terra Vol. 17, N° 3. Universidad de Lleida. Dep. de Hortofruticultura, Botánica y Jardinería. Av. Rovira Roure, 177. Lleida, España. Pp: 231- 235. Disponible: <http://www.chapingo.mx/terra/contenido/17/3/art231-235.pdf> Fecha de Recuperación: 08 de marzo de 2006.

Pineda-Ramos, C. 1996. Respuesta de Genotipos de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al Acolchado y Riego por Goteo, Bajo condiciones de Invernadero. Tesis de licenciatura. Saltillo, Coahuila. México.

Ramos-Lara, C., Alcántara-González G., Galvis-Spinola A., Peña-Lomelí A. y Martínez-Garza A. 2002. Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cáscara en fertirriego. Terra N° 20. Instituto de Socioeconomía, estadística e Informática, Colegio de Posgraduados km 35.5. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México. PP: 465 – 469.

Reyes-Alemán, J. C., Ferrera-Cerrato R., Cortés-Flores J. I. y Alarcón A. 1999. Simbiosis Micorrizica y vermicomposta en el desarrollo de portainjertos de aguacate crecidos en sustratos agrícolas y forestal. Texcoco, México. pp: 64-79.

Reyes, C. J., Farrera C. R. y Alarcón A. 2001. Aplicación de vermicomposta y hongos micorrizicos en la producción de planta de aguacate en vivero. Estado de México. Pp: 80-87. Disponible: http://www.avocadosource.com/Journals/CICTAMEX/CICTAMEX_1998-2001/CICTAMEX_1998-2001_PG_080-087.pdf. Fecha de recuperación: 10 de octubre de 2004.

- Romero-Lima, M., Trinidad-Santos A. y García-Espinosa R. 2000. Producción de papa y biomasa microbiana en el suelo con abonos orgánicos y minerales. Revista Agrociencia, Vol. N° 34. Universidad Autónoma Chapingo, Pp: 1-15. Estado de México.
- Santamaría-Romero, S., Ferrera-Cerrato R., J. Almaraz-Suárez J., Galvis-Spinola A. y Barois-Boullard I. 2002. Dinámica y relaciones de microorganismos, C- Orgánico y N-total durante el composteo y vermicomposteo. Agrociencia N° 35. México D.F. Pp: 337-384.
- Schmidt, R. H., 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and ceptualization of the Sonora Desert. Journal of Arid Environments. 16:241-.256.
- Soto, G. y Muñoz C. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost, y su empleo en la agricultura orgánica. Manejo Integral de Plagas y Agroecología. Costa Rica. Pp: 123 – 129.
- Tabares, M. J., Rodríguez M. J., Zárate P., Navarro A. y Ruíz E. 2004. Cultivo de tomate en invernadero: Aplicación del sistema Nutricional stoller sin utilización de pesticidas. Granja Agrícola Experimental. Excmo. Cabildo Insular de Gran Canaria. Nuvecan S. L. Islas Canarias. Pp. 1 – 8.
- Toccalino, P. A. Roux J., Agüero y Celeste M. 2000. Comportamiento reproductivo de *Eisenia fetida* (lombriz roja californiana) durante las cuatro estaciones del año y alimentadas con distintos compostaje. Facultad de Ciencias Veterinarias UNNE. Corrientes - Argentina. Pp: 1 - 3.
- Vielma-Rendón, R., Ovalles-Duran J.F., León-Leal A. y Medina A. 2003. Valor nutritivo de harina de lombriz (*Eisenia fetida*) como fuente de aminoácidos y su estimación cuantitativa mediante cromatografía en fase reversa (HPLC) y derivatización precolumna con o-ftalaldehído (OPA). Dpto. de Ciencias de los Alimentos. Universidad de los Andes, Mérida 2P 5101. República Bolivariana de Venezuela. Pp: 125-134.
- Villarreal-Romero, M., García-Estrada R., Osuna-Enciso T. y Armenta-Bojorquez A. 2002. Efecto de dosis y fuente de Nitrógeno en rendimiento y calidad de poscosecha de tomate en fertirriego. Revista Terra, n°. 20. Centro de Investigación en Alimentación y desarrollo-Unidad Culiacán. km 5.5 Carr. Culiacán-Eldorado, Apartado Postal 32-A, Culiacán, Sinaloa, México. pp: 311-320.