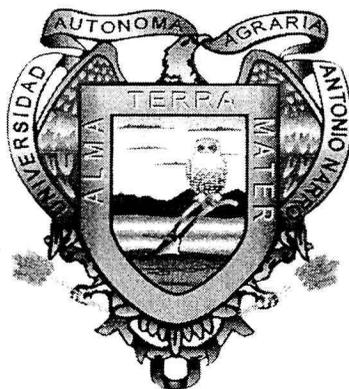


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**COMPARACIÓN DE DOS GENOTIPOS DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill.) EN MEZCLAS DE
VERMICOMPOSTA-ARENA BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

Por

LEOCADIO GÓMEZ FUENTES

T E S I S

**Presentada como requisito parcial
para obtener el título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO
NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

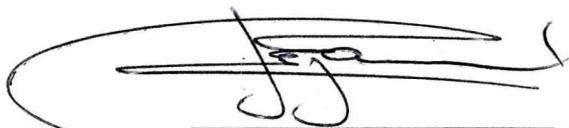
**TESIS QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DE H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO
DE**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

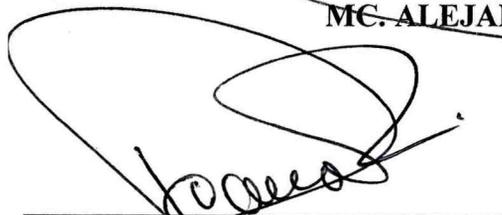
POR

LEOCADIO GÓMEZ FUENTES

APROBADA



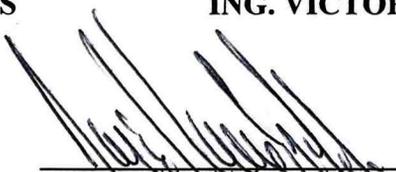
**MC. ALEJANDO MORENO RESÉNDEZ
PRESIDENTE**



**DR. PEDRO CANO RÍOS
VOCAL**



**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
VOCAL**



**VOCAL SUPLENTE
ING. JOSÉ ALONSO ESCOBEDO**



**ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**
COORDINACIÓN DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
UAAAN UL



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO
NARRO"
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**COMPARACIÓN DE DOS GENOTIPOS DE TOMATE (*Lycopersicon
esculentum Mill.*) EN MEZCLAS DE VERMICOMPOSTA-ARENA BAJO
CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

TESIS

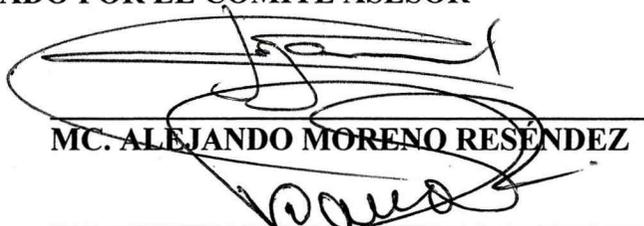
INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

POR

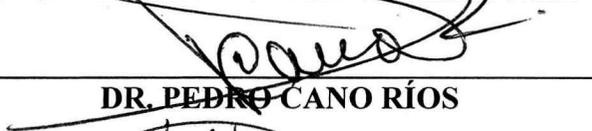
LEOCADIO GÓMEZ FUENTES

REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL


MC. ALEJANDO MORENO RESENDEZ

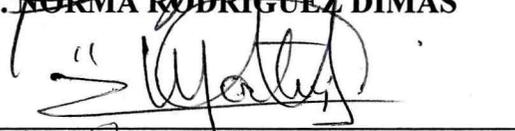
COASESOR


DR. PEDRO CANO RÍOS

COASESOR


MC. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

COASESOR


ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO


ING. ROLANDO LOZA RODRÍGUEZ



COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS
ASOCIACIÓN DE COASESORES DE CARRERAS AGRONÓMICAS
UAAAN - UL

Torreón, Coahuila, México

Octubre de 2003

AGRADECIMIENTOS

A **Dios** por darme la oportunidad de vivir, le doy gracias por brindarme todo lo necesario para que pudiera cruzar una meta mas en mi vida.

A mi "**ALMA TERRA MATER**" por haberme brindado todas las facilidades para la realización de mis estudios, que serán de gran importancia en mi vida profesional.

A la UAAAN-UL por haber financiado el desarrollo de este trabajo experimental.

A la Fundación Produce Coahuila, Fundación Produce Durango y al Patronato para la Investigación y Fomento de Sanidad de la Comarca Lagunera por haber proporcionado el financiamiento para la realización de la presente investigación.

De manera muy particular al MC. Alejandro Moreno Resendez, por apoyar y transmitir sus conocimientos, consejos y su gran amistad brindada, así como la paciencia brindada para la revisión de este documento.

De manera muy especial al Ph.D. Pedro Cano Rios, por todo el apoyo y paciencia brindado para realizar esta investigación y su apoyo total del la misma.

Para la MC. Norma Rodríguez Dimas, por su gran orientación, enseñaza y su gran apoyo para la realización de este trabajo.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto, por su invaluable apoyo en la realización de este documento.

Al Sr. Gerardo Palacios Vázquez, por su amistad y ayuda en la realización de este trabajo.

A todos los maestros del Departamento de Horticultura que de alguna manera contribuyeron en mi formación académica.

Al Sr. Abel el "CHINO" por su gran amistad y haberme dado consejos en los momentos mas difíciles.

A la secretaria Brenda Ojeda Juárez por su apoyo y amistad.

A mis compañeros de la especialidad de Horticultura: Raúl, Guillermo, Iván, Julián, Alfredo, Mariano, Juan de Dios, Lily.

DEDICATORIAS

A mis padres:

LEOCADIO GÓMEZ NÁVAR

MANUELA FUENTES PERALTA

Por haberme inculcado el respeto a las personas, la responsabilidad, disciplina amor y confianza en todo momento y por el esfuerzo que realizaron para darme el estudio.

A mis hermanos:

Roberto Gómez Fuentes “carnalito”, Josefina Gómez Fuentes y Lucio Gómez Fuentes, por su cariño apoyo y comprensión en todo momento.

A todas aquellas personas que creyeron en mi.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIAS	VI
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO.....	2
1.2 HIPOTÉISIS.....	2
1.3 METAS	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS EN SOLUCIÓN NUTRITIVA.....	4
2.2 IMPORTANCIA DE LOS GENOTIPOS	7
2.3 MEDIOS DE CRECIMIENTO PARA EL DESARROLLO VEGETAL	10
2.4 QUÉ ES LA COMPOSTA	14
2.5 VENTAJAS DE LOS ABONOS ORGÁNICOS.	17
2.6 ORIGEN DE LA VERMICOMPOSTA	18
2.7 COMPOSICIÓN DE LA VERMICOMPOSTA.....	19
2.8 PROPIEDADES DE LA VERMICOMPOSTA.....	20
2.9 VENTAJAS DE LA VERMICOMPOSTA.....	20
2.10 IMPORTANCIA Y PRODUCCIÓN DE LA VERMICOMPOSTA	22
2.11 CARACTERÍSTICAS DE LOS INVERNADEROS.....	30
2.12 PLAGAS DEL CULTIVO DE TOMATE	32
2.12.1 Ácaro del tomate (<i>Aculops lycopersici</i>).....	32
2.12.2 Mosquita blanca <i>Bemisia argentifolii</i> (Bellows & Perring).	33
2.12.3 Minador de la hoja (<i>Liriomyza munda</i>).....	36
2.12.4 Gusano alfiler (<i>Keiferia lycopersicella</i> Walshingham).	37

2.13	ENFERMEDADES DEL CULTIVO DEL TOMATE	38
2.13.1	Tizón temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	38
2.13.2	Tizón tardío (<i>Phytophthora infestans</i>).....	39
2.13.3	Damping Off o secadera de plántulas.....	40
2.13.4	Oidiopsis (<i>Leveillula taurica</i> Lev. Arnaud).....	40
2.14	ANTECEDENTES DE LA AGRICULTURA ORGÁNICA.....	42
3	MATERIALES Y MÉTODOS	46
3.1	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	46
3.2	UBICACIÓN Y DESARROLLO DEL EXPERIMENTO.....	46
3.3	MANEJO DEL CULTIVO EN EL INVERNADERO	46
3.3.1	Siembra y manejo	46
3.3.2	Preparación de los medios de crecimiento	47
3.3.3	Trasplante	48
3.3.4	Preparación de la solución nutritiva.....	48
3.3.5	Plagas y enfermedades.....	49
3.3.6	Características del invernadero	50
3.3.7	Aporcado y rehundido	51
3.3.8	Poda	51
3.3.9	Entutorado	52
3.3.10	Despunte.....	52
3.3.11	Polinización.....	52
3.4	VARIABLES EVALUADAS	52
3.5	DISEÑO EXPERIMENTAL	53
3.6	ANÁLISIS DE RESULTADOS	54
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55

4.1	RENDIMIENTO	55
4.2	PESO DE FRUTO	57
4.3	DIÁMETRO POLAR DE FRUTO	59
4.4	DIÁMETRO ECUATORIAL DE FRUTO	60
4.5	GRADOS BRIX.....	61
4.6	ESPESOR DE PULPA	63
4.7	NÚMERO DE LOCUS.....	64
5	CONCLUSIONES	66
6	RECOMENDACIONES	68
7	RESUMEN	69
8	LITERATURA CITADA.....	70
9	APÉNDICE	77

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	BCS. Productores Orgánicos del Cabo. Exportación de productos orgánicos, ciclos 1993-1996 (toneladas).....	42
Cuadro 2.	Tratamientos utilizados para el desarrollo del cultivo de tomate, bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.....	47
Cuadro 3.	Solución nutritiva que se aplicó al tratamiento testigo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL,2002.....	48
Cuadro 4	Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para la variable rendimiento de tomate en los tratamientos evaluados UAAAN-UL,2002.....	55
Cuadro 5	Peso de fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero, el ciclo Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL, 2002.....	58
Cuadro 6	Diámetro polar del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en el ciclo Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL,2002.....	60
Cuadro 7	Diámetro ecuatorial del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL, 2002.....	62
Cuadro 8	Grados Brix del fruto en tratamientos evaluados en tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno 2001-2002 UAAAN-UL,2002.....	63
Cuadro 9	Espesor de pulpa del fruto en tratamientos evaluados en tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno 2001-2002 UAAAN-UL,2002.....	64
Cuadro 10	Número de lóculos del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en el ciclo Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL, 2002.....	65

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro A1.	Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para la variable rendimiento para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL,2002.....	78
Cuadro A2.	Cuadrados medios de los ANOVA realizados, para las variables °Brix, espesor de pulpa, número de locos, peso, diámetro ecuatorial y polar en los tratamientos utilizados UAAAN-UL,2003.	78

1 INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicum esculentum*) es la hortaliza con mayor superficie de siembra en México (80,000 ha) en la cual se genera una producción aproximada de 464,000 ton siendo los estados de Sinaloa, Baja California, Jalisco, Tamaulipas los que generan la mayor producción.

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2002 alcanzó las 568 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 19.9 ton/ha con un poco más de 28.2 millones de pesos en valor de la producción (SAGARPA, 2002) y alrededor de 35 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio a agosto, obteniéndose bajos rendimientos.

En los últimos años la producción de hortalizas ha tenido cambios tecnológicos muy significativos en la aplicación de nuevas técnicas de producción que reducen efectos negativos del medio ambiente como lo son: riego por goteo, acolchados, invernaderos, abonos orgánicos, etc. Estas tecnologías además de elevar los rendimientos, mejoran la eficiencia del agua y los elementos nutritivos, reducen la contaminación y favorece la calidad del fruto.

La agricultura orgánica busca sustituir factores externos de producción por aquellos que puedan obtenerse en la granja o comunidad. Una de las alternativas viables y de bajo costo es la lombricomposta, esta biotecnología utiliza la lombriz de tierra como herramienta de trabajo, para el manejo de desechos orgánicos, en el cual se obtiene como resultado la producción de vermicomposta, generada a partir de diferentes residuos orgánicos, y la cual se puede utilizar como sustrato de crecimiento para el desarrollo de diferentes especies vegetales.

En la actualidad, uno de los problemas más graves que enfrentan los sistemas de producción intensiva es la degradación de los suelos, ya sea por erosión o bien por sobre explotación de los mismos, ante tal situación se ha establecido que con el uso de abonos orgánicos es posible mejorar diferentes características físicas, químicas y microbiológicas de los suelos, provocando un mejor desarrollo de las especies vegetales, sin embargo no se tienen bien definidas las dosis que se deben aplicar de los abonos orgánicos.

Por lo tanto, es importante aprovechar la capacidad que tienen algunos organismos del suelo para descomponer la materia orgánica como ciertas lombrices, lo cual trae como consecuencia un medio adecuado para el desarrollo de las especies vegetales, intentando así incrementar el rendimiento del cultivo.

En la actualidad no se conoce que porcentaje de vermicomposta es necesario para producir tomate bajo condiciones de invernadero, por lo tanto en este trabajo se pretende evaluar cual es la cantidad de la mezcla vermicomposta - arena que requiere el cultivo de tomate para incrementar la producción y calidad.

1.1 Objetivo

Determinar el comportamiento de dos genotipos de tomate bola indeterminado en diferentes mezclas de vermicomposta - arena bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera.

1.2 Hipótesis

Es posible producir tomate bola indeterminado en un sustrato vermicomposta - arena con alta calidad de fruto y aceptable rendimiento en comparación con un testigo con hidroponía

1.3 Metas

Establecer la concentración óptima de la mezcla vermicomposta – arena para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero con aceptable calidad de fruto y altos rendimientos (producir al menos un rendimiento aproximado de 150 ton/ha).

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de hortalizas en solución nutritiva

Iskander (2002) asegura que gran parte del éxito en la producción de plantas en maceta o contenedor requiere de una comprensión del ambiente único encontrado en la maceta y de como éste es afectado por las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados. Las propiedades físicas son consideradas como las más importantes para un sustrato, esto es debido a que si la estructura física de un sustrato es inadecuada, difícilmente se podrá mejorar una vez que se ha establecido el cultivo. En cambio, las propiedades químicas si pueden ser alteradas posterior al establecimiento del cultivo. Por ejemplo, si un sustrato no posee un pH o el nivel nutricional adecuado, estos puede mejorarse añadiendo enmiendas o abonos. Similarmente, un exceso de sales solubles puede remediarse con un lavado (o lixiviado) con agua de baja salinidad.

La hidroponía es una tecnología para desarrollar plantas en solución nutritiva (SN) (agua y fertilizantes), con a sin el uso de un medio artificial (arena, grava, vermiculita, lana de roca etc.) para proveer soporte mecánico a la planta (Lara, 2000).

El aspecto más importante de la hidroponía es la solución nutritiva, de ella depende la nutrición de las plantas y, por ende, la calidad y cantidad de la producción. Existe una relación directa entre la concentración de los elementos nutritivos y la conductividad eléctrica de la solución nutritiva. Al aumentar la conductividad eléctrica, la planta debe destinar mayor energía para absorber agua y elementos (Asher y Edwards, 1983; Ehret y Ho, 1968 citado por Lara, 2000). Este desgaste de energía puede ser en detrimento de energía metabólica. El conjunto de estos fenómenos puede ser reflejado en una disminución del desarrollo de la planta.

El uso mas eficiente de la SN se presenta con el sistema cerrado, es decir la solución nutritiva excedente es recuperada, regenerada y reciclada (Jensen y Collins, 1985).

Según Martínez (1997) un medio de cultivo o sustrato debe diseñarse para aumentar al máximo su contenido de agua y aire, la utilización de la vermicomposta proporciona estas cualidades físicas necesarias para el desarrollo de la planta, siempre y cuando sea aplicada antes del establecimiento del cultivo, además de aportar una interesante iniciativa destinada a regenerar y abonar las tierras en forma natural y económica. Es decir, restablecer un proceso que desde tiempos inmemorables era tarea de la lombriz: airear y abonar los suelos destinados al cultivo.

La elevada carga enzimática y bacteriana que presenta la vermicomposta aumenta la solubilización de los nutrientes haciendo que puedan ser inmediatamente asimilables por las raíces. Por otra parte, impide que estos sean lavados por el agua de riego manteniéndolos por más tiempo en el suelo (Martínez, 1997).

Según Lara (2000) la hidroponía es ampliamente usada en el mundo para la producción de los cultivos más rentables. El tomate es una de las especies hortícolas que más se produce en hidroponía, debido a su elevado potencial productivo, (el cual no es explotado completamente en el campo), a su demanda nacional y mundial, así como a su alto valor económico, principalmente cuando se produce en los periodos en que no se pueden establecer en el campo o cielo abierto.

La conductividad eléctrica apropiada para la producción de tomate está estrechamente relacionada con las condiciones ambientales (humedad relativa, temperatura y luz). Steiner (1973) y Resh (1991) observaron que las plantas toleran una mayor conductividad eléctrica en invierno que en verano.

En la hidroponía, las necesidades nutrimentales que tienen las plantas son satisfechas con los elementos o componentes que se suministran en la solución nutritiva. La cantidad de elementos nutritivos que requieren las plantas depende de la especie, la variedad, la etapa fenológica (Carpena *et al.*, 1987; Adams, 1994b).

La temperatura de la SN influye en la absorción de agua y de elementos nutritivos. La temperatura óptima para la mayoría de la variedades de tomate es aproximadamente 22°C, en la medida que la temperatura disminuye también disminuye la absorción y asimilación de los elementos (Lara, 2000). Sin embargo, Adams (1984b) reportó que la temperatura de la SN tiene aún mayor efecto en la absorción de P que de N y agua, a temperaturas menores de 15 °C.

Por otra parte, Lara (2000) estableció que, los aspectos de la solución nutritiva en que mayor medida influyen en la producción son: (1) la relación mutua entre los cationes, (2) la relación mutua entre los aniones, (3) la concentración de los elementos; debido a que éstos se encuentran en forma iónica, la concentración se expresa mediante la conductividad eléctrica (CE), (4) el pH, y (5) la temperatura.

La SN se compone de la mezcla de agua con oxígeno y los elementos esenciales en forma iónica. También algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la solución nutritiva (Steiner, 1973). Para que la solución nutritiva tenga disponibles los elementos nutritivos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los elementos pueden ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Lara, 2000).

2.2 Importancia de los genotipos

De acuerdo con Ortega *et al.* (1999) la mayor ventaja que se obtiene al usar genotipos resistentes a las plagas, es la inducción de un nivel constante de supresión sobre cada generación de la plaga, de modo que se reducen los gastos de producción, se conservan los enemigos naturales de la plaga, se preserva el ambiente y se disminuye la tasa de desarrollo de poblaciones de insectos resistentes a los insecticidas. Sin embargo, al igual que con otras técnicas de control, no todos los problemas causados por la mosquita blanca pueden ser resueltos por la resistencia. Lo más importante es reconocer que la resistencia vegetal contra dicho aleiródido no es la panacea, pero sí debe ser considerada en el desarrollo de programas de mejoramiento de los cultivos.

Los principales criterios para la elección del genotipo que se pretende establecer, según Diez (1999) son los siguientes:

- **Características de la variedad comercial.** Vigor de la planta, tipo de fruto, resistencias a enfermedades y/o plagas.
- **Tolerancia a factores de clima y salinidad**

Principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero Diez (1999).

Tipo Beef. Plantas vigorosas hasta el 6º-7º ramillete, a partir del cual pierde bastante vigor coincidiendo con el engorde de los primeros ramilletes. Frutos de gran tamaño y poca consistencia. Producción precoz y agrupada. Cierre pistilar irregular. Mercados más importantes: mercado interior, mercado exterior (EEUU).

Tipo Marmande. Plantas poco vigorosas que emiten de cuatro a seis ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.

Tipo Vemone. Plantas finas y de hoja estrecha, de porte indeterminado y marco de plantación muy denso. Frutos de calibre G que presentan un elevado grado de acidez y azúcar, inducido por el agricultor al someterlo a estrés hídrico. Su recolección se realiza en verde pintón marcando bien los hombros. Son variedades con pocas resistencias a enfermedades.

Tipo Moneymaker. Plantas de porte generalmente indeterminado. Frutos de calibres M y MM, lisos, redondos y con buena formación en ramillete.

Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 g, redondos, generalmente con dos lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

Tipo Cereza (Cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos.

Tipo Larga Vida. Tipo mayormente cultivado. La introducción de los genes Nor y Rin son los responsables de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor.

Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.

Tipo Ramillete. De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir si este tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado.

Tipo Daniela (R-144). Híbrido sumamente productivo con fruto bien firme y largo, período de conservación de larga vida de anaquel. Se trata de una planta vigorosa cultivada con éxito en condiciones de salinidad moderada. Cuaja bien en bajas temperaturas y responde satisfactoriamente a los estimulantes de crecimiento.

Brillante (FA-179). Híbrido que combina un fruto grande y fuerte con un buen sabor. La planta es compacta y se cultiva en otoño y verano, se recomienda una fertilización complementaria.

Abigail (FA-870). Variedad con un fruto mayor que el de Daniela, de un color sumamente atractivo. Adecuado para el cultivo en verano e invierno.

Gabriela. Para otoño, invierno y comienzos de la primavera, similar a Daniela.

Tenerife (FA-185). Un fruto del tipo generador de ganancias con larga vida. Se recomienda para la producción en otoño y primavera.

Catherine (FA-572). Planta del tipo Dumbo, más fuerte que la variedad 516. Para comienzos del otoño (Peso del fruto: 180-280 g).

Electra (FA-516). Planta del tipo Dumbo para la temporada de otoño. La fruta combina un tamaño gigante con una excelente firmeza y color.

Colette (FA-832). Planta relativamente resistente con un largo período de cuajado, fruto globoso con un peso de 180-280 g.

Francesca (FA-574, Adela). Similar a Catherine con frutos más grande (200-300 g).

2.3 Medios de crecimiento para el desarrollo vegetal

Los sustratos de crecimiento que se utilizan en los invernaderos para el desarrollo de las especies vegetales, de acuerdo con (Ansorena, 1994) se clasifican de la siguiente manera:

Suelo: Un suelo está formado por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso. Para un crecimiento satisfactorio para la planta, estos materiales deben de estar presentes en proporciones adecuadas.

La parte sólida del suelo está compuesta por formas tanto orgánicas como inorgánicas. La parte inorgánica está formada por los residuos de la descomposición de las rocas maternas, resultantes de los procesos físicos y químicos de intemperización.

La parte orgánica del suelo está formada por organismos tanto vivos como muertos. Insectos, gusanos, hongos, bacterias y raíces de las plantas, por lo general constituyen la materia orgánica viviente, mientras que restos de esos mismos animales y plantas en diversos estados de descomposición forman la materia orgánica muerta.

La fase líquida del suelo denominada solución del suelo, está formada por agua que contiene diversas cantidades de minerales disueltos, así como oxígeno y bióxido de carbono en solución. Por su parte la porción gaseosa del suelo es importante para el buen crecimiento de la planta. En suelos mal drenados, encharcados, el agua reemplaza al

aire, privando con ello a las raíces de las plantas así como a otros microorganismos aeróbicos deseables del oxígeno necesario para su existencia.

Arena: La arena consiste de pequeños granos de roca, de 0.05 a 2.0 mm de diámetro, formados como resultado de la intemperización de diversas rocas. La arena es el más pesado de los materiales que se utilizan como medio de crecimiento de las raíces, pesando alrededor de 1290 kg/m^3 . De preferencia debe ser fumigada o tratarla con calor antes de que se utilice como medio de crecimiento.

Turba: La turba está formada por restos de vegetación acuática, de pantanos, o marismas, que han sido conservados debajo del agua en estado de descomposición parcial. La falta de oxígeno en el pantano hace más lenta la descomposición bacteriana y química del material vegetal. La composición de los diversos depósitos de turba varía mucho, dependiendo del tipo de vegetación del que se haya originado, de su estado de descomposición, de su contenido de minerales y de su grado de acidez.

Musgo esfagnífero: El musgo esfagnífero comercial es el producto deshidratado de residuos jóvenes o porciones vivientes de plantas de pantanos, es relativamente estéril, ligero, y tiene una gran capacidad de retención del agua, siendo capaz de absorber de 10 a 20 veces su peso en agua.

Vermiculita: La vermiculita es un mineral micáceo que se expande mucho al calentarlo. Se han encontrado grandes depósitos del mismo en Montana y Carolina del Norte. Químicamente es un silicato hidratado de magnesio hierro-aluminio. La vermiculita una vez expandida, es muy liviana, pesando de 90 a 150 kg por m^3 , de reacción neutral con buenas propiedades de amortiguamiento químico e insoluble en agua. Puede absorber grandes cantidades de agua, de $400 \text{ a } 500 \text{ cm}^3 \text{ por dm}^3$. La vermiculita tiene una capacidad relativamente elevada de intercambio catiónico y así puede mantener

elementos nutritivos en reserva y después liberarlos. Contiene suficiente magnesio y potasio para proporcionar a las plantas.

Piedra pómez: La piedra pómez, está constituida químicamente por bióxido de silicio y óxido de aluminio, con cantidades pequeñas de hierro, calcio, magnesio y sodio en forma de óxidos. Este material se obtiene de minas en varias regiones de los estados occidentales de los EUA, encontrándose una de las fuentes en la Sierra Nevada. La piedra pómez se clasifica por cribado en diferentes tamaños, pero no es tratada con calor. Aumenta la aeración y el drenaje en la mezclas de suelo y se le puede usar sola o mezclada con musgo turboso.

Perlita: La perlita (un mineral silíceo de color blanco grisáceo), es de origen volcánico y se extrae de escurrimientos de la lava. El mineral crudo se tritura, criba y se calienta en hornos a 760°C, a cuya temperatura la pequeña cantidad de agua que existe en las partículas se convierte en vapor, expandiendo las partículas para que formen pequeños granos esponjosos, que son muy livianos, con un peso de 80 a 130 kg/m³. La alta temperatura de procesamiento proporciona un producto inerte. Ordinariamente, para usos hortícolas se utilizan partículas de 1.6 a 3.0 mm de diámetro. La perlita absorbe de 3 a 4 veces su peso en agua. En esencia es neutra, con un pH de 6.0 a 8.0, pero sin capacidad de amortiguamiento químico. A diferencia de la vermiculita, no tiene capacidad de intercambio catiónico y no contiene elementos minerales. Es muy útil para aumentar la aeración de las mezclas. En combinación con el musgo turboso, y la perlita.

Corteza desmenuzada: La corteza desmenuzada, el aserrín y las virutas de madera de palo rojo, cedro, abeto, pino o diversas especies de maderas duras pueden usarse como componentes en las mezclas de cultivo y propagación, sirviendo, en gran parte, igual que el musgo turboso. Es posible que este material necesite una cantidad adicional

de nitrógeno, suficiente para los requerimientos de descomposición del material, además de la cantidad que se usa para las plantas. La tasa de descomposición varía con la clase de madera. Debido a su costo relativamente bajo, su peso liviano y disponibilidad, estos materiales son ampliamente usados en las mezclas de suelos para plantas que se cultivan en macetas, pero hay que agregar elementos nutritivos complementarios.

Composta: La preparación de la composta puede definirse como la descomposición biológica de material orgánico voluminoso en condiciones controladas, que se efectúa en pilas o depósitos. El proceso se efectúa en tres pasos: 1) una etapa inicial, que dura unos cuantos días, en la cual ocurre la descomposición de materiales solubles fácilmente degradables; 2) una segunda etapa, de varios meses, durante la cual ocurren temperaturas elevadas y son desintegrados los compuestos de celulosa y 3) una etapa final de estabilización en la cual disminuye la temperatura, y los microorganismos colonizan el material. Los microorganismos comprenden bacterias, hongos y nematodos, y a menudo pueden encontrarse en gran número, en las pilas de composta organismos mayores como mariápodos, ácaros del suelo, escarabajos, tisanuros, lombrices, tijeretas, babosas, cochinillas y moscas de la fruta. Además, debido a que la composta puede contener semillas de malezas y nematodos, así como insectos y organismos patógenos dañinos, de preferencia debe pasteurizarse.

De acuerdo con García (2001) Uno de los problemas ambientales más importantes es el provocado por la generación de residuos sólidos municipales, mejor conocido como "basura", de los cuales el 50% aproximadamente son residuos orgánicos (restos de frutas y verduras, cascarones de huevo, hojas de árbol, hierba, estiércol, etc.).

De manera general el destino de los residuos son los tiraderos a cielo abierto, lotes baldíos y barrancas, donde se producen problemas de contaminación de aire, agua y

suelo, además de problemas a la salud. Por lo anterior es conveniente poner en práctica algunas medidas que nos ayuden a evitar esta problemática y aprovechar los residuos. La elaboración de composta es un ejemplo de como podemos reutilizar los residuos orgánicos.

2.4 Qué es la composta

De acuerdo con (Cruz 1986; Atiyeh y Arancon,2002; Ndegwa y Thompson, 2000) la composta es un abono natural, producido de basura orgánica por descomposición natural. Tiene las características de tierra de humus y es rica en elementos minerales. El proceso del compostaje se puede acelerar con medidas mecánicas (mezcla, revuelta, aireación, riego) o con ayuda de lombrices (lombricultura). En este proceso de compostaje se distinguen las siguientes fases:

1. La pre-fermentación, durante la cual se calienta el material hasta 60 - 70 °C. ese proceso tarda entre 2 semanas y 1 mes.
2. La maduración, durante la cual la composta tierna se transforma en un humus.
3. Fertilizador higiénico de alta calidad. Ese proceso tarda entre 3 y 9 meses, dependiendo del clima y de la técnica aplicada.

La compañía Emison (2003), establece que el compostaje ha sido una técnica utilizada desde siempre por los agricultores como una manera de estabilizar los nutrientes del estiércol y otros residuos para su uso como fertilizante. La generación de los abuelos sabía del valor de compostar sus residuos de jardín y cocina.

En sus orígenes el proceso del composteo consistía en el apilamiento de los residuos de la casa, los excrementos de animales y personas y los residuos de las cosechas para que se descompusieran y transformasen en productos más fácilmente

manejables y aprovechables como abono. El composteo era un proceso lento, no siempre se conservaban al máximo los elementos nutritivos y casi nunca se aseguraba la higiene de la mezcla. El compostaje que se practica en la actualidad es un proceso aerobio que combina fases mesófilas (15 a 45 °C) y termófilas (45 a 70 °C) para conseguir la descomposición de los residuos orgánicos y su transformación en un producto estable y valorizable (Núñez, 1998; Zavaleta, 1989).

Por otra parte la compañía Emison (2003), señala que la composta puede definirse como el producto que se obtiene al someter la materia orgánica a un proceso de fermentación aerobia que la transforma en una mezcla estable, lo más homogénea posible y que guarde una relación entre sus componentes que le confieren un buen valor agronómico. conversión en composta de los residuos orgánicos es una técnica conocida y de fácil aplicación, que permite obtener un fertilizante de manera racional, económica y segura, a partir de diferentes residuos orgánicos y conservar y aprovechar los nutrientes presentes en estos residuos. Entre sus cualidades más relevantes de la composta se destacan:

- La destacada mejoría de las propiedades químicas y bioquímicas de los suelos.
- Mayor retención de agua en el suelo.
- Ahorro económico en abonos químicos.
- Es un sistema de reciclaje, con una útil revalorización del residuo.

La composta es aplicable como sustrato, teniendo importancia su uso en el cultivo de plantas ornamentales.

- **Beneficios de la composta** según_(Cruz 1986).

Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad.

Mejora las propiedades químicas del suelo. Aumenta el contenido de macronutrientes N, P, K, y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y es fuente y almacén de elementos nutritivos para los cultivos.

Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos que viven a expensas de los residuos orgánicos y contribuyen a su mineralización.

La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

- **Aplicaciones de la composta**

Según la época en la que se aporta al suelo y el cultivo, pueden manejarse dos tipos de composta:

Composta madura. Es aquella que está muy descompuesta y puede utilizarse para cualquier tipo de cultivo pero en cantidades iguales tiene un valor fertilizante menos elevado que la composta joven. Se emplea en aquellos cultivos que no soportan materia orgánica fresca o poco descompuesta y como cobertura en los semilleros.

Composta joven. Está poco descompuesta y se emplea en el abonado de plantas que soportan bien este tipo de composta (patata, maíz, tomate, pepino o calabaza).

La elaboración de mantillo o composta está indicada en los casos en que la transformación de restos de cosechas en el mismo lugar es complicada, debido a que:

Existe una cantidad muy elevada de restos de la cosecha anterior, que dificultan la implantación del cultivo siguiente.

Se trata muchas veces de residuos muy celulósicos, con una relación C/N alta, lo que se traduce en un bloqueo provisional del nitrógeno del suelo.

2.5 Ventajas de los abonos orgánicos.

Los abonos orgánicos muestran sobre los químicos las siguientes ventajas (Núñez, 1998):

- Mayor efecto residual.
- Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo a través de su efecto sobre la estructura (granulación y estabilidad de agregados la porosidad y la densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos con los nutrientes manteniendo a éstos en forma aprovechable para las plantas.
- Reducción de la erosión de los suelos, al aumentar la resistencia de los agregados a la dispersión por el impacto de las gotas de lluvia y al reducir el escurrimiento superficial.
- Elevación de la capacidad de intercambio catiónico del suelo, protegiendo los nutrientes de la lixiviación.
- Liberación de CO₂ que proporciona la solubilización de nutrientes.
- Abastecimiento de carbono orgánico, como fuente de energía a la flora microbiana heterótrofa.

Además Zavaleta (1998) señala lo siguiente para los modificadores orgánicos.

- Mejora la aireación del suelo.
- Proporciona al suelo partículas coloidales capaces de retener e intercambiar nutrientes.
- Amortigua los cambios de pH.
- Ayuda a la nutrición de microelementos de la planta a través de reacciones de quelación.
- Afecta la formación de complejos metal- orgánicos estabilizando los micronutrientes en el suelo.

Mantiene una población microbiana grande y variada, que favorece el control biológico.

2.6 Origen de la vermicomposta

La vermicomposta, también conocida como lombricomposta, es un sustrato orgánico por excelencia, y es el producto que sale del tubo digestor de la lombriz. Es limpia, suave al tacto y su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción. Posee propiedades coloidales que al aumentar la porosidad y aereación del suelo contribuyen a la infiltración y retención del agua y al desarrollo radicular. Potencializa los cultivos al incorporar a la rizósfera elementos nutritivos en forma inmediatamente asimilables. Estimula la bioactividad al tener los mismos microorganismos benéficos del suelo, pero en mayor cantidad, crea un medio antagónico para algunos patógenos existentes, neutraliza sustancias tóxicas como restos de herbicidas, insecticidas, solubiliza los elementos nutritivos poniéndolos en condiciones de ser aprovechados por las plantas gracias a la

presencia de las enzimas que incorpora y sin las cuales no sería posible ninguna reacción bioquímica. Además tiene la capacidad para controlar el dumping o mal olor de los almácigos por su pH cercano a 7 y su activa vida microbiana ya que no ofrece un medio óptimo para el desarrollo de los hongos patógenos (Núñez, 1998; Zavaleta, 1989; EADM, 2003).

Para la obtención de la vermicomposta se requiere de la actividad biológica de la lombriz roja californiana. El tiempo que tarda la lombriz en formar el sustrato puede variar dependiendo de la estación del año: En verano, el abono estará listo para ser usado al cabo de dos meses, en invierno, en cambio, demorará unos meses más (cinco o seis) (EADM, 2003).



Figura 1. Lombriz roja Californiana (*Eisenia fetida*) y Vermicomposta de lombriz

2.7 Composición de la vermicomposta

La composición y calidad de la vermicomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que consume la lombriz: una mezcla bien balanceada permite obtener un material de excelente calidad. Aun así la calidad de los elementos nutritivos contenidos en el lombricompuesto es muy variable. Se han realizado pruebas comparativas de fertilidad con terrenos tratados con abono químico y otros con lombricompuesto. Los resultados luego de 6 años de prueba fueron los siguientes: el primer año al incremento logrado con

el lombricompuesto fue de 250 % el segundo 100%, el tercero 70%. Así, por ejemplo las experiencias indican que en hortalizas se lograron berenjenas en 65 días, tomates en 55 días y achicorias de 35-45 cm (De Sanzo y Ravera, 2000).



Figura 2. Manejo de la vermicomposta en campo abierto

2.8 Propiedades de la vermicomposta

La vermicomposta influye en forma efectiva en la germinación de las semillas, favorece la formación de micorrizas, acelera los procesos fisiológicos de brotación, floración, maduración, sabor y color. El lombricompuesto aumenta notablemente el porte de plantas, árboles y arbustos en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y evita el shock por heridas o cambios bruscos de temperatura y humedad (Bravo – Varas,1996; Jensen, 1997; de Sanzo y Ravera, 1999).

2.9 Ventajas de la vermicomposta

El uso de la vermicomposta en la producción agrícola se ha promovido debido a que, este material según cita (Atiyeh y Arancon,2002; Ndegwa y Thompson, 2000; Nuñez, 1998; Bravo – Varas, 1996; Jensen, 1997; de Sanzo y Ravera, 1999), tiene las siguientes ventajas:

- Su pH neutro lo hace sumamente confiable para ser usado con plantas delicadas.
- Aporta y contribuye al mantenimiento y al desarrollo de la microflora y microfauna del suelo.
- Favorece el desarrollo radicular.
- Regula el incremento y la actividad de los nitritos del suelo.
- Facilita la absorción de los elementos nutritivos por parte de la planta.
- Transmite directamente del terreno a la planta hormonas, vitaminas, proteínas y otras fracciones humificadoras.
- Aporta nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, boro, y los libera gradualmente, e interviene en la fertilidad física del suelo porque aumenta la superficie activa.
- Absorbe los compuestos de reducción que se han formado en el terreno por compresión natural o artificial.
- Mejora las características estructurales del terreno, desligando los suelos arcillosos y agregando los suelos arenosos.
- Neutraliza eventuales presencias contaminadoras, (herbicidas, ésteres fosfóricos).
- Evita y combate la clorosis férrica.
- Facilita y aumenta la eficacia del trabajo mecánico del terreno.
- Por los altos contenidos de ácidos húmicos y fúlvicos mejora las características químicas del suelo.

- Mejora la calidad y las propiedades biológicas de los productos del agro.

2.10 Importancia y producción de la vermicomposta

Las lombrices de tierra consumen residuos animales y vegetales en proceso de descomposición, es decir pre-digeridos por microorganismos especializados: bacterias, hongos y otros. Estos organismos degradan las proteínas y la celulosa transformándolas en sustancias más simples y de fácil asimilación (por ejemplo los aminoácidos, resultantes de la digestión aeróbica de las proteínas). También se nutren con diminutos hongos y por supuesto, los antibióticos que se encuentran en ellos que le sirven al animal para inmunizarse y crecer. Cuando la lombriz elimina mediante la excreción, las moléculas de estos antibióticos, dejará una masa bacteriana antibiotizada, compuestos bioestimulantes que estaban contenidos en el citoplasma de los hongos y microorganismos fúngicos en disminución. Se calcula la presencia de 2 billones de bacterias por gramo de lombricomposto. Su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas al ataque de plagas y patógenos como también la resistencia a las heladas (Allievi *et al.*, 1987).

Actualmente, los aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente han impregnado su huella en la concepción de los sustratos de crecimiento vegetal, de tal manera que ahora se incluye como un elemento de selección, que los materiales usados como sustratos sea reciclables, ya que este tipo de sustratos optimizan el uso del agua y evitan el lavado de los elementos nutritivos. A tono con lo anterior los grupos ecologistas han presionado para suprimir materiales provenientes de yacimientos naturales, así como también exigen la supresión del uso de sustratos provenientes de materiales no reciclables. Lo anterior a motivado que cada vez sea mayor el uso de sustratos reciclables y biodegradables, entre los cuales se encuentra la vermicomposta (Zaidan, 1997).

La composta que se genera como resultado de la acción de las lombrices sobre los residuos orgánicos contiene mayor cantidad de elementos nutritivos, los cuales son mucho más fácilmente asimilables para las plantas - tales como nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, y manganeso (Huntoon, 1997).

La compañía Infoagro (2002) con relación a la importancia de la vermicomposta resalta los siguientes puntos:

- **Porque compostar**

Se obtiene fácilmente y sin costo un abono orgánico de calidad superior, que se puede utilizar en el jardín, el huerto o la agricultura.

Es el mejor método de valorar los desechos de cocina, los estiércoles animales y en generación todos los residuos orgánicos.

Para la higiene y la salud humana, la fertilización con vermicomposta es mucho mejor que el abono con estiércol.

La vermicomposta puede reemplazar los fertilizantes químicos y, por consecuencia asegurar economías importantes.

Si se pone en práctica la lombricultura, se pueden producir lombrices que sirven como alimento a pollo, peces o camarones.

En regiones rurales sin servicio municipal de recolección de basura, se puede eliminar una gran parte del problema de basura con el compostaje.

Produciendo vermicomposta en su jardín, las personas pueden contribuir individualmente a la protección del medio ambiente.

- **¿Que materiales se pueden compostar con las lombrices?**

Los materiales que se pueden transformar en composta son las siguientes:

- césped cortado, cenizas de leña, estiércoles, plumas, hojas de árboles.
- periódicos y los desperdicios de cocina y del huerto.
- Cáscaras y desechos de verduras, granos, legumbres y frutas.
- Cáscaras y desechos de huevos, nueces etc.
- Desechos de horchata, té o café.
- Papel de servicio usado (papel higiénico, papel de cocina).
- Cabello cortado, plumas..
- Desechos de jardín o huerto.
- Desechos de plantas decorativas (con o sin tierra), flores decorativas.
- Desechos sólidos de cocina (pan dañado, desperdicios de queso etc.).
- Desechos de madera sin laqueado o pintura, astillas, viruta, aserrín etc.
- Paja usada de animales domésticos.
- Ceniza en pequeñas cantidades.
- Estiércoles de animales (conejo, vaca, oveja, chivo, aves).
- Heces fecales.
- Desechos agrícolas.

• **¿Que materiales no se deben compostar con lombrices?**

Desechos Reciclables:

- Metales.
- Vidrio.
- Plásticos.
- Aceites minerales, lubricantes.
- Residuos de pintura o solventes.
- Desechos no reciclables:
- Comida cocinada, líquida o espesa.
- Desechos de carne, piltrafa.
- Desechos de madera pintada o laqueada.
- Pañales desechables, compresas higiénicas.
- Colillas de cigarro, fósforos usados.
- Desechos de barrido.
- Medicamentos.
- Desechos químicos, detergentes etc.

- **Cómo se hace el Compostaje con lombrices?**

El principio de la lombricultura es como el del compostaje normal, solamente que se agregan lombrices al material. El objetivo de la lombricultura es acelerar el proceso del compostaje con ayuda de lombrices y obtener un compostaje de mejor calidad. La lombricultura funciona mejor si se utilizan estiércoles como materia prima para la alimentación de las lombrices (Röben, 2003).

- **Factores que condicionan el proceso del compostaje.** Según (Corlay, 1997) Son los siguientes:

Como se ha comentado, el proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad descomponedora se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación. Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son, de acuerdo con (Burgueño, 2001).

Temperatura. Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 °C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados (Alexander, 1980).

Humedad. En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una

putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60% (Corlay, 1997).

pH. Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5 y 8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia, (pH= de 6 a 7,5) (Corlay, 1997).

Oxígeno. El vermicomposteo es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada (Corlay, 1997).

Relación C/N equilibrada. (Corlay, 1997) indica que el carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener una composta de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman la composta. Si la relación C/N es muy elevada, >35 disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja, <25 no afecta al proceso de compostaje, perdiéndose el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener una vermicomposta equilibrada. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el aserrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones animales y los residuos de matadero.

Población microbiana. El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetes (infoagro 2002).

- **Propiedades físicas de la vermicomposta**

Las propiedades físicas constituyen el conjunto de características que describen el comportamiento del sustrato en relación con su porosidad, situación que determina las fracciones sólida, líquida y gaseosa del sustrato. Las principales propiedades físicas de los sustratos son: a) la forma, b) el tamaño, c) la composición o disposición en la mezcla, d) la granulometría, e) la densidad o peso, f) la compresibilidad, g) la rugosidad, h) las características superficiales, i) la estructura interna e isotropía (Bastida, 2001; Bravo – Varas, 1996; Jensen, 1997; de Sanzo y Ravera, 1999).

Adicionalmente Reines (1998) destaca las siguientes propiedades físicas de la vermicomposta:

- Mayor cohesión del suelo.
- Incrementa la circulación del agua y el aire.
- Aumento de la permeabilidad.
- Mayor retención de agua.
- Mejora los suelos arcillosos y arenosos.
- La capa que la contiene es suelta y uniforme.

- **Propiedades químicas de la vermicomposta**

Reines (1998) destaca que la vermicomposta presenta las siguientes propiedades químicas:

Equilibra las funciones químicas del suelo debido a sus condiciones de humificación y mineralización de la materia orgánica nitrogenada, facilitando la absorción de los elementos nutritivos por parte de las plantas (Ducasal, 2002).

Aumenta la capacidad de intercambio de iones del suelo por la formación de complejos arcillo-húmicos absorbentes y es reguladora de los elementos nutritivos de las plantas.

Favorece la formación de complejos potasio-húmicos que mantiene el potasio asimilable por la planta. Atenúa la retrodegradación del potasio. Desprende el gas carbónico que se obtiene por la oxidación lenta de la vermicomposta, solubiliza ciertos minerales, con la cual moviliza los elementos esenciales hacia la planta (Ducasal, 2002).

- **Propiedades biológicas de la vermicomposta**

Corlay (1997) menciona que la parte biológica de la vermicomposta involucra a las propiedades físicas y químicas, pues son los microorganismos y su metabolismo los responsables de comer, triturar, mezclar y transformar la materia orgánica. Esta transformación se lleva a cabo en diferentes etapas y periodos; en cada una de ellas miles de microorganismos colonizan, se desarrollan, se multiplican y modifican la materia orgánica, lo que a su vez facilita la colonización de otros nuevos microorganismos, mas apropiados a las nuevas condiciones que llegan a predominar sobre los anteriores. Esta sucesión natural solo se detiene hasta que la materia orgánica inicial queda convertida en

substancias mas estables que aglutinan iones y sales minerales aprovechables y disponibles para la nutrición de las plantas.

Así mismo Corlay (1997) menciona que al producto final se le conoce como humus, compost, composta, abono orgánico, etc. y en algunos casos, cuando se procesa con lombrices, se le distingue con otros nombres tales como: lombricomposta, vermicomposta, humus de lombriz, abono de lombriz, casting, excretas de lombriz, etc.

2.11 Características de los invernaderos

Sade (1998) y Burgueño (2001) destacan algunas características de los invernaderos, los cuales se describen en los siguientes párrafos:

Definición: Al invernadero se le puede definir como una construcción cubierta y abrigada artificialmente con el fin de construir un medio ambiente favorable para el desarrollo las plantas. Su principal aprovechamiento, se obtiene cuando, sin prescindir del clima natural y aprovechándolo al máximo, en beneficio de los cultivos, se logra aumentar la calidad y los rendimientos en menores superficies menos tiempo, ya con estas estructuras se ha obtenido hasta un 300% más de rendimiento respecto a los rendimientos y calidad de los cultivos desarrollados a la intemperie.

Finalidad: En las hortalizas que se producen bajo condiciones de invernaderos, el principal objetivo que se persigue es la obtención de cosechas en épocas fuera de estación, esto en base a la precocidad que se logra en este tipo de explotación. Otros objetivos de los invernaderos son mejorar la calidad del producto y el aumento en los rendimientos al programar las siembras y proporcionar un cuidado especial a los cultivos, haciendo un uso más eficiente de los recursos agua, clima y suelo disponibles.

Los invernaderos contribuyen de una manera notoria a la obtención de cosechas de gran calidad como consecuencia de la protección que se ejerce contra ciertos agentes climáticos como son: sequías, heladas, vientos, granizo, radiación excesiva, lluvia, etc.), que alteran la calidad de los frutos. Esta característica ofrece un gran atractivo, sobre todo en aquellos cultivos destinados preferentemente, a los mercados internacionales que exigen gran calidad.

Ventajas:

- Precocidad en las cosechas (se acorta el ciclo vegetativo).
- Aumento en el rendimiento (hasta un 300%).
- Programación de cosechas (fuera de época).
- Mayor calidad de frutos (uniformes, sanos y no contaminados).
- Ahorro de agua (recuperación del 60 – 80 % en el agua evapotranspirada por el cultivo).
- Mayor control de plagas y enfermedades.
- Utilización de riegos a presión (aspersión y goteo).

Todas las ventajas que proporcionan los invernaderos hay que saberlas explotar al máximo para sacar de ellos el mayor beneficio posible. Esto no se logra si el productor, al poner en explotación, no toma en cuenta los principios fundamentales siguientes:

- Empleo de semillas mejoradas y variedades seleccionadas para cultivo en invernadero.

- Control del medio ambiente (temperatura y humedad).
- Técnicas de cultivo adecuadas (riegos, control de plagas, etc.).

Desventajas:

- Su mayor desventaja es que dificulta la ventilación cenital.
- Alta inversión inicial.
- Alto costo de operación.
- Requiere de personal ejecutivo de alto nivel, de experiencias prácticas y conocimientos teóricos.

2.12 Plagas del cultivo de tomate

2.12.1 Ácaro del tomate (*Aculops lycopersici*)

Se considera originario Australia, aunque desde hace mucho tiempo se halla distribuido por la mayor parte de las regiones tomateras, siendo su incidencia más importante en las áreas de clima templado o cálido. Coloniza los cultivos realizados al aire libre y los llevados a cabo bajo protección plástica o en invernadero (Nuez, 1999).

Características morfológicas. Los huevos son semiesféricos, hialinos y refringentes. La larva o ninfa de primera edad y la de la segunda edad se parecen a los adultos, pero son de menor tamaño y un poco más ensanchadas en la parte anterior. Los adultos son alargados, de aspecto vermiforme, de color blanco-amarillento o anaranjado, con dos pares de patas dispuestos en la parte anterior del cuerpo. El tercio anterior del cuerpo presenta estrías longitudinales en el dorso; el resto es anillado, con estrías o surcos transversales. En el extremo posterior tiene dos largas sedas curvadas. El poder

multiplicativo de este eriófito es elevado en condiciones óptimas. Así, completa el ciclo biológico en tan solo 6 ó 7 días a 27°C y 30% de humedad relativa (Lacasa y Contreras 1999; Nuez,1999).

El ácaro *Aculops lycopersici* se desarrollo bien sobre un buen número de Solanáceas (tomate, patata, tabaco, berenjena, pimiento) y en diferentes plantas espontáneas, que sirven de reservorio para la colonización de los cultivos. El tomate parece el hospedante más apropiado para el desarrollo y multiplicación de este organismo alcanzando niveles de plaga (Nuez,1999).

Daños y evolución. Para alimentarse, el ácaro hinca el corto estilete en el tejido, inyecta saliva y absorbe el contenido de la célula. Al principio, los órganos afectados toman un aspecto verde aceitoso, luego las células vacías, llenas de aire, proporcionan tonos “plateados” que adquieren aspecto “bronceado” antes de acartonarse y desecarse.

Alpi y Tongnoni (1999) señalaron que las poblaciones del ácaro se localizan, inicialmente, en el envés de las hojas de la parte baja de la planta, pasando desapercibidas hasta que les delatan los síntomas. A medida que las poblaciones crecen van colonizando el haz, los peciolo, los tallos, los frutos e incluso las flores. Van ascendiendo a medida que se va desecando la parte baja que ocupan.

2.12.2 Mosquita blanca *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring).

De acuerdo con Anaya *et al.*, (1999) la mosquita blanca presentan las siguientes características de la mosquita blanca.

Descripción morfológica de la mosquita blanca. Las mosquitas blancas son insectos chupadores, que se localizan en el envés de las hojas hospederas. Presentan metamorfosis incompleta; es decir, que su ciclo biológico se conforma de huevecillo, ninfa

y adulto. La hembra oviposita en el envés de la hoja y coloca los huevecillos desordenadamente en posición vertical, éstos tienen forma de huso, con el polo anterior más agudo que el posterior, y llevan en esta parte un pedicelo corto de aproximadamente 300 μ . (Mejía, 1998).

Cuando están recién ovipositados son verde pálido, después adquieren una coloración castaño oscuro; miden un promedio de 0.089 a 0.186 y presentan el corión completamente liso y brillante. La ninfa recién nacida es de forma oval, aplanada, semitransparente y de color verde pálido. Se encuentra en el envés de las hojas, dando la apariencia de una pequeña escama. En vista dorsal, el cuerpo es más ancho en la parte anterior, además éste está rodeado por un anillo angosto de cera blanca. Las ninfas pasan por cuatro instares, el último recibe el nombre de "pupa" (Anaya *et al.*, 1999). El adulto tiene alas de color blanco, mientras que los apéndices del cuerpo tienen un tinte amarillento. Mide en promedio 0.433 mm de largo por 0.270 mm de ancho (Alpi y Tognoni 1999).

Biología y hábitos de la mosquita blanca. El tiempo de incubación del huevecillo depende de la temperatura; por ejemplo, a 20 °C tarda 11.5 días, en cambio si la temperatura es de 30°C, la incubación tardará 5.4 días. Al quedar la ninfa libre del corión, se mueve por un tiempo variable antes de insertar su estilete en un lugar definitivo, para después volverse sésil y alimentarse por aproximadamente cinco días antes de mudar por primera vez. Después de que la ninfa ha empezado su alimentación pasa por dos instares ninfales más, para posteriormente pasar a un estado de inactividad y latencia denominado "pupa". Cada estadio tiene una duración que varía de cinco a seis días para el primero, dos a cuatro días para el segundo y cuatro a seis para el tercero. La fase de pupa dura aproximadamente de seis a 10 horas. (Alpi y Tognoni 1999; Anaya *et al* 1999).

Daños provocados por la mosquita blanca. El daño directo lo causan las ninfas y los adultos por la succión de nutrientes, principalmente aminoácidos y azúcares de transporte, a la planta a través de su aparato bucal. Esta actividad ocasiona el amarillamiento de la hospedera, la cual detiene su crecimiento e incluso puede llegar a morir cuando la población del insecto es muy alta. Otro daño causado por la mosquita blanca es la excreción de la mielecilla sobre las hojas, en las cuales se desarrolla una fungosis negra llamada fumagina, además del daño directo y succión de nutrientes, las ninfas y adultos transmiten enfermedades, particularmente virales, que pueden destruir comercialmente un cultivo en unos cuantos días. (Anaya *et al.*, 1999).

Control biológico de la mosquita blanca. En cuanto a los agentes de control biológico, la mosquita blanca tiene varios enemigos naturales, entre los que se encuentran insectos y ácaros depredadores e insectos parasitoides, como es el caso de las crisopas y los coccinélidos (Infoagro, 2001).

Control químico de la mosquita blanca. El empleo de sustancias químicas para el control de la mosquita blanca se ha considerado hasta hoy, como el método más efectivo para mantener las poblaciones a niveles no perjudiciales. Desafortunadamente cada día se va reduciendo la cantidad de insecticidas capaces de ejercer un control satisfactorio (Infoagro, 2001).

Según Caro (2001) las estrategias de control para la mosquita blanca son: Utilizar malla antiafidos para cubrir los invernaderos por donde se realiza la ventilación. Utilizar barreras físicas bandas amarillas de plástico con pegamento Pegafin 50 o Biotac.

Utilizar jabones agrícolas entre estos se mencionan los siguientes: M-Pede (1.0 litros/ha), SAP (1.0-2.0 litros/ha), Foca (1.25 litros/ha), Vel Rosita (1 litro/ha).

2.12.3 Minador de la hoja (*Liriomyza munda*).

Biología, hábitos y daños del minador de la hoja. Los huevecillos del minador de la hoja son incrustados en los tejidos internos de la hoja. La larva se alimenta minando las hojas en las células del mesófilo, las minas son de características del daño de este insecto. Al mudar, la larva emerge de las minas y cae al suelo para pupar. De la pupa emerge el adulto para repetir el ciclo, el cual se completa en aproximadamente dos semanas. Dada diversidad de cultivos y malezas, y las condiciones de clima apropiadas para su reproducción, este insecto puede producir varias generaciones al año y sus poblaciones pueden incrementarse rápidamente (Alvarado, 1999).

Así mismo Alvarado, (1999) menciona que las infestaciones altas pueden causar la defoliación prematura de la planta, con la consecuente reducción en el rendimiento y el tamaño del fruto, favoreciendo finalmente quemaduras en el fruto por exposición al sol.

Control biológico natural del minador de la hoja. Los enemigos naturales de esta plaga identificados a la fecha son los siguientes parásitos: el braconido *Opius dimidiatus*, el eulófido *Chrysocharis parksi*, y los eucólidos *Ganaspidium utilis*. Estos enemigos naturales son capaces de mantener al minador de la hoja como plaga secundaria (Alvarado, 1999).

Monitoreo del minador de la hoja. La población del minador se puede determinar al colocar debajo de las plantas charolas de plástico o *styrofoam*, en varios lugares dentro del invernadero y realizar conteos semanales de las pupas que caen en las charolas. Los datos se registran como promedio de pupas por charola por día (Alvarado, 1999).

Control químico del minador de la hoja. En tomate fresco, cuando la población alcance el umbral económico de 20 pupas/charola/día, es necesario utilizar insecticidas

para combatir este insecto. El insecticida a base de *Avermectina B1* es muy efectivo contra la larva de este insecto (Alvarado, 1999).

2.12.4 Gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* Walshingham).

Biología, hábitos y daños del gusano alfiler. El adulto de este insecto es una palomilla de color gris clara, con manchas negras en todo el cuerpo. El adulto es de hábitos crepusculares cuya máxima actividad es de 16:00 a 21:00 horas, periodo en el cual ocurre el apareamiento y la oviposición. La hembra exhibe una marcada preferencia por las hojas para ovipositar sobre cualquier otro tejido vegetal de la planta. Los huevecillos son muy pequeños y en forma de balón de fútbol Americano, y generalmente son depositados individualmente en el haz o en el envés de la hoja. Las larvas en sus dos primeros instares se alimentan de la hoja en las células del mesófilo formando una empanada, que le sirve de protección dificultando con esto la acción de los insecticidas (Alvarado, 1999).

Control biológico del gusano alfiler. El único parásito del huevecillo del gusano alfiler es la avispa *trichogramma pretiosum* (Riley). Los parasitoides de larvas más importantes identificados a la fecha son las avispas de los endoparásitos *Apanteles scutellaris* (Muesebeck) y *Pseudopanteles dignus* (Muesebeck) y del ectoparásito *Parahormius* probablemente. *Pallidipes* (Ashmead) (Santos, 2002).

Control químico del gusano alfiler. El insecticida selectivo a base de avermectina B1 es un producto efectivo para controlar larvas. Se recomienda aplicar 20 g de ingrediente activo por hectárea cuando se detenga un umbral económico de 0.25 larvas/planta (Santos, 2002).

Control legal del gusano alfiler. Se recomienda la destrucción oportuna de las plantas demasiadas afectadas.

2.13 Enfermedades del cultivo del tomate

2.13.1 Tizón temprano (*Alternaria solani*).

Síntomas del tizón temprano. En las hojas, tallos y frutos, aparecen manchas de color negro o café. Estas manchas tienen una consistencia coriácea y a menudo se pueden distinguir círculos concéntricos. Generalmente se presentan en las hojas viejas. En los frutos, las lesiones son circulares hundidas con los anillos concéntricos, empezando generalmente el ataque en la unión del pedúnculo. Las infecciones son más graves en humedades relativamente altas y temperaturas bajas, y pueden detenerse cuando se presentan condiciones de altas temperaturas y clima seco. El cultivo más atacado es el tomate (Castaños 1993; Anaya *et al* 1999).

Medidas de control. El hongo, (*Alternaria solani*) sobrevive en la semilla y en el suelo, en los residuos de las plantas afectadas. Las esporas se diseminan por el viento. Las prácticas recomendadas consisten en la destrucción de los residuos, eliminación de malas hierbas y la siembra de variedades resistentes, Utilizar semilla libre de la enfermedad, en caso de duda, someterla a tratamiento de agua caliente o usar un desinfectante (Castaños 1993).

Control. El método más efectivo contra el tizón temprano es la aplicación oportuna de fungicidas preventivos, algunos de los productos más usados son: Captofol, Captán, Clorotalonil y Mancozeb (Blancard, 1996; Santos, 2002).

2.13.2 Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

Síntomas. Los primeros síntomas del Tizón tardío se manifiestan en forma de pequeñas manchas oscuras, acuosas sobre las hojas, que crecen rápidamente formando zonas cafés. En la parte inferior de las hojas, pueden aparecer anillos de micelio de color blanco grisáceo rodeando esas zonas. Si la humedad ambiental es alta (+ 90%), la enfermedad se disemina atacando peciolo y tallos jóvenes. Los frutos afectados toman una coloración café sin caer de la planta, a menos que sean invadidos por organismos secundarios (Blancard, 1996; Castaños 1993).

Así mismo Castaños 1993, asegura que en el caso de la papa, las esporas pueden afectar a los tubérculos cercanos a la superficie y causarles manchas cafés hundidas. Se presentan con mayor severidad en las épocas lluviosas y calurosas, con noches frescas.

Medidas de control para tizón tardío. El hongo puede sobrevivir en tubérculos, frutos y residuos de cosecha o en solanáceas silvestres. Un buen programa de control se debe basar en la destrucción de los residuos de la cosecha anterior, la eliminación de hospederas, fechas de siembra en periodos apropiados, utilizar variedades resistentes, evitar el uso de riegos por aspersión y un manejo adecuado de fungicidas utilizados para su control, tanto en el campo como en los almácigos e invernaderos (Blancard, 1996; Castaños 1993).

Control químico de tizón tardío. El sistema más efectivo para poder controlar el tizón tardío es diseñar un buen programa de aspersión de fungicidas basado en un sistema efectivo de pronóstico de la enfermedad. Algunos fungicidas preventivos que se usan son a base de Captafol, Clorotalonil, y Mancozeb. Después que se observan las primeras lesiones se deben aplicar productos de acción sistemática; entre los cuales se encuentra el Metalaxil, Fosetil-AI, Cymoxanil, y otros (Santos 2002; Blancard, 1996).

2.13.3 Damping Off o secadera de plántulas

Síntomas. Las semillas se pueden pudrir antes de la emergencia dando la apariencia de fallas de germinación. Después de la emergencia, las plántulas muestran lesiones en la base de tallo, que lo rodea, y las plantas se marchitan y caen sobre el sustrato.

En el caso de *Pythium* las lesiones son oscuras y acuosas que se inician en las raíces y avanzan por el tallo hasta arriba del nivel del sustrato; en el caso de la *Rhizoctonia*, las lesiones son de color café rojizo a oscuras (Blancard, 1996; Sánchez, 1991).

Etiología y epidemiología. La enfermedad puede ser causada por un complejo de hongos que incluyen a *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Phytophthora* y *Fusarium*. Estos hongos sobreviven por largos periodos en el suelo, y pueden resistir en residuos de plantas enfermas o en raíces de malezas. El Damping Off tiende a ser más severa bajo condiciones de alta humedad del suelo, compactación, ventilación deficiente, ambiente húmedo, nublado y fresco (Sánchez, 1991; Blancard, 1996).

Control. En invernadero se pueden usar materiales estériles y mejorar la ventilación. El tratamiento de las semillas con Captan, Dichlone y Thiram; y las aspersiones con Metalaxyl y Captán pueden ser de gran ayuda en el control de esta enfermedad (Sánchez, 1991).

2.13.4 Oidiopsis (*Leveillula taurica* Lev. Arnaud)

Es un parásito de desarrollo semi-interno y los conidióforos salen al exterior a través de los estomas. Es importante en los cultivos de pimiento y tomate y se ha visto de forma esporádica en pepino. Los síntomas que aparecen son manchas amarillas en el haz

que se necrosan por el centro, observándose un fieltro blanquecino por el envés. En caso de fuerte ataque la hoja se seca y se desprende. Por lo general las hojas más viejas son más susceptibles. Las solanáceas silvestres actúan como fuente de inóculo. Se desarrolla a una temperatura que oscila entre 10 y 35 °C con una temperatura óptima de 26 °C y una humedad relativa entre 52 y 75 %. Sobreviven el invierno en residuos de cosecha como micelio y como cleistotecio en el suelo (Blancard, 1996; Mendoza, 1999; Muñoz, 2003; Blancard, 1996).

Daños de oidiopsis: Reducción de área fotosintética de la planta y en consecuencia de la longevidad de ésta, el rendimiento y la calidad de los frutos, que por lo general son pequeños y quemados por el sol por la falta de follaje (Mendoza, 1999).

Según Mendoza, (1999) menciona que los métodos preventivos y técnicas culturales son los siguientes:

- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- Utilización de plántulas sanas.

Control químico. Cuando hay condiciones favorables para su desarrollo es conveniente inspeccionar los campos y aplicar productos a base de azufre, y en caso de encontrar las primeras lesiones aplicar Bayleton u otro fungicida del grupo de los Triazoles (Blancard, 1996; Sánchez, 1991)

Los productos utilizados en invernadero para el parásito *Leveillula taurica* son: azufre en sus formas: coloidal, micronizado, mojable, molido y sublimado, bupirimato, ciproconazol, dinocap, fenarimol, hexaconazol, miclobutanil, nuarimol, penconazol, pirifenox, quinometionato, triadimefon, triadimenol, triforina (Belda y Lastre, 1999; Alpi y Tognoni, 1999).

2.14 Antecedentes de la agricultura orgánica

En México la producción orgánica representa ya un rubro importante, gracias a que cubre más de 102,802.38 hectáreas certificadas bajo un esquema de producción sustentable y genera más de 47 millones de dólares en divisas, propiciando la revalorización de la agricultura tradicional, la generación de empleos (3.7 millones de jornales anuales) y mayores ingresos principalmente para los pequeños productores. En el país existen 127 zonas de producción orgánica distribuidas en 25 estados, destacándose Chiapas, Oaxaca, Jalisco y Guerrero. (Gómez *et al* 1999)

Cuadro 1. Productores Orgánicos del Cabo, BCS. Exportación de productos orgánicos, ciclos 1993-1996 (toneladas)

Producto	1993/94	1994/95	1995/96
Albahaca	450.0	630.0	531.0
Tomate gordo	67.5	72.0	63.0
Tomate miniatura	85.5	171.0	373.5
Berenjena	6.8	11.7	9.9
Calabacita	2.9	3.0	7.2
Chile	2.9	9.9	15.1
Hierbas	2.3	9.0	9.9
Otros	1.6	8.6	3.4

Citado por: Gomez *et al.*, (1999).

Montañoy Simoza (1998) en trabajos realizados con vermicomposta encontraron diferencias significativas en tratamientos evaluados en dosis de 25, 50 y 75 % de vermicomposta, en cuanto a rendimiento y numero de frutos en el cultivo de berenjena, destacando el uso de vermicomposta en producción hortícola.

Acosta (2003) evaluando pimiento morrón y chile jalapeño en invernadero y con niveles de vermicomposta encontró en chile jalapeño cv Tula para la variable rendimiento,

mostró diferencia altamente significativa, el promedio fue de 15.39 ton/ha. El tratamiento que presentó mayor rendimiento fue el testigo (solución nutritiva con 0 de vermicomposta) con 20.83 ton/ha, El análisis de varianza para esta variable peso de fruto, mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos, con una media general de 24.6 g y con un coeficiente de variación de 14.7%.obtuvo valores que varia de 28.3 a 20.7 gramos. Para la variable pungencia encontró una media de 3.3 mientras que para El diámetro polar promedio fue de 7.3 cm. El rendimiento, número de frutos y número de lóculos en el testigo, superó a los tratamientos con vermicomposta.

Aranda (2003) evaluando chile chilaca bajo condiciones de invernadero con niveles de vermicomposta no encontró diferencia significativa en rendimiento en los tratamientos evaluados (estiércol de caballo + estiércol de cabra con paja de alfalfa), esta mezcla, en diferentes niveles es la que mejor funcionó y de todos el 12.5% presentó mejores resultados en lo que se refiere al rendimiento con una media de 27.92 toneladas por hectárea en el cultivo de chile chilaca en invernadero.

Aguilera (2002) encontró diferencias significativas en el cultivo de chile chilaca con vermicomposta en invernadero en tratamientos de 37.5 y 25 %, recomendando esta dosis para producción de chile chilaca.

Manjarres *et al.* (1999) observaron que en la producción de frutos en chile serrano fue favorecida por la inoculación de micorrizas más la adición de 3.0, 4.0 y 6.0 g de vermicomposta en condiciones de invernadero.

Santos (2002) en un estudio para evaluar rendimiento y calidad de tres híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero con fertirrigación encontro para las variables altura e inicio de floración el genotipo Brillante presento mayor altura con 222.7 cm y fue el más precoz, floreando a los 33 dias, tambien este genotipo mostro mayor espesor de

pulpa con 0.88 cm. Para peso de fruto y número de lóculos Belladona presentó los mayores valores. El rendimiento que se obtuvo en promedio fue de 120 ton./ha.

López (2003) evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero, en el ciclo otoño invierno, encontró diferencias altamente significativas en las variables de calidad excepto en espesor de pulpa. Reportó a los mejores híbridos y estadísticamente iguales para rendimiento fueron Bosky, Andre y Gabriela con 221.5, 215.9 y 199.3 ton/ ha. Estos genotipos también presentaron la mayor altura con 264.4 cm.

Espinosa *et al.* (2002) Evaluando el comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero reporta producción de hasta 201 ton/ha destacando los cultivares y estadísticamente iguales: HMX9804, Attention, Gironda y Nadin con 201, 197, 183 y 179 ton/ha. respectivamente.

Rodríguez (2002) en un estudio realizado para evaluar la producción de tomate en invernadero en el otoño invierno encontró diferencias significativas entre los genotipos para todas las variables analizadas. Los genotipos que presentaron mayor rendimiento y estadísticamente iguales fueron, Norma, Andre, Gabriela, Red Chief y Anastasia con 100.1, 91.7, 89.3, 88.7 y 87.6 ton/ha. respectivamente. Para el peso del fruto fructuoso entre 167 y 70.1 gr y el genotipo de mayor peso fue Red Chief.

Ríos (2002) evaluando genotipos de jitomate en invernadero rústico encontró rendimientos para los genotipos Bosky y Adela de 154 y 144 ton/ha, respectivamente. Para el diámetro polar encontró valores de 6.3 y 5.6 cm. Mientras que para sólidos solubles los frutos presentaron una medida de 5.4 grados Brix.

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico sin calefacción ni sistema de control de temperatura reporta

rendimiento de 173.7 ton / ha. En la variable altura reporta para el genotipo Gabriela una altura de 249.3 cm. Mientras que para el híbrido Andre encontró una altura de 216.6 cm.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica

La Comarca Lagunera tiene una extensión territorial de 500,000 ha (Ramírez-Canales, 1974) y está situada en la parte suroeste del estado de Coahuila. Se encuentra ubicada entre los paralelos 25° 25' y 25° 30' de latitud norte, y entre los meridianos 102° 51' y 103° 40' de longitud oeste del meridiano de Greenwich (Schmidt, 1989; INEGI, 1998).

3.2 Ubicación y desarrollo del experimento

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" Unidad Laguna durante el año 2001 – 2002 en el ciclo otoño - invierno. Para evaluar el desarrollo del tomate en un medio de crecimiento que se derivó de la mezcla arena-vermicomposta a diferentes niveles, bajo condiciones controladas. La investigación se implementó durante el año 2001, dentro del invernadero del departamento de horticultura.

3.3 Manejo del cultivo en el invernadero

3.3.1 Siembra y manejo

Las semillas de los genotipos de tomate Adela y Andre se pusieron a germinar el día 25 de Junio del 2001 en el rancho Santo Tomas en el municipio de Matamoros Coahuila. Las semillas se colocaron en charolas de poliestireno, cada una con 200 celdillas, se utilizó como sustrato Peat-Most, conocido comercialmente como COSMOPEAT, el cual fue humedecido antes de realizar el llenado de las celdillas y después se colocó una semilla en cada celdilla, enseguida se aplicó una capa de Peat-Most para tapar las semillas. Una vez germinadas las plantas de tomate se introdujeron al

invernadero realizando aplicaciones de riego cada tercer día hasta el momento del trasplante, el cual se realizó el día 14 de Agosto.

3.3.2 Preparación de los medios de crecimiento

Esta etapa se llevó a cabo en las instalaciones de la UAAAN – UL, se inició por extraer la vermicomposta de las cunas donde el estiércol utilizado como materia prima, se mantuvo en contacto con las lombrices (*Eisenia foetida*) durante un periodo de tres meses, para transmitir este material para posteriormente cribarla y separar las lombrices.

Después de cribar la vermicomposta se mezcló con arena previamente esterilizada (El material inerte utilizado fue Arena de río, la cual fue esterilizada previamente con bromuro de metilo y se dejó descansar aproximadamente 10 días removiéndola totalmente, ésta se mezcló con la Vermicomposta de lombriz La mezcla de vermicomposta con arena se realizó con diferentes niveles de ambos materiales (cuadro 2) se realizó el llenado de las macetas y en el testigo se utilizó solución nutritiva.

Cuadro 2. Tratamientos utilizados para el desarrollo del cultivo de tomate, bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2002.

Tratamiento	Porcentaje utilizado para la mezcla vermicomposta-arena	
	Vermicomposta (%)	Arena (%)
Tratamiento 1	12.5	87.5
Tratamiento 2	25.0	75.0
Tratamiento 3	37.5	62.5
Tratamiento 4	50.0	50.0
Testigo T 0	0.0	100.0

3.3.3 Trasplante

El trasplante se realizó el día 14 de Agosto dentro del invernadero, antes de transplantar se hizo un lavado de macetas y posteriormente se llevó a cabo el llenado de las macetas con la lombricomposta, las plántulas tenían un promedio de entre 10 a 15 cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas, las plántulas que presentaron síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal se eliminaron.

3.3.4 Preparación de la solución nutritiva

La solución nutritiva que se utilizó para el tratamiento testigo fue la recomendada por Zaidan y Avidan (1997). Los materiales y las cantidades utilizadas para la preparación de la misma se describen en el cuadro 3. En este cuadro también se describen las cantidades que se aplicaron para cada una de las etapas del desarrollo del cultivo.

Cuadro 3. Solución nutritiva que se aplicó al tratamiento testigo del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL,2002

Solución	1ª fase Plantación	2ª fase floración y cuajado	3a fase inicio de maduración	4a fase cosecha
Nitrato de calcio (g)	60	420	405	606
Nitrato de magnesio (g)	20	140	216	312
Nitrato de potasio (g)	55	385	495	543
Quelatos (g)	8	28	36	30
Acido fosfórico (ml)	86	240	169	86

Los compuestos químicos utilizados para preparar la solución nutritiva (cuadro 3), que se aplicó al tratamiento testigo, se disolvieron en 18 L de agua de la llave.

La aplicación del ácido fosfórico se realizó por separado, ya que este compuesto reacciona fácilmente con el calcio, el $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (contiene 19% de calcio y 11.5% de

nitrógeno), provocando su precipitación. el ácido fosfórico agrícola al 46% fue utilizado para cada etapa fenológica del tomate fueron disueltos en 18 L de agua.

La solución nutritiva se aplicó por medio del sistema de riego por goteo dos veces por día en un periodo de 2 minutos cada una, la aplicación del ácido por la mañana y la solución nutritiva por la tarde para evitar la precipitación del calcio y con ello la pudrición apical.

El riego se aplicó de 4 – 5 veces por día en el tratamiento testigo, esto dependiendo de las condiciones climáticas. También se aplicaron riegos pesados cada mes con la finalidad de lavar sales que se acumulaban en las macetas.

3.3.5 Plagas y enfermedades

Las plagas que se presentaron durante el ciclo del cultivo de tomate fueron las siguientes:

Mosquita blanca (*Bemisia argentifolii*). Para su detección se utilizaron las trampas amarillas, el cual consisten en colocar rectángulos de cartón forrados de papel lustrina de color amarillo y por encima de este un pegamento especial llamado Nomate, una vez estimada la población se aplicó un insecticida de nombre comercial Confidor a una dosis de 1 L/ha, la aplicación de este insecticida fue por medio del riego al momento de transplantar.

Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*). Para combatirla únicamente se realizó la eliminación de las hojas que estaban demasiado dañadas.

Gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella*). Para combatirla se aplicó Decis en una dosis de 1.5 L/ha, posteriormente se colocaron feromonas en diferentes puntos esto con la finalidad de confundirlos y el de tener un control sobre esta plaga,

Ácaro del tomate (*Aculops lycopersici*). Se aplicó Azufre en dosis de 2 L/ha.

En cuanto a las enfermedades que se presentaron durante el desarrollo del cultivo del tomate fueron las siguientes:

Tizón temprano (*Alternaria solani*). Se controló con el insecticida orgánico de nombre Amistar en una dosis de 300 gr/ha mediante el sistema riego.

Tizón tardío (*Phytophthora infestans*). Se aplicó Ridomil Bravo en una dosis de 2.5 kg/ha.

“Damping Off”. Se aplicó Tecto 60 en una dosis de 500 gr/ha.

3.3.6 Características del invernadero

El experimento se realizó en un invernadero de forma semicircular de 8 metros de frente por 23 m de largo, el cual cuenta con: una cubierta de polietileno, cortinas abatibles, una maya de protección contra áfidos, además se colocó una malla sombra sobre la cubierta de polietileno, durante todo el ciclo del cultivo con la finalidad de bajar la temperatura ambiental, ya que la fecha en la que se estableció el cultivo las temperaturas eran demasiado elevadas, en el interior cuenta con piso de grava; no tiene pared húmeda, cuenta con dos extractores no funcionales, debido a éstas características recibe el nombre de invernadero pasivo.



Figura 3. Invernadero de la UAAAN-UL donde se realizó el experimento

3.3.7 Aporcado y rehundido

El aporcado contribuye a favorecer la emisión de raíces adventicias en la porción de tallo cubierta de tierra al aporcar. Simultáneamente, se entierra el tallo tumbado en la arena; el trozo de tallo enterrado debe deshojarse con antelación.

El primer aporcado se realizó la segunda semana después del transplante el cual estaba en la etapa de plantación; el segundo aporcado que se realizó fue en la etapa de floración y cuajado.

3.3.8 Poda

La poda que se llevó a cabo fue la de formación, y se empezó a realizar el día 3 de septiembre, esta práctica consistió en eliminar las yemas axilares cuando tenían menos de 5 cm de longitud, esto con la finalidad de dejar la planta a un solo tallo, esta actividad se realizó cada tres días para evitar el desarrollo de estas yemas.

Los materiales que se utilizaron fueron unas tijeras previamente esterilizadas en una solución de agua de la llave y cloralex al 10%.

3.3.9 Entutorado

El entutorado se sustenta en un entramado de alambre, solidario con la estructura del invernadero. Para cada planta se emplea hilo de plástico (rafia de polipropileno) el cual se enreda a la planta sujetando el hilo al tallo

3.3.10 Despunte

El despunte del tallo principal, en cultivares de crecimiento indeterminado, es una practica habitual tras haber conseguido la altura deseada, que para este experimento fue de 2.50 m aproximadamente y con esta practica se favoreció el ciclo del cultivo y el tamaño del fruto.

3.3.11 Polinización

Durante la formación de la flor, el estilo se elonga rápidamente, empujando el estigma a través del cono estaminal. El estigma es receptivo 1 ó 2 días antes de la dehiscencia de las anteras. Se procedió a polinizar cada inflorescencia realizando esta actividad a diario por un lapso de 3 segundos. La polinización se realizó manualmente con un vibrador (cepillo dental eléctrico).

3.4 Variables evaluadas

Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

Fecha de germinación, altura de planta, desarrollo y volumen radicular, grosor de tallo, fecha de floración, número de flores por planta, número de frutos por planta, número de cortes y rendimiento.

Rendimiento. para esta variable se tomó en cuenta la producción de cada corte considerando el tratamiento y la repetición a la que pertenecían los frutos obtenidos,

llevando un registro del peso que presentaron, para lo cual se utilizó una báscula digital y así obtener mayor precisión en la toma de datos. Los datos obtenidos se sumaron para sacar el rendimiento por planta de cada tratamiento y calcular el rendimiento por m² y posteriormente estimar el rendimiento por ha .

Tamaño del fruto. Para determinar el tamaño del fruto se utilizó un vernier o pie de rey, registrando los diámetros polar y ecuatorial de cada uno de los frutos de la planta en estudio.

Grados Brix. Para determinar los grados Brix se utilizó un refractómetro de campo, el procedimiento que se utilizó para esta variable fue el de partir los tomates que se seleccionaron para calidad del fruto, y consistió en partir el tomate por la mitad y poner dos gotas de jugo de tomate en el refractómetro para tomar la lectura, después de cada lectura se tenía que se lavó y se secó perfectamente antes de realizar la siguiente lectura, esto para que no se fueran a mezclar los sólidos solubles y las lecturas salieran alteradas.

Número de lóculos. Se analizó partiendo el tomate por la mitad con un cuchillo, y después se contaba el número de lóculos que contenía cada tomate y se anotaba en el registro.

Grosor de pulpa. El método que se utilizó para cuantificar esta variable fue el de partir los tomates por la mitad, utilizando una regla de 30 cm para medir el grosor de pulpa.

3.5 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado en este experimento fue el de bloques completamente al azar con diez tratamientos, ocho con la mezcla vermicomposta-arena y

dos tratamientos testigo cada tratamiento con cuatro repeticiones (uno para cada genotipo utilizando solución nutritiva).

Dentro del invernadero las macetas se establecieron en una fila a doble hilera, utilizando un arreglo topológico a tresbolillo a una distancia de 30 cm entre macetas con un total de 125 macetas por toda el área experimental y la unidad experimental fueron cuatro macetas por tratamiento, además se aplicó la prueba DMS (5%) para llevar a cabo la comparación de las medias de los tratamientos para aquellas variables que presentaron diferencia significativa en el ANOVA.

3.6 Análisis de resultados

Para realizar el análisis de los datos registrados en el experimento se utilizó el programa Statistical Analysis System (SAS) for Windows, Institute Inc. Desarrollado por Barr y Goodnight en 1972, en la Universidad Estatal de Carolina.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento

De acuerdo con el análisis de varianza (ANOVA) en la variable rendimiento se obtuvo que los tratamientos utilizados tuvieron diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), (Cuadro A1).

Para la variable rendimiento se estimó la suma de todos los tomates producidos por planta por tratamiento, se calculó primero el rendimiento por m^2 y posteriormente el rendimiento por ha. Los genotipos de mayor rendimiento y estadísticamente iguales fueron Adela con el tratamiento testigo, Andre con el 12.5%, Andre testigo y Andre al 50% de vermicomposta con 173.6, 170.5, 151.0 y 131.1 ton/ha respectivamente mientras que los genotipos de menor rendimiento y estadísticamente iguales fueron Adela 50% y Andre 25% con un rendimiento de 78.47 y 74.44 ton/ha respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4 Comparación de medias de tratamientos por medio de la prueba DMS, para la variable rendimiento de tomate en los tratamientos evaluados UAAAN-UL,2002.

Número de tratamiento	Rendimiento Ton/ha	Nivel de significancia			
Adela (s)	173.69	a			
Andre (12.5%)	170.52	a	b		
Andre (s)	150.99	a	b	c	
Andre (50%)	131.06	a	b	c	d
Adela (37.5%)	105.40		b	c	d
Andre (37.5%)	92.15			c	d
Adela (25.0%)	88.60			c	d
Adela (12.5%)	81.14			c	d
Adela (50%)	78.47				d
Andre (25%)	74.44				d

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.
s = solución nutritiva; (n%) nivel de vermicomposta.

En el presente experimento los resultados superan a los citados por Acosta (2003) quien realizando un estudio en tomate cv Max con vermicomposta en condiciones de

invernadero determino que, el mejor tratamiento fue el testigo (sin vermicomposta, solo arena) el cual obtuvo un rendimiento de 52.3 ton/ha, y con el tratamiento al 12.5% obtuvo 18.3 ton/ha, más bajo que en condiciones de campo.

Zarate (2002) realizando un estudio con tomate bajo condiciones de invernadero y evaluando dosis de vermicomposta reporta que el testigo también tuvo el rendimiento más alto seguido del tratamiento al 37.5% de vermicomposta.

Los resultados obtenidos también superan en rendimiento a los reportados por Rodríguez (2002) el cual evaluó genotipos de tomate en invernadero con aplicación de solución nutritiva, y reportó un rendimiento para el genotipo Andre de 91.7 ton/ha.

En este experimento se encontraron rendimientos similares a los obtenidos por Aguilar (2002) quien evaluando genotipos de tomate con solución nutritiva reporta para el genotipo Andre 173.7 ton/ha mientras que en este experimento se obtuvo 170.5 ton/ha con el nivel 12.5 % de vermicomposta.

Subler (1998) y Riggle (1998) citado por Zarate (2002) mencionan que es posible implementar sistemas de producción en invernadero donde se manejen mezclas de vermicomposta + arena que favorezcan el desarrollo de diferentes especies, generando rendimientos y frutos de calidad adecuada. Con los resultados obtenidos se comprueba que la vermicomposta si favorece el rendimiento y calidad además de reducir los gastos de producción.

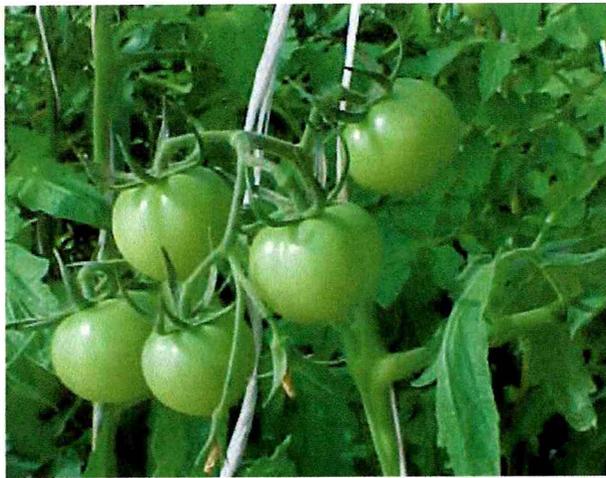


Figura 3. Frutos de tomate en invernadero con 37.5 % de vermicomposta



Figura 4. Frutos de tomate del testigo (sin vermicomposta) en invernadero

4.2 Peso de fruto

En el análisis de varianza para la variable peso del fruto se determinaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos (Cuadro A2.), presentando un valor promedio de 189.0 g (Cuadro 5.).

En la comparación de las medias para la variable peso de fruto se puede observar que el genotipo Andre en los tratamientos (12.5%), al (50%) de las mezclas vermicomposta-arena y Andre (testigo) resultaron estadísticamente iguales y fueron los tratamientos que presentaron el mayor peso de fruto con 224.7, 223.4 y 218.3 g

respectivamente, mientras que los tratamientos de menor peso fue Adela al 50% de vermicomposta con 134.7 g (cuadro 5.) con esto se comprueba que la vermicomposta indica que este producto no solo aportó nutrientes sino mejoró algunas características físicas y químicas de la maceta.

Cuadro 5 Peso de fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero, el ciclo Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL, 2002.

Tratamiento	Peso gr	Nivel de significancia	
Andre (12.5%)	224.71	a	
Andre (50%)	223.38	a	
Andre (s)	218.26	a	
Andre (25.5%)	196.27	a	b
Adela (s)	177.48		b
Adela (12.5%)	174.70		b
Adela (37.5%)	171.70		b
Adela (25.5%)	170.50		b c
Andre (37.5%)	170.38		b c
Adela (50%)	134.69		c
CV	34.8		
Media	189.0		

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

S = Solución nutritiva; n% = nivel de vermicomposta.

En el presente experimento la variable peso de fruto superó al peso de fruto de tomate obtenido por Acosta (2003) quien reportó que el tratamiento testigo presentó el mayor peso de fruto con 134.07 g, en este experimento el valor más bajo lo presentó el tratamiento con el genotipo Adela al 50% de vermicomposta con 134.7 g.

Avalos (2003) evaluando el cultivo de tomate de tres cultivares con vermicomposta en invernadero encontró diferencias altamente significativas entre los tratamientos obteniendo mayor efecto en los tratamientos de 37.5 y 25 % de vermicomposta en dos genotipos de tomate, Andre con 224.7 g y Adela con 174.7 g al 37.5 % y mientras que para el tratamiento 25 % Andre presentó 223.4 g y Adela 139.7 g. Estos resultados no concuerdan con los obtenidos en este experimento ya que el testigo presentó el mayor

peso mientras que el tratamiento al 37.5 % quedó en la tercera posición y estadísticamente igual al resto de los tratamientos.



Figura 5. Frutos de tomate en invernadero con 25 % de vermicomposta

4.3 Diámetro polar de fruto

Para esta variable el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos (cuadro 6) los cuales generaron un valor medio de 6.1cm (Cuadro A.2.) y un coeficiente de variación de 13.2%.

En el cuadro 6 se observa que el genotipo Andre en la concentración (50%) de la mezcla vermicomposta-arena supera a los testigos Andre y Adela al cual se les aplicó solución nutritiva. Los tratamientos de menor diámetro polar fueron Adela al 50% y al testigo Adela al cual se le aplicó solución nutritiva. Para esta variable Aguilar (2002) evaluando genotipos de tomate en invernadero con solución nutritiva reporta un diámetro polar para los genotipos Andre y Gabriela de 6.1 y 5.0 cm respectivamente, lo cual concuerdan con los obtenidos con el presente experimento.

Avalos (2003) encuentra diferencias altamente significativas para esta variable, y los tratamientos con mayores valores fueron el genotipo Andre al 37.5 % de

vermicomposta y el genotipo Andre al 25 % de vermicomposta, con 6.51 cm y 6.88 cm respectivamente.

Cuadro 6 Diámetro polar del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en el ciclo Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL,2002.

Tratamiento	Diámetro polar	Nivel de significancia		
Andre (50%)	6.881	a		
Andre (12.5%)	6.513	b		
Andre (25%)	6.363	b	c	
Andre (37.5%)	6.263	b	c	
Adela(50%)	6.206	b	c	
Andre (s)	6.048		c	d
Adela (25%)	6.044		c	d
Adela (12.5%)	5.788		d	e
Adela (50%)	5.763		d	e
Adela (s)	5.525			e
CV	13.200			
Media	6.100			

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.
S = Solución nutritiva; n% nivel de vermicomposta.

4.4 Diámetro ecuatorial de fruto

El ANOVA presentó diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) entre los tratamientos, se detectó una media de 7.0 cm (Cuadro A2) y un coeficiente de variación de 14.7 en el cuadro 7 se puede observar que los tratamientos Andre con el nivel 50 y 12.5 % de vermicomposta presentan los mayores diámetros con 7.6 y 7.5 cm respectivamente, el resto de los tratamientos fueron estadísticamente iguales y el tratamiento que presentó el menor valor fue Adela al 50% de vermicomposta con 6.4 cm.

Estos resultados concuerdan con Aguilar (2002) quien reporta los híbridos Andre y Gabriela con 7.1 y 6.3 cm respectivamente. El diámetro ecuatorial de estos híbridos evaluados coinciden con las normas mexicanas de calidad (Vásquez, 1999).

Zarate (2002) en el cultivo de tomate en invernadero no presenta diferencias significativas en las variables diámetro polar y ecuatorial.

Avalos (2003) en esta variable encontró diferencias altamente significativas, los tratamientos mejores fueron para los genotipos (Andre, 25 % y 37.5 % vermicomposta), con una media de 7.59 cm y 7.46 cm, respectivamente.

4.5 Grados Brix

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas altamente significativas entre los tratamientos (cuadro A.2), con un valor promedio de 7.6 (Cuadro A.2) y un coeficiente de variación de 14.9.

Para la variable °Brix se observa en el Cuadro 8 que el porcentaje de vermicomposta-arena al (12.5%) en el genotipo Andre y Adela fueron los que presentaron la mayor concentración de sólidos solubles 6.2 y 5.9 grados. Mientras que el genotipo Adela al cual se le aplicó la solución nutritiva fue el que obtuvo la menor cantidad de sólidos solubles 5.3 grados. Por lo ya mencionado anteriormente el porcentaje ideal de vermicomposta-arena para obtener la mayor cantidad de sólidos solubles es el (12.5%) en cualquiera de los dos genotipos.

Los resultados obtenidos en este experimento para el testigo Adela son similares a los citados por Rios (2002), evaluando genotipos de tomate en invernadero reportó para el genotipo Adela 5.3 grados Brix. Estos resultados no concuerdan con los resultados obtenidos por Aguilar (2002) y Ríos (2002) quienes reportan valores de 5.6 a 4.5 °brix en los cultivares de Andre, Gabriela y Bosky, Santiago (1995) evaluando tomate en invernadero reporta que los frutos presentaron de 4.0 a 5.0° Brix .

Estos resultados también superan a los obtenidos por Acosta (2003) quien evaluando tomate en invernadero no encontró diferencia significativa entre los tratamientos y determinó con valor de 4 grados brix en todos los tratamientos.

Zarate (2002) evaluó tomate en invernadero con vermicomposta y encontró diferencias altamente significativas, el tratamiento con más grados Brix fue el T4 (50% vermicomposta de estiércol de cabra con paja de alfalfa + Zacate chino) con 5.6 grados Brix.

Avalos (2003) en un estudio realizado en tomate bajo condiciones de invernadero con vermicomposta en la variable grados brix encontró diferencias significativas entre los tratamientos en el cual los tratamientos al 37.5 % Y 25 % de vermicomposta presentando los más altos valores con 6.2 y 5.85 respectivamente.

Ríos (2002) reporta para el híbrido bosky 4.5 lóculos y 4.6 en Adela concordando únicamente con Adela. Los resultados del presente experimento concuerdan con Aguilar 2002 que reporta para los híbridos Andre y gabriela 4.9 y 3.2 lóculos por fruto respectivamente.

De acuerdo con Díez (1995) los tratamientos evaluados se consideran de buena calidad ya que según este investigador, los tomates para procesado y consumo en fresco deben contar con un contenido de sólidos solubles que oscilen entre 4.4 y 5.5° Brix. (Cuadro 7). Los frutos obtenidos en el experimento se encontraron valores de 4.1 y 4.03 grados brix y de acuerdo con Osuna (1983) el cual menciona que un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno, por lo tanto entran en las normas de calidad.

Cuadro 7 Diámetro ecuatorial del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL, 2002.

Tratamientos	Diámetro ecuatorial	Nivel de significancia
Andre (50%)	7.590	a
Andre (12.5%)	7.469	a
Andre (37.5%)	6.939	b
Adela (12.5%)	6.937	b
Adela (25%)	6.925	b
Andre (s)	6.914	b
Andre (25%)	6.863	b
Adela (37.5%)	6.743	b
Adela (s)	6.665	b
Adela (50%)	6.427	b
CV	14.700	
Media	7.000	

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.
S = Solución nutritiva; n% nivel de vermicomposta.

Cuadro 8 Grados Brix del fruto en tratamientos evaluados en tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno 2001-2002 UAAAN-UL,2002.

Tratamientos	Media grados Brix	Nivel de significancia			
Andre (12.5%)	6.219	a			
Adela (12.5%)	5.955	a	b		
Adela (50%)	5.877	a	b	c	
Andre (50%)	5.769		b	c	d
Andre (25%)	5.645		b	c	d e
Adela (37.5%)	5.553		b	c	d e
Andre (s)	5.522			c	d e
Andre (37.5%)	5.442			c	d e
Adela (25%)	5.344				d e
Adela (s)	5.341				e
CV	14.800				
Media	5.600				

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.
S = solución nutritiva; n% nivel de vermicomposta

4.6 Espesor de pulpa

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencia significativa en ninguna fuente de variación (cuadro A.2.) se puede decir que los genotipos Andre como el Adela en cualquiera de sus niveles de vermicomposta presentan al frutos el mismo

espesor de pulpa; así como también la solución nutritiva en cualquiera de los dos genotipos responde de igual manera por lo que no hay diferencia significativa (cuadro 9).

En el presente experimento se encontraron valores que varía de 0.86 a 0.87 cm de espesor superiores a los obtenidos por Acosta (2003) quien evaluando tomate con niveles de vermicomposta encontró diferencia significativa entre los tratamientos, reporta valores de 0.65 y 0.63 cm de espesor.

Cuadro 9 Espesor de pulpa del fruto en tratamientos evaluados en tomate con dosis de vermicomposta bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno 2001-2002 UAAAN-UL,2002.

Tratamiento	Espesor de pulpa cm	Nivel de significancia
Andre (37.5%)	0.863	a
Adela (s)	0.858	a
Adela (37.5%)	0.856	a
Andre (50%)	0.842	a
Andre (s)	0.802	a
Adela (12.5%)	0.792	a
Adela (25%)	0.774	a
Andre (12.5%)	0.765	a
Andre (25%)	0.763	a
Adela (50%)	0.750	a
CV	40.900	
Media	0.810	

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.
S = solución nutritiva; n% nivel de vermicomposta.

4.7 Número de locus

En el análisis de varianza se detectaron diferencias altamente significativas entre los tratamientos evaluados (cuadro A.2.), presentando una media de 4.56 (cuadro 10) para la variable número de locus y que resultó en la prueba DMS (5%) se observa que los genotipos Andre y Adela con vermicomposta-arena 12.5% resultaron estadísticamente iguales con 5.0 y 4.9 lóculos respectivamente, y superan al testigo Adela al cual se aplicó solución nutritiva, por otra parte el genotipo que obtuvo el menor número de locus fue el

genotipo Adela (s) y el genotipo Adela al 25% vermicomposta-arena ambos con 4.1 lóculos (cuadro 10).

En esta variable Avalos (2003) evaluando tomate en invernadero encontró que los genotipos Adela y Andre mostraron el valor más alto en el tratamiento al 37.5 % de vermicomposta con 5 y 4.8 lóculos por fruto por lo que tuvo efectos satisfactorios.

Los resultados superaron en la media a lo obtenidos por López (2003) quien evaluando los híbridos de tomate en invernadero con solución nutritiva reporta para esta variable una media de 3.7 lóculos. El híbrido que presentó mayor número fue Andre con 5 lóculos y concuerda con Andre quien fue el genotipo de mayor número de lóculos.

En esta variable Acosta (2003) evaluando tomate en invernadero con niveles de vermicomposta no encontró diferencia significativa, reporta valores de 3.8 y 3.6 lóculos.

Cuadro 10 Número de lóculos del fruto de tomate en los tratamientos evaluados en mezclas de vermicomposta-arena bajo condiciones de invernadero en el ciclo Otoño-Invierno 2001-2002. UAAAN-UL, 2002.

Tratamiento	Número de lóculos	Nivel de significancia		
Andre (12.5%)	5.000	a		
Adela (12.5%)	4.888	a	b	
Andre (s)	4.771	a	b	
Andre (25%)	4.727	a	b	c
Andre (37.5%)	4.696	a	b	c
Andre (50%)	4.515		b	c
Adela (50%)	4.444		b	c
Adela (37.5%)	4.406		b	c
Adela (s)	4.145			c
Adela (25%)	4.136			c
CV	22.300			
Media	4.500			

*Genotipos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.
S = solución nutritiva; n% nivel de vermicomposta.

5 CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis de varianza en el desarrollo del experimento, se pueden generar las siguientes conclusiones:

1.- Existen diferencias altamente significativas para la variable rendimiento sobresaliendo los tratamientos Adela testigo, Andre 12.5%, Andre testigo y Andre al 50% y estadísticamente iguales con 173.7, 170.5, 151.0 y 131.1 ton/ha respectivamente mientras que el tratamiento Andre al 25% presentó el menor rendimiento con 74.4 ton/ha.

2.- Para las variables de calidad se encontraron diferencias altamente significativas en: diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso promedio del fruto, grados Brix y número de lóculos y no significativo en la variable espesor de pulpa el caso de la variable diámetro polar el genotipo que tuvo la mejor respuesta fue el Andre al 50%, para el diámetro ecuatorial el tratamiento Andre al 50 y 12.5% presentaron el mayor valor. Los niveles (50 y 12.5%) con el genotipo Andre superaron al resto de los tratamientos, el genotipo Adela al 50% presento el menor peso.

4.- En la variable grados Brix el genotipo Andre y Adela ambos al 12.5% fueron estadísticamente iguales al tratamiento Adela al 50% los que presentaron mayor contenido de sólidos solubles para esta variable los niveles de vermicomposta superaron a los tratamientos con solución nutritiva.

5.- En la variable espesor de pulpa aunque no se encontró diferencia significativa el tratamiento que presentó el mayor espesor fue Andre al 37.5% de vermicomposta. Al no existir diferencias significativas se puede recomendar el nivel 50% de vermicomposta y el genotipo Andre

6.- De acuerdo a estos resultados los tratamientos Andre al 12.5 y 50% de la mezcla vermicomposta-arena pueden ser ampliamente recomendados para la producción comercial bajo condiciones de invernadero ya que en rendimiento fueron estadísticamente iguales al genotipo Adela al que se le agregó la solución nutritiva y con esto se puede comprobar que la vermicomposta se puede considerar un medio de crecimiento para producción orgánica en invernadero, además de reducir costos de producción en cuanto a manejo de fertilizantes aplicados al cultivo, por ser un abono orgánico que cubre las necesidades nutrimentales.

6 RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos de manera general se recomienda el genotipo Andre en los niveles de vermicomposta-arena del 12.5% y 50%, esto es si el productor desea obtener de los frutos de tomate más espesor de pulpa, mayor diámetro polar y ecuatorial, más peso del fruto y mayor número de locus.

Si la producción de tomate va a ser destinada a la industria de los purés se recomienda el genotipo Andre en la mezcla de vermicomposta-arena al 12.5% o bien el genotipo Adela al 12.5 o 50% de vermicomposta-arena ya que estos genotipos en sus concentraciones ya mencionadas presentan buen contenido de sólidos solubles.

7 RESUMEN

La producción de tomate en invernadero con riego por goteo y sustrato de arena con vermicomposta permite que las plantas se desarrollen con mayor vigor incrementando su rendimiento y calidad.

Durante el Otoño-Invierno del 2001- 2002 se estableció un experimento de tomate en invernadero con riego por goteo y como sustrato de crecimiento mezclas de arena con vermicomposta, con el objetivo de determinar el comportamiento de dos genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y de larga vida de anaquel bajo condiciones de invernadero, y establecer la concentración óptima de la mezcla vermicomposta – arena para satisfacer las necesidades nutricionales del cultivo de tomate. La siembra se efectuó el 25 de Junio del 2002 en charolas germinadoras de 200 cavidades, con sustrato de Peat Most, el transplante se realizó el 4 de Agosto en macetas de 25 kg usando como sustrato la vermicomposta mezclada con arena (previamente esterilizada), ya una vez realizada la mezcla se realizó el llenado de las macetas. La mezcla de vermicomposta con arena se realizó con diferentes niveles de ambos materiales, las macetas se instalaron en doble hilera con arreglo a tresbolillo espaciadas a 30 cm entre plantas. El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental fueron cuatro plantas, se evaluaron 10 tratamientos: Andre y Adela con solución nutritiva, Andre y Adela ambos genotipos en los niveles 12.5, 25.5, 37.5 y 50% de vermicomposta.

Se obtuvieron rendimientos de 173.7 (Adela testigo) y 170.5 (Andre 12.5%) ton/ha con un peso promedio del fruto que varían de 224.7 a 134.7 g el tamaño del fruto que está dado por medidas longitudinales y ecuatoriales en cm, fue el tratamiento Andre al 12.5 y 50% de vermicomposta quienes presentaron mayor tamaño. En la variable grados Brix Adela y Andre al 12.5% presentaron mayor contenido de sólidos solubles.

8 LITERATURA CITADA

- Acosta, B., B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila México.
- Adams, P. 1994a. Nutrition of Greenhouse vegetables in NFT and hidroponioc systems. *Acta Hort.* 361: 245-257.
- Adams, P. 1994b. Some effects of the enmironment on the nutrition of greenhouse tomatoes. *Acta hort.* 366: 405 – 416.
- Aguilar A., C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coahuila, México. 36 p.
- Aguilera G., S. 2002. Efecto de la vermicomposta en chile chilaca (*Capsicum annum* L.) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura, UAAAN-UL Torreón, Coahuila, México. 63 p.
- Alexander. M. 1980. Introducción a la microbiología del suelo. Juan José Peña Cabriales (Trad.), AGT Editor, S. A. México, D. F.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77.
- Allievi, L., B. Citterio y A Ferrari. 1987. Vermicomposting of rabbit manure: modifications Of microflora. 115 – 126. In : De Bertoldi, M., M.P. Ferranti, P. L 'Hermite y F. Zucconi (Eds). *Compost: production, quality and use.* Elsevier Aplied Science. London, U.K.
- Alvarado, R. B. y T. Trumble J. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del Tomate en Sinaloa, pp. 435-456. *En: Anaya R. y Romero N. (Ed.) Hortalizas , Plagas y Enfermedades.* Editorial trillas México. D.F.
- Anaya A. R., L. Mejía y J. Romero N. 1999. diagnosis comparativa de la mosquita blanca *Bemisia tabaci* Genn y *B. Argentifolli* B y P. (Homopterta: Aleyrodidae) pp.132-146. *En: Anaya R. S. (ed). Hortalizas plagas y enfermedades 1ed.* Ed Trillas. Méx. D.F.
- Ansorena, M., J. 1994. Sustratos: Propiedades y Caracterización. Ed. Mundi-prensa. Madrid, España. pp. 11-15
- Aranda S., J. M. 2003. Comportamiento fenológico del chile chilaca (*Capsicum annum* L.)en sustratos de vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. Torreón, Coah. Méx. 47 p.
- Asher, R.J. y D.G. Edwards. 1983. Modern solution culture techniques. pp. 94-119. *In: A. Pirson y M.H. Zimmermann (ed.). Encyclopedia of Plant Physiology.* Vol. 15-A. Springer-Verlag, Berlin.

- Atiyeh, R. M., N. Arancon, Edwards, C. A. and Metzger, J. D 2000. "Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes." Biores. Technol. 75: 175-180.
- Avalos G., L. C. 2003. Rendimiento y Calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill), en vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 47 p.
- Bastida T., A. 2001. "El medio de cultivo de las plantas. Sustratos para la agricultura moderna," Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Belda, J. E. y Lastre, J. 1999. Reglamento Especifico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes.pp.1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Ed. Mundi-Prensa. Madrid.
- Bravo-Varas, A.. 1996. Técnicas y Aplicaciones del cultivo de la lombriz roja Californiana.
- Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. *En: Memorias del 1^{er} Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas.* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Carnillon, P. 1988. Influence of root temperature on tomato growth and nitrogen nutrition. *Acta Hort.* 229: 211 – 218.
- Caro M. P. 2001. Manejo de plantas de cultivo de chile. *In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa".* Guadalajara, Jal, Mex. Pp.40-44.
- Carpesa, O., A. M. Rodríguez y M. J. Sarro. 1987. Evaluación de los contenidos minerales de raíz, tallo y hoja de plantas de tomate como índices de nutrición. *An. Edafol. Agrobiol.* 46: 117 – 127.
- Casseres E. 1984, Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto interamericano de cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica.
- Castaños C., M. 1993. Horticultura manejo simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp 275-277.
- Corlay, C., L. 1997. Cinética microbiana del proceso de producción de vermicomposta. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo, Texcoco, México. pp. 20-61.
- Cruz. M.,S. 1986. Abonos orgánicos. Universidad Autónoma Chapingo. México. 229 p.

- De Sanzo, C. A. y Ravera, A. R. ¿Cómo criar lombrices Rojas Californianas. 1999. Programa de Autosuficiencia Regional. Buenos Aires, Argentina. 29 p. <http://www.geocities.com/HotSprings/Spa/9549/lombriz/libro/intensiva.html>
- Diez, J. M. 1999. Tipos varietales. Pp. 95-129. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Ducasal, R., R.C. 2002. Producción de fertilizantes y sus aplicaciones. *En* : Memoria de Biofertilizantes y sus aplicaciones. Sep- 2002. Fundación produce Sinaloa. Méx. pp 5-7, 11, 16-19.
- Ehret, D. L. y L. C. Ho. 1968. Translocation of calcium in relation to tomatoes fruit growth. *An. Bot.* 58: 679 – 688.
- Emison, 2003. La fuerza de un hombre: compostaje domestico. <http://www.emison.com/511.htm>, fecha de recuperación 10/03/03.
- Espinosa Z., C.; A. Alvares S.; J. Muñoz R.; V. M. Castro R.; J. López H. Y P. Cano R. Comportamiento de híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero en Durango, México. 368 p. XIX Congreso Nacional de Fitogenética . Septiembre 2002. Saltillo, Coah. Méx.
- Establecimiento Agropecuario Don Manuel (EADM) S.A 2003. características del lombricompuesto. Argentina. <http://www.donmanuel.s5.com/caracteristicaslombricompue.htm>. Fecha de recuperación. 01/5/2003.
- Fabricio Capistran *et al.* (s/f). Manual de reciclaje, compostaje y lombricomposta. Instituto de Ecología A.C. Jalapa, Ver., 150 p.
- Fonseca, E. 1999. Costos de la producción hidropónica de tomate. Pp. 399-408. *En*: Castellanos, J. Z.; Guerra, O. F.; Guzmán, P. M. (Eds.) Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.
- García G., E. J. 2001. Situación actual y perspectivas de la agricultura orgánica en y para Latinoamérica. *In*: Revista. Acta Académica de la Universidad de Centro América. San José, Costa Rica. pp. 1.31.
- García L., M. 2003. Elaboración de Composta. Consejo Estatal de Ecología Dirección de Educación Ambiental y vinculación Municipal. <http://www.coedehgo.gob.mx/cursos/composta.htm>
- Gómez T., L., M. A. Gomez C. Y R. Ridermann S. 1999. Desafíos de la agricultura Orgánica en México. Comercialización y certificación. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la industria y de la Agricultura Mundial (CIESTAAM) UACH. Ed Mundi Prensa. Méx. Pp. 25-40.
- Hartmann K. 1999. Propagación de plantas. Séptima edición. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México D.F. pag 43-47.

- Huntoon. R., S. 1997. Earthworm castings as plant growth media. Earthworms in waste and environmental management. C. E. a. E. Neusher: 1-3.
- Infoagro ,2002. El compostaje. <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp>.
- Infoagro, 2001. "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. del cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 1998. México, D. F. Disponible en: <<http://www.inegi.gob.mx/geografia/fisigeo/principa.html>> .
- Iskander – Cabrera, R. 2002. Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta. Memorias en extenso: 2º Simposio Nacional de Horticultura: Conferencias y Cursos sobre Nutrición de Cultivos Hortícolas. Compiladores: Robledo - Torres, V., Bacópulos - Téllez, E., Sandoval - Rancel, A., Benavides - Mendoza, A. Hernández - Dávila, J. y Ramírez - Mezquitic, J. G. 234 p.
- Jensen, M. H. y W. L. Collins. 1985. Hydroponic vegetable production. hort. rev. p 483-559.
- Jensen, J.1997. Worm Farm takes on new challenges. BioCycle. 56-57. <http://gnv.fdt.net/~windle/reference/jan98.htm>
- Lara H., A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. Zacatecas, México.
- Lacasa, A. y J. Contreras. 1999. Las plagas, pp. 387-463. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México.
- Manjares M., M.J.,R. Ferrera C. y M. C. González CH.. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en dos especies de Hortícolas. Area de microbiología. Instituto de recursos naturales, Colegio de Postgraduados Montecillo, Edo. De México. Pp. 169-177.
- Martínez, C. C. 1997 Martínez C., C. 2001. La Lombricultura, una Alternativa Viable en la Agricultura Sustentable. CONACYT 5265 – N9407. Área de Microbiología, PROEDAF – INR, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Estado de México. Pp. 3 y 4.
- Mejía, G. H., S. Anaya R. y J. Romero N. 1999. Diagnósis Comparativa De la Mosquita Blanca Bemisia tabaci Genn y B. Argentifolli B. Y P. (Homoptera:Aleyrodidae) pp.132-146. En :Anaya R. S. (ed.). Hortalizas Plagas y Enfermedades 1ed. Ed Trillas. Méx. D. F.
- Mejía, L. 1998. Enrollamiento de la hoja del tomate: el complejo mosca blanca-geminivirus. Agricultura 1(4) pp. 44-46.
- Mendoza, Z. C. 1999. "Enfermedades Fungosas de Hortalizas y Fresas". En : Anaya R.

- Montaño, N. y J. Simoza. 1998. Evaluación de cinco combinaciones de humus de lombriz sobre el rendimiento del cultivo de la berenjena. Universidad de Oriente. Escuela Ingeniería Agronómica. Colombia.
- Muñoz R. J. de J. 2003. El cultivo del tomate en invernadero. En : Muñoz R. J. De J. Y Castellanos J. Z.(ed) Manual de producción Hortícola en invernadero. INCAPA Celaya Gto. México. Pp 247-258.
- Ndegwa, P. M., S. A. Thompson, et al. (2000). "Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids." Biores. Technol. **71**: 5-12.
- Nuez F, 1999, El cultivo del tomate, editorial mundi prensa, España. p,p, 65,66,205-210,217,388-390.
- Núñez. E., R. 1981. Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. En: Biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos. AGT. Editor. México. 57-64.
- López E., J. I. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno del 2001- 2002 en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Torreón, Coah. Méx.
- Ortega-Arenas, L. D., Rodríguez-Hernández, C., García Valente, F., y Valencia Luna, L., 1999. Efecto asociado de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum*) y endosulfán sobre la mosca blanca *Trialeurodes vaporariorum* y virosis, en Yautepec, Morelos. Avances en la investigación. Colegio de postgraduados. Instituto de fitosanidad. Chapingo México. fecha de recuperación 5/8/2003.
- Osuna, G. A. 1983. Resultados de la investigación Tomates para uso industrial en el Edo. de Morelos, 1980- 1982., SarH. INIA, CITAMC CAEZ. México.
- Ramírez-Canales, J. 1974. Características generales de las series de suelos en la región lagunera Coahuila y Durango. Secretaria de Recursos Hidráulicos. Distrito de Riego No. 17. 62 p. (mimeografiado).
- Reines, A., M. 1998. Lombrices de Tierra con Valor Comercial (Biología y Técnicas de Cultivo). Universidad de la habana, Cuba; Departamento de Biología Animal y Humana. Pp. 7-54.
- Resh, H.M. 1991. Hydroponic food production. 4th edition. Woodbridge Press Publishing Company. Santa Barbara, Ca, USA.
- Rios, J. A.. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis. Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 59p.
- Röben, E. 2003. Aprovechemos nuestra basura produzcamos nuestro abono natural. DED/I. Municipio de Loja, Ecuador. 23p.

- Rodríguez D. N. (2002). Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bajo condiciones de invernadero en Otoño-Invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Pp. 15-18.
- Sade A. 1998; Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- SAGARPA. 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, Sub-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.
- Sanchez, C. M. A. 1991. Enfermedades del tomate,, enfermedades de las hortalizas, dir. V.J. Ramírez, UAS, México.
- Sánchez Del C., F; Y R. Vázquez J.C.. 2000. Doseles Escaliformes Para la Producción de Jitomate en Ambientes No Restrictivos:. pp,181, Memoria. XVIII Congreso Nacional de Fitotecnia Irapuato, Gto. Méx.
- Santiago N., J. 1995. evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en condiciones de invernadero, criterios fenológicos y fisiológicos. Tesis, Buena Vista Saltillo, Coah. Méx.
- SAS. 1998. el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N:C: United States of America.
- Sanchez, C. M. A. 1991. Enfermedades del tomate,, enfermedades de las hortalizas, dir. V.J. Ramírez, UAS, México.
- Sanzo, C. A. y Ravera, A. R. 2000. ¿Cómo criar lombrices rojas californianas? 3era. Actualización Enero del 2000. Página Web: www.lombricesrojas.com.ar Email: desanzo@abaconet.com.ar 38 p.
- Santos, C.J. 2002. Evaluación de tres híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) Bajo condiciones de invernadero en Otoño invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN – UL. Pp. 33-42.
- Schmidt, R. H., Jr. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and ceptualization of the Sonoran Desert. Journal of Arid Environments. 16:241.256.
- Socorro Anaya Rosales, Jesús Roñero Nápoles et al, 1999, Hortalizas plagas y enfermedades. editorial trillas. México D.F. P 150-165,269,270,446,447.
- Steiner, A. A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp. 43-53. In: Proceedings 3rd International Congress on Soilles Culture. Wageningeen, The Netherlands.
- Valverde, F. Mireya, 1983. El uso de los plásticos en la agricultura. Primera edición. Editorial CENAMAR. Cd. Lerdo, Dgo. Pag. 238-240.
- Vásquez A., J. 1999. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano hortalizas frescas- Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) especificaciones. Programa de inocuidad alimentaria. Normas oficiales Mexicanas. Pp. 2-18.

- Zaidan, O. 1997. La producción de Tomate. Ministerio de Relaciones Exteriores, Centro de Cooperación Internacional y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Centro de Cooperación Internacional para el Desarrollo Agrícola del Estado de Israel.
- Zarate, L., T. 2002. Respuesta Fisiológica del tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) en cuatro substratos de vermicomposta en diferentes niveles. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. 63p.
- Zavaleta. M., E. 1989. Modificadores orgánicos y su efecto sobre los fitopatógenos del suelo. En. Ferrera- Cerrato (Edit). Ecología de la Raíz. Sociedad de Fitopatología. Montecillo. Méx. 116- 127.

9 APÉNDICE

Cuadro A1. Cuadrados medios y significancia estadística de los ANOVA realizados, para la variable rendimiento para el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero UAAAN-UL,2002.

Fuente de variación	gl	Cuadrados Medios
Tratamiento	9	6479.396*
Error	34	2437.835
Total	43	
CV%		43.15260

* = significativo al 5%

Cuadro A2. Cuadrados medios de los ANOVA realizados, para las variables °Brix, espesor de pulpa, número de locus, peso, diámetro ecuatorial y polar en los tratamientos utilizados UAAAN-UL,2003.

Fuentes de variación	Comparación de medias						
	GGL	Diámetro ecuatorial	°Brix	Espesor de pulpa	Numero de locus	Diámetro polar	Peso
Tratamiento	9	4.195**	3.22**	0.062 ns	3.21**	5.928**	26241.2**
Error	311	1.057	0.711	0.11	1.035	0.647	4336.9
Total	320						
CV (%)		14.74	14.89	40.99	22.29	13.152	34.84

** = altamente significativo;

ns = no significativo.