

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE UN GENOTIPO DE TOMATE CON FERTILIZACIÓN
ORGÁNICA BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA
COMARCA LAGUNERA.**

P O R:

MARÍA ESTELA LÓPEZ PABLO

T E S I S

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2007

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EVALUACIÓN DE UN GENOTIPO DE TOMATE CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA.**

Por:

MARÍA ESTELA LÓPEZ PABLO

TESIS

**Que se somete a consideración del Comité de asesor, como requisito parcial para
obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

**Asesor
principal:**

DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor:

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Asesor:

DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

Asesor:

DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

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

TORREÓN, COAHUILA MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2007

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. MARIA ESTELA LÓPEZ PABLO QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE

DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL

MC. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL

DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL SUPLENTE

DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

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

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DEL 2007

DEDICATORIA

A Dios por haberme dado la oportunidad de estar en esta vida. Le doy gracias por haber permitido terminar esta carrera y por tu protección incondicional al estar lejos de mi hogar, por haber permitido encontrar gente buena y amable que me brindaran su cariño y amistad. Y te pido que siempre estés a mi lado como siempre lo haz hecho.

A mis "PADRES" Sixto López Rueda y Elena Pablo Pérez porque sin ellos no estuviera en este mundo, por todo su apoyo, comprensión, amor y cariño, aun sin saber expresarlo yo se que me quieren mucho y que quieren lo mejor para mi. Gracias por los consejos, incluso los regaños por que sin ellos no llegaría hasta donde ahora estoy. Y le doy gracias a dios por la dicha de tenerlos conmigo y le pido que me los cuide y me los proteja para que me sigan guiándome en la vida. ¡Muchísimas gracias! Su hija que los quiere mucho.

A mis Hermanos Romeo, Carlos, Joel, Raquela, Elena, Maria A. y Soledad, por la confianza, comprensión y apoyo que siempre me han brindado, por que estoy segura que me quieren mucho así como yo los quiero. Pero a ti en especial hermano Joel por haberme brindado lo poco que ganabas, porque si tu ayuda no hubiera podido avanzar. Y por que siempre estemos juntos para salir adelante. ¡Gracias hermanos! Los quiero mucho.

A mi Novio Juan Carlos Morales Reséndiz por ser mi apoyo y por estar siempre conmigo. Y por el amor que me tiene le doy gracias por que con ello me siento protegida y segura de lo que hago. Gracias mi amor por ser quien eres. Espero que siempre estemos juntos.

Con todo respeto al Ph. D. Pedro Cano Ríos, por su orientación, apoyo y enseñanza. Y por los consejos que me ha dado para ver la vida de la mejor manera y cambiar mi actitud hacia tantas circunstancias que me acontecen. Además de haber sido como un padre para mí. Lo quiero mucho y que Dios lo bendiga por siempre.

AGRADECIMIENTOS

A mi "ALMA TERRA MATER", por brindarme la oportunidad para realizarme como profesionalista.

Al Ph. D. Pedro Cano Ríos, por su orientación, apoyo y enseñanza. Además por haberme permitido estar en su proyecto.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto, por su gran apoyo incondicional para la realización del presente trabajo, así como por sus conocimientos compartidos y por su sincera amistad demostrada.

A la Dra. Norma Rodríguez Dimas por compartir sus conocimientos, su valiosa dirección y apoyo en este experimento.

Al Dr. Alejandro Moreno Reséndez, por su valiosa colaboración en esta investigación. Además por brindar sus conocimientos y una amistad sincera.

A Brenda Isela Ojeda Juárez por todo su cariño y su apoyo incondicional, por haber sido una amiga muy sincera, por los consejos y la protección siempre brindada. Gracias por regalarnos un poquito de su paciencia y habernos considerado sus hijos. La quiero mucho y nunca la olvidaremos.

A los Profesores de Horticultura. Por enseñarme lo necesario para ser una persona de bien. En especial a mi querida maestra Francisca Sánchez Bernal, por su apoyo y amistad. Y Al Ing. Lucio Leos por el apoyo que nos ha brindado siempre, además de su amistad y su confianza.

A mis amigos y compañeros de grupo, en especial a Fabián García Agüero, Damian Palominos L., Juan Carlos Morales Reséndiz y Omar Eng Navarro, con los que compartí un momento de alegría y aventura. Yo se que los volveré a ver. Y suerte a todos.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 objetivos	3
1.2 Metas	3
1.3 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del tomate	4
2.1.1. Origen	4
2.1.2 Clasificación Taxonómica	4
2.1.3 Descripción Botánica	5
2.1.4 Propiedades nutricionales y medicinales	7
2.2 Requerimiento climático	8
2.2 .1 Temperatura	8
2.2.2 Humedad relativa	9
2.2.3 Luminosidad	10
2.2.4 Contenido del CO ₂ en el aire	10
2.2.5 Suelo	11
2.3 Manejo del cultivo	11
2.3.1 Poda de formación	11
2.3.2 Tipos de poda	11
2.3.3 Despuntado	12
2.3.4 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos	13
2.3.5 Aporcado y rehundido	13
2.3.6 Tutorado	13
2.3.7 Bajado de plantas	14
2.3.8 Polinización	14
2.3.9 Solución Nutritiva	15

2.4 Elección del genotipo	16
2.4.1 Adaptación al sistema y ciclo de cultivo	16
2.4.2 Resistencia a enfermedades y plagas	17
2.4.3 Adaptación a condiciones ambientales de estrés	17
2.5 Generalidades del invernadero	17
2.5.1 Ventajas de la producción en invernaderos	18
2.5.2 Desventajas de cultivar en invernadero	19
2.6 Sustratos	19
2.6.1 Generalidades	19
2.6.2 Características de los sustratos	20
2.7 Compost	21
2.8 Definición y origen de la agricultura orgánica	22
2.8.1 Objetivos de la agricultura orgánica	23
2.8.2 Las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes	23
2.9 Agricultura orgánica en el mundo	24
2.10 La agricultura orgánica en México	25
2.11 El Té de compost	26
2.11.1 Criterios para preparar el té de compost	26
2.11.2 Métodos para la elaboración del té de compost.	27
2.11.3 Antecedentes de los trabajos del té de compost.	28
2.12 Plagas y enfermedades	28
2.12.1 Plagas	28
2.12.2 Enfermedades	30
2.12.3 Otras alteraciones	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS	33
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera	33
3.2 Localización del experimento	33
3.3 Forma del Invernadero	33
3.4 Llenados de macetas	33
3.5 Genotipos	34
3.6 Tratamiento y diseño experimental	34
3.7 Siembra y trasplante.	34

3.8 Fertirriego	35
3.9 Procedimiento del Té de compost	36
3.10 Fertilización orgánica	37
3.11 Manejo del cultivo	38
3.12 Polinización.	38
3.13 Control de plagas y enfermedades	39
3.14 Cosecha.	39
3.15 Variables evaluadas en tomate	40
3.16 Análisis estadísticos	40
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
4.1 Altura de la planta.	41
4.2 Floración.	42
4.3 Calidad del fruto	42
4.3.1 Peso del fruto.	42
4.3.2 Diámetro polar.	43
4.3.3 Diámetro ecuatorial	43
4.3.4 Sólidos solubles	44
4.3.5 Espesor de pulpa.	44
4.3.6 Número de loculos.	44
4.3.7 Color interior y exterior	45
4.4 Rendimiento.	46
V CONCLUSIONES.	47
VI RESUMEN:	48
VII LITERATURA CITADA	50

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Composición química del fruto del tomate, composición por cada 100 g (Martínez, 2005). UAAAN-UL.2007	8
Cuadro 2.2	Condiciones ideales de compost. UAAAN-UL.2007.	22
Cuadro 2.3	Valor de las ventas de productos orgánicos por país, 2002. UAAAN-UL. 2007.	25
Cuadro 3.1	Tratamientos evaluados en tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2007	34
Cuadro 3.2	Composición del análisis químico de la composta, té de composta y agua, utilizada en el experimento. UAAAN. UL. 2006-2007	35
Cuadro 3.3	Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate en el sustrato testigo bajo condiciones de invernadero, UAAAN-UL, 2005.	36
Cuadro 3.4	Fertilización orgánica aplicada como solución madre. En tomate orgánico, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.	37
Cuadro 4.1	Ecuación de regresión para altura de planta de tomate tres tratamientos, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL.	41
Cuadro 4.2	Ecuación de regresión para floración de tomate con tres tratamientos, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la Comarca Lagunera. UAAAN – UL. 2007.	42
Cuadro 4.3	Calidad de fruto, peso fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial del tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006 - 2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	43
Cuadro 4.4	Calidad de fruto, sólidos solubles, espesor de pulpa y número de loculos tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	44
Cuadro 4.5	Color interno y externo de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	45
Cuadro 4.6	Rendimiento de frutos de tomate en t/ha ⁻¹ en invernadero con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	46

ÍNDICE DE FIGURAS.

- Figura 3.1** Temperaturas registradas durante el periodo del experimento con el cultivo del tomate. UAAAN –UL. 2007
- Cuadro A.1** Rendimiento por hectárea en el cultivo de tomate, con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.
- Cuadro A.2** Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable peso en el cultivo de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.
- Cuadro A3** Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable diámetro polar de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.
- Cuadro A4** Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable diámetro ecuatorial de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.
- Cuadro A5** Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable sólidos soluble (°Brix) de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.
- Cuadro A6** Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable espesor de pulpa de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.
- Cuadro A7** Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable número de loculos de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.
- Cuadro A.8** Color exterior de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. .
- Cuadro A.9** Color interior de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. .
- Figura A1** Altura de planta en tratamiento 1, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.
- Figura A2** Floración de planta en tratamiento 1, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.
- Figura A3** Temperaturas y humedad relativa registradas durante el desarrollo del cultivo de tomate con diferentes sustratos y tipos de fertilización, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.

I. INTRODUCCIÓN

Los agricultores comerciales hortícolas a nivel mundial han permitido que el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) sea el más extensamente producido bajo invernadero, debido a necesidades de mercado en cuanto a cantidad, calidad y competencia, obligando a estos mismos a producir tomate fuera de temporada, de alta calidad para cubrir las exigencias del consumidor.

El cultivo bajo condiciones controladas ha permitido obtener producciones de primera calidad y de mayor rendimiento, en cualquier época del año, a la vez permite alargar el ciclo del cultivo, permitiendo producir en épocas fuera de temporada (Infoagro, 2005).

La producción de hortalizas en invernadero tiene un gran auge por la facilidad en el manejo de las condiciones ambientales. Sin embargo, el desarrollo de los cultivos en este sistema demanda el uso de fertilizantes inorgánicos disueltos en soluciones nutritivas, aplicadas en algunas ocasiones a través del riego por goteo, lo cual resulta costoso (Moreno y Aguilera, 2001).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2005 alcanzó las 1048 ha bajo cielo abierto representando el 5.38 % del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 26 t/ha⁻¹ con un poco más de 78.5 millones de pesos en valor de la producción y alrededor de 85 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 (SAGARPA, 2005).

La agricultura orgánica como un sistema de producción viable y productiva para las zonas áridas, semiáridas y tropicales del país y del mundo es un proceso de desarrollo sustentable que debe de utilizarse y extenderse lo más posible entre los productores a todos sus niveles, considerando los costos de producción tan altos en una agricultura tradicional y modernizada dado el uso tan elevado de insumos y maquinaria para la obtención de rendimientos adecuados para un cultivo determinado. Sin embargo es determinante tener en mente todos los componentes que están implícitos en este tipo de agricultura como son: cambio del sistema de producción y uso

de abonos orgánicos, normatividad, cultivos, etc. que están involucrados y forman parte directa en la obtención de productos orgánicos (Salazar *et al.*, 2004).

En México la producción orgánica de tomate se lleva a cabo en Baja California Sur, con rendimientos bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, buscando rendimientos mucho más elevados, con la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo y con la utilización de un sustrato orgánico, lo anterior coincide con lo citado por Castellanos *et al.*, (2000)

Actualmente, un sector de los consumidores están más interesados que nunca en el origen, de sus alimentos, de cómo fueron cultivados o si son seguros para comerse, así como del contenido nutricional enfatizando su preocupación por la posible contaminación con agroquímicos, especialmente por los de consumo en fresco (López, 2003).

1.1 Objetivos:

- Evaluar la producción y calidad de fruta de un genotipo de tomate en invernadero con fertilización orgánica
- Evaluar el efecto del té de compost en el desarrollo fenológico, producción y calidad del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero.

1.2 Metas

- Contar con la evaluación del genotipo respecto a su comportamiento en rendimiento y calidad bajo invernadero con fertilización orgánica.
- Utilizar té de compost de manera que los elementos nutritivos contenidos en éste sean lo mejor aprovechados posible. Tener información confiable para mejorar las tecnologías del cultivo de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero para la Comarca Lagunera

1.3 Hipótesis

- El híbrido evaluado tiene buena adaptación a las condiciones de la Comarca Lagunera
- Es posible obtener altos rendimientos con aceptable calidad del fruto con la aplicación del té de Compost

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984).

2.1.1. Origen

El lugar de origen del genero *Lycopersicon* es la región Andina, la cual se extiende desde el norte de Chile al sur de Colombia y de la costa del Pacífico (incluidas las Islas Galápagos) a las estribaciones orientales de los Andes. Hay muchas especies superpuestas, pero no se han encontrado pruebas de introgresión natural, con la excepción de *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var. *Cerasiforme*. Hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates está en México (Esquinas y Nuez, 1999).

2.1.2 Clasificación Taxonómica

De acuerdo a Pérez (2001) la taxonomía del tomate es la siguiente:

Clase	Dicotiledóneas
Orden	Solanes (personatae).
Subfamilia	Solanoideae
Familia	Solanáceae
Tribu	Solaneae
Genero	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>esculentum</i>

2.1.3 Descripción Botánica

Chamarro (2001) describe las principales características morfológicas de la planta de tomate como a continuación se indica:

- **Planta:** Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi-erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) y semi-indeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.
- **Indeterminadas.** Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias internodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.
- **Determinadas.** Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2 m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.
- **Raíz:** El sistema radical del tomate está constituido por la raíz principal, las raíces secundarias y las raíces adventicias. La raíz tiene las funciones de absorción y el transporte de elementos nutritivos, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo (Esquinas y Nuez, 1999). En los primeros 20 cm de la capa del suelo se encuentra el 70% de la biomasa radicular. Las raíces de cultivos en sustratos, prácticamente carecen de raíces absorbentes y las raíces tienden hacer mas bien gruesas y gran parte de éstas se encuentran en torno a la salida del emisor y en la parte baja de los contenedores (Castellanos, 2003).
- **Tallo:** El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos; el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que al alcanzar un determinado número de ramilletes y detienen su

crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). Los tallos son pubescentes en toda su superficie. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. El desbrote debe ser oportuno, sobre todo el brote inmediato inferior al racimo, el cual surge con gran vigor (Berenguer, 2003).

- **Hojas:** Las hojas del tomate son pinnadas compuestas. Una hoja típica de las plantas cultivadas tiene unos 0.5 m largo, algo menos de anchura, con un gran foliolo terminal y hasta 8 grandes foliolos laterales, que pueden, a su vez, ser compuestos. Los foliolos son usualmente peciolados y lobulados irregularmente dentados. El tejido parénquimático o mesófilo está recubierto por una epidermis superior y otra inferior (Chamarro, 2001).
- **Flores:** El tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomate de grueso calibre el ramillete tiene de 4-6 flores; en tomates de calibre mediano aumenta de 10-12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo (Berenguer, 2003)
- **Frutos:** El fruto del tomate es una baya de color amarillo, rosado o rojo debido a la presencia del licopeno y carotina. El fruto de tomate es una baya bi o plurilocular que desarrolla a partir de un ovario de unos 5-1 mm y alcanza un peso final en su madurez que oscila entre los 5 y 500 g en función de la variedad y de las condiciones de desarrollo. Su forma puede ser redonda achatada, o en forma de pera y en su superficie lisa o surcada (Chamarro, 2001).
- **Semilla:** La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5X4X2 mm y está constituida por un embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícala. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable. La germinación de la semilla ocurre de manera fácil (Berenguer, 2003)

2.1.4 Propiedades Nutricionales Y Medicinales

Es aquí donde radica la importancia del consumo de esta hortaliza, ya que la mayoría de los humanos consume tomate de forma fresca, cosido o en catsup. Por sus propiedades químicas el tomate como condimento de diferentes platillos y como medicinal en la prevención de diversas enfermedades.

El licopeno que es un carotinoide que da el aspecto de rojo brillante al tomate es una sustancia que se le ha atribuido efectos antioxidantes y anticancerígenos y que se encuentra en el tomate en una concentración 2 mg, por cada 100 gm de tomate fresco (Cuadro 2.1) y que cocido potencializa su contenido a 25 mg en tomate frito y en 6 mg, en salsa de tomate (Haro, 2005). El licopeno parece reducir las probabilidades de cáncer de próstata, pulmón, estómago, vejiga, pulmón, mama, estómago y cuello del útero, ayuda a rebajar la presión arterial, favorecer el buen estado de nuestro hígado o prevenir el eczema, también ayuda a curar las heridas de todo tipo, rebaja la inflamación y favorece la cicatrización (Martínez, 2005).

En cuanto ha las propiedades curativas es refrescante, digestivo, purificado laxante, desinflamatorio, muy útil en el padecimiento del hígado, para cálculos renales. El jugo de tomate se usa para gargarismos, aplicando al cuerpo cabelludo, elimina la caspa y evita la caída del cabello. Las rodajas aplicadas sobre los ojos, los desinflama. Para hemorroides, aplicar cataplasmas con rodajas de tomate. El tomate tiene un antioxidante llamado licopeno que ayuda a bloquear el desarrollo del cáncer especialmente en los tejidos de la próstata (Anónimo, 2006).

La vitamina A, ayuda al crecimiento celular, manteniendo los huesos y los dientes en buen estado, ayudando a sistema inmunológico a combatir las infecciones, y a mantener una buena salud ocular, también se ha encontrado menor daño en el ADN de los glóbulos blancos, lo que aumenta la autodefensa del cuerpo esto debido a las Vitaminas C y E. Además de su aspecto, olor y sabor característico, que realza el gusto y lo sabroso de los platillos con los que se condimenta o se acompaña en ensaladas (Martínez, 2005).

Cuadro 2.1 Composición química del fruto del tómale, composición por cada 100 g. (Martínez, 2005). UAAAN-UL. 2007.

Componente	Maduro fresco.	Maduro enlatado natural	Maduro enlatado hervido	Zumo natural
Agua	93.76 g	93.65 g	91 g	93.9 g
Energía	21 Kcal	19 Kcal	28 Kcal	17 Kcal
Grasa	0.33 g	0.13 g	0.13 g	0.06 g
Proteína	0.85 g	0.92 g	0.95 g	0.76 g
Hidratos de carbono	4.64 g	4.37 g	6.78 g	4.23 g
Fibra	1.1 g	1g	1g	0.4 g
Potasio	223 mg	221 mg	238. mg	220 mg
Fósforo	24 mg	18 mg	20 mg	19mg
Magnesio	11 mg	12 mg	12 mg	11 mg
Calcio	5 mg	30 mg	33 mg	9 mg
Vitamina C	19 mg	14.2 mg	11.4 mg	18.3 mg
Vitamina A	623 IU	595 IU	541 IU	556 IU
Vitamina E	0.38 mg	0.32 mg	0.38 mg	0.91 mg
Niacina	0.628 mg	0.73 mg		

2.2 Requerimiento climático.

Anónimo (2006) señala que el manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. Los factores a considerar son los siguientes.

2.2.1 Temperatura.

La temperatura influye en la fotosíntesis, la respiración, las actividades enzimáticas de las células, división y crecimiento de las células, capacidad de absorción de las raíces además de la disponibilidad de elementos nutritivos. Al aumentar la temperatura de 0 a 30 – 35 °C, la fotosíntesis sigue la regla de Van Holf, es decir cada 10 °C dicha función se incrementa 2-3 veces (Hernández y Miranda, 1999).

El tomate es una planta termoperiódica diaria, por lo cual requiere de una oscilación de temperatura entre el día y la noche de al menos de 8 °C, lo que favorece su crecimiento y la formación de mayor número de flores. La temperatura optima para el cultivo oscila entre 22 y 24 °C, y varia en función de cada de una de sus etapas fonológicas. Por ejemplo, en la germinación se requiere de 25 °C, en plántulas 20 °C, y después del trasplante al inicio del primer racimo, 24 °C. Posteriormente, la temperatura para crecimiento y maduración de fruto debe ser de 25 a 28 °C, la cual es relativamente más altas que las anteriores (Castro y Pérez, 1999).

2.2.2 Humedad relativa.

Dentro de los invernaderos la humedad relativa (HR), juega un papel muy importante ya que está relacionada directamente con el desarrollo de enfermedades, desordenes fisiológicos en los frutos y el déficit de presión de vapor (DPV) (Infoafro, 2004).

La humedad relativa óptima dentro del invernadero debe variar de 55 a 65%, debido a que con alta humedad en el ambiente (mayor de 70%) el cultivo es mas susceptible a enfermedades foliares como el tizón temprano (*Alternaría solana Ell. And Mart*), tizón tardío (*Phytophthora infestans Mont. De Bary*) y botritis (*Botrytis cinerea De Bary*), principalmente. También puede provocar una mala fecundación por la falta de polen debido a una nula dehiscencia de las anteras o por apelmazamiento de los granos de polen, además, de coadyuvar a posibles daños fisiológicos como al pudrición apical de los frutos por deficiencia de calcio, ya que este elemento, se absorbe mejor cuando hay una transpiración normal en la planta y cuando disminuye la absorción de calcio, puede ser causada por una alta humedad relativa ambiental del invernadero. Por lo contrario, la baja humedad relativa (menor de 40%) provoca mayor pérdida de agua por transpiración, requiriéndose de riegos mas frecuentes, de lo contrario la planta se sometería a periodo de estrés que repercute en el tamaño del fruto (Castro y Pérez, 1999).

2.2.3 Luminosidad.

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO₂, para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. Para mejorar la luminosidad natural se usan los siguientes medios (Infoagro, 2004).

La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate. El tomate es una hortaliza exigente en luz. Lo es durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en las etapas vegetativas y de floración. La luz interactúa fuertemente con la temperatura y es así que para niveles bajos de luz. Las temperaturas óptimas que favorecen al cultivo son distintas a las necesarias para los niveles altos de luz. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate afecta el rendimiento de forma irreversible, ya sea por menor producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados y por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997).

2.2.4 Contenido del CO₂ en el aire.

En condiciones de invernadero, el aire generalmente está más seco y en algunos casos la circulación no es correcta, a si que las plantas en invernaderos requieren más CO₂; de manera que ha medida que se incrementa la luz, también se incrementa la demanda de CO₂. Al recibir el CO₂ en una cantidad extra, las plantas responden sorprendentemente rápido en beneficio de la cosecha. La recomendación de CO₂ en el uso invernadero va de 800 a 1000 ppm en el ambiente (Samperio, 1999).

El CO₂ es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentador. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40 000 m³ de aire, es decir 14 m³ ó 27 kg de CO₂ para una hora de fotosíntesis a 350 w/m², sin ventilación. Se deben inyectar de 70 a 100 kg de CO₂ por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

2.2.5 Suelo.

Los suelos más indicados son los sueltos, bien aireados, con buen drenaje interno y que a su vez tengan capacidad de retener humedad, con textura franca a arenosa, buen contenido de materia orgánica. Por lo general suelos arcillosos producen cosechas tardías; el pH debe estar entre 5.8 y 6.8. (Torres, 2002).

2.3 Manejo del cultivo

2.3.1 Poda de formación

El incremento en el número de tallos-guía incide en el tamaño del fruto, disminuyendo éste conforme se incrementa el número de guías, y estará limitado por el vigor del cultivar. Algunos cultivares toleran mal la poda. La densidad de plantación deberá adecuarse al tipo de poda previsto (Geisenberg y Stewart, 1986).

Ruiz (2002) menciona que los objetivos de podar son los siguientes:

- Formar y acomodar la planta.
- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr más eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto de calidad, como de volumen.
- Mejorar aireación y evitar incidencia de enfermedades

2.3.2 Tipos de poda

El tipo o sistema de poda a emplear depende del marco de plantación utilizado, la precocidad que se desea obtener y la variabilidad o híbrido a establecer (Rodríguez *et al.*, 1997).

- **Poda a un tallo.**- Consiste en la eliminación de todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de éste hasta su eventual

despunte (Castilla, 2001). Por su parte Nelson (1994) indica las ventajas de poda a un tallo: Mayor precocidad de producción, elevada producción, mayor homogeneidad, mayor calibre.

- **Poda a dos tallos.**- Este sistema de poda es conocido como poda de horqueta y consiste en eliminar todos los tallos axilares, excepto el que sale por debajo del primer racimo, el cual se dejará como segundo tallo principal. Luego se realiza o no la poda de despunte (Rodríguez *et al.*, 1997)
- **Poda a tres tallos.**- Este sistema es muy parecido al de poda a dos tallos, pero en ésta se permite el desarrollo de un tercer brote axilar. El cual puede ser el segundo o tercero por debajo de la primera inflorescencia (González, 1967).
- **Poda Hardy.**-Es un sistema de poda poco empleado, que consiste en despuntar el tallo principal por encima de la segunda o tercera hoja por encima de la primera inflorescencia; de los brotes que surgen de las axilas de estas hojas se dejan dos tallos guía, debiendo de ser hojas opuestas, para luego continuar con las actividades descritas para la poda a dos tallos (Rodríguez *et al.*, 1997).
- **Poda de hojas.**- Esta poda se realiza mediante la eliminación de todas o algunas hojas, principalmente viejas o enfermas, por debajo del primer racimo que permanezca sin cosecharse, continuando con ésta práctica conforme se va cosechando los siguientes racimos, hasta una altura de 40 a 50cm (Serrano, 1979).

2.3.3 Despuntado

Esta actividad consiste en la eliminación de los brotes terminales de los tallos que se han dejado como guías, por encima del piso productivo que se considere económicamente interesante. Con el despunte se regula y acorta el ciclo vegetativo, determinando la longitud de la planta. Indirectamente esta práctica puede repercutir en un incremento del tamaño de los frutos formados (Maroto, 1995).

2.3.4 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

Ambas prácticas están adquiriendo cierta importancia desde hace unos años, con la introducción del tomate en ramillete, y se realizan con el fin de homogeneizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad. Este trabajo debe realizarse tan pronto como ha amarrado el número de frutos requeridos y antes de que comiencen a engordar (llenar) los frutos indeseables (Horward, 1995).

2.3.5 Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (Infoagro, 2004).

2.3.6 Tutorado

Las plantas de los tomates que deben guiarse verticalmente deberán estar tutoradas, siendo recomendable la utilización de cuerda de plástico (rafia). Las cuerdas deberán fijarse a unos cables de soporte, a una altura de 2.5 a 3 metros, que irán sobre las plantas, dejándose unos 2 metros más de la longitud a la altura del cable, por si se quiere utilizar las plantas por un período mayor al normal, para poder bajarse una vez que hubiesen alcanzado la altura del cable (Resh, 1997). El entutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces (Nuez, 2001).

Existen cuatro tipos de tutorado que suelen emplearse en invernadero que son los siguientes: Sistema holandés (hilo vertical), sistema inglés (V), sistema danés y sistema danés modificado, en este último sistema se deja caer la planta sobre sí misma, según se recolectan los primeros racimos, y después de practicar el deshoje de dicha zona (Rodríguez *et al.*, 1997).

2.3.7 Bajado de plantas

Conforme las plantas de tomate alcancen la parte superior de los cables de soporte, se puede ir aflojando las cuerdas bajándolas unos 0.5 metros cada vez y, al no existir hojas viejas ni frutos en la base del tallo, se puede ir dejando caer éste sobre la bancada o sobre los postes o alambres de soporte. Si no se tiene cuidado los tallos podrían partirse, y entonces sería preciso enterrar la parte más baja de éstos hasta tapar el punto de ruptura, para que colocando en su proximidad un gotero se consiga al cabo de unas semanas un buen desarrollo radicular a partir de dicho punto. En cualquier caso, siempre podrán permanecer en la parte superior de la planta unos 1.2 a 1.5 metros de hojas y racimos florales (Resh,1997).

2.3.8 Polinización

Rodríguez *et al.* (1997) mencionan que los factores que influyen en el problema de la polinización del tomate bajo invernadero son los siguientes: La calidad de la flor, la iluminación, humedad relativa y temperatura.

Los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre; no obstante, en los invernaderos, el viento de aire es insuficiente para que las flores se polinicen por si mismas, siendo esencial la vibración de los racimos florales para obtener una buena polinización. Esto puede efectuarse moviendo las flores con un palo, con los dedos o con un vibrador eléctrico parecido a un cepillo de dientes eléctrico, al que se hayan quitado las cerdas. Los vibradores se acercan durante breves momentos a las ramas portadoras de los racimos florales, pudiendo observarse la salida de las flores de un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo (Rodríguez *et al.*, 1997).

La polinización deberá efectuarse mientras que las flores están en estado receptivo, lo cual se conoce porque los pétalos se doblan hacia abajo. Las plantas deberán polinizarse al menos cada dos días, puesto que las flores permanecen receptivas unas 48 horas, efectuando esta operación entre las 11:00 y 15:00 horas en días soleados, para obtener los mejores resultados. (Rodríguez *et al.*, 1997)

La investigación ha demostrado que una humedad relativa del 70% es la mejor para la polinización, cuajado de fruto, y posterior desarrollo de éste. Una humedad más elevada guarda el polen húmedo y pegadizo, con excepción del mediodía, y disminuye la posibilidad de que se transfiera suficiente cantidad de polen desde las anteras hasta el estigma. Un ambiente demasiado seco, con humedad relativa inferior al 60 - 65% causa la desecación del polen (Rodríguez *et al*; 1997).

Las temperaturas del invierno no deberán bajar 15 °C durante la noche, ni exceder de 29 °C durante el día. Con temperaturas superiores o inferiores, la germinación del polen y el desarrollo del tubo polínico se ven fuertemente reducidos (infoagro, 2004).

Cuando la polinización se ha efectuado correctamente, se desarrollarán, al cabo de una semana, los frutos en forma de bolita; esto lo que se denomina cuajado de la flor. Cuando las plantas jóvenes producen sus primeros racimos se deben polinizar cada día hasta que se observan los frutos. Es muy importante que cuajen los primeros racimos, pues esto induce a la planta a un estado reproductivo que favorecerá grandemente la floración y productividad conforme se vaya desarrollando. En el momento en que los primeros racimos hayan cuajado se puede seguir la polinización en días alternos (Resh, 1997).

2.3.9 Solución Nutritiva

Los fertilizantes de uso más extendido son los abonos simples en forma de sólidos solubles (nitrato cálcico, nitrato potásico, nitrato amónico, fosfato monopotásico, fosfato monoamónico, sulfato potásico, sulfato magnésico) y en forma líquida (ácido fosfórico, ácido nítrico), debido a su bajo costo y a que permiten un fácil ajuste de la solución nutritiva, aunque existen en el mercado abonos complejos sólidos cristalinos y líquidos que se ajustan adecuadamente, solos o en combinación con los abonos simples, a los equilibrios requeridos en las distintas fases de desarrollo del cultivo. (Zaidan y Avidan, 1997).

Sánchez (1999) en trabajos de investigación realizados para nuevos paquetes tecnológicos de producción de jitomate en hidroponía indica que se han ensayado

diferentes concentraciones de elementos nutritivos (general para todos o para uno solo), diferentes fuentes de fertilizantes, cambios en la concentración según la etapa fonológica del cultivo y según las condiciones ambientales.

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua: fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio, monofosfato de potasio, etc. En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micro elementos (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser suministrado como quelato porque las sales de hierro, como el sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro se precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas, 1999).

También se dispone de numerosos correctores de carencias tanto de macro como de micro elementos que pueden aplicarse vía foliar o riego por goteo, aminoácidos de uso preventivo y curativo, que ayudan a la planta en momentos críticos de su desarrollo o bajo condiciones ambientales desfavorables, así como otros productos (ácidos húmicos y fúlvicos, correctores salinos, etc.), que mejoran las condiciones del medio y facilitan la asimilación de elementos nutritivos por la planta (Infoagro, 2004)

2.4 Elección del genotipo

Uno de los mayores atractivos de cualquier producto frente al consumidor es la diversidad. El tomate es una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. Las preferencias por un tipo determinado son muy variadas y van en función del país, tipo de población uso al que se destina (Diez, 2001).

2.4.1 Adaptación al sistema y ciclo de cultivo

Las casas productoras de semillas desarrollan en la actualidad muchos de sus híbridos adaptados no solo a condiciones específicas de cultivo sino también a un sistema de cultivo. Existen cultivares especialmente adaptados a ciclo temprano, de

otoño. Para época larga de cultivo o para cultivo rotativo. Para este último se requieren cultivares precoces, generalmente de crecimiento determinado y maduración agrupada. (Cuartero y Báugena, 1990).

2.4.2 Resistencia a enfermedades y plagas.

Para el agricultor cultivar híbridos con muchas resistencias incorporadas constituyen, en cierto modo, una garantía de obtener una buena producción. Sin embargo, no siempre es aconsejable utilizarlos, ya que mediante el cultivo continuado de este tipo de híbridos se pueden seleccionar varios tipos más agresivos del patógeno que podrían dar lugar a ataques más graves y mayor dificultad para encontrar nuevas resistencias. Así, lo más conveniente sería cultivar híbridos con las resistencias a las enfermedades que supongan un verdadero problema en cada zona (Cuartero y Báugena, 1990).

2.4.3 Adaptación a condiciones ambientales de estrés.

Entre las múltiples situaciones de estrés, se ha pretendido generar híbridos capaces de cuajar en condiciones de frío y adaptados a tierras y aguas salinas. (Cuartero y Báugena, 1990).

2.5 Generalidades del invernadero

Un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de los cultivos. Un cultivo forzado o protegido se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. A pesar de que se hace hincapié en la modificación del ambiente climático, el cultivo forzado también incluye las técnicas de manejo, fertirrigación, densidad y época de siembra, sanidad vegetal, etc. Prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento de la producción, precocidad y mayor calidad de la cosecha. Además de lo anterior el cultivo se orienta a la producción de plantas de origen climático diferente del ambiente natural donde se desea cultivarlas (Rodríguez y Jiménez, 2002).

El cultivo bajo invernadero ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimiento, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios (Infoagro, 2005).

2.5.1 Ventajas de la producción en invernaderos

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes:

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
- Aumento del rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
- Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que éstos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 al 80% del agua aplicada que se evapotranspira.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.

2.5.2 Desventajas de cultivar en invernadero:

De igual manera Sánchez y Favela (2000) destacan que las desventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

- Se requiere de una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.
- Alto costo de los insumos.
- Las instalaciones y estructura representan una elevada inversión inicial.
- Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.
- Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

2.6 Sustratos

2.6.1 Generalidades

El término sustrato, se aplica a todos los materiales sólidos, distintos de los suelos naturales, minerales u orgánicos. Los sustratos pueden ser de materiales químicamente inertes o activos, que pueden o no aportar elementos nutritivos al proceso de nutrición de las plantas (Zaidan, 1997).

Para el caso de los inertes se pueden mencionar, la arena, según Muñoz (2003):

Arena. La arena es un material de naturaleza silíceo con una concentración mayor del 50% de SiO_2 y de composición variable, que depende de los constituyentes de la roca silicatada original. La arena deberá de estar exenta de limo y arcilla también de carbonato de calcio. La arena posee una fracción granulométrica comprendida entre 0.02 y 2 mm. Desde el punto de vista hortícola, se prefiere la arena con tamaño de partícula de medio a grueso (0.6 – 2 mm). La densidad de la arena es superior a 1.5 g/cm^{-3} . Su pH puede variar entre 4 y 8. Capacidad de intercambio catiónico es nula o baja. La arena es el sustrato mas utilizado, llegando a presentar un 60% de la superficie total bajo condiciones e hidroponía.

Por otro lado, actualmente los aspectos relacionados con la conservación del ambiente, han quedado enmarcados en los conceptos de sustrato. Los ecologistas han hecho hincapié en este tema, ya que muchos sustratos provienen de yacimientos naturales, afectando el número de mantos protegidos como reservas naturales, por lo que se están tomando medidas para regular el uso de este tipo de sustratos. Aspectos como éste han sido motivados para buscar alternativas rentables sin dañar al ambiente, siendo una de ellas, la utilización de lombrices como material biológico para producir vermicompost (Zaidan y Avidan, 1997)

2.6.2 Características de los sustratos

De acuerdo a Bastida (2001) algunos puntos importantes a considerar en la composición de sustratos, son los siguientes:

A). Características físicas.

- Composición y estructura.
- Isotropía e isometría
- Granulometría y distribución
- Porosidad
- Densidad y peso
- Conductividad térmica

B). Propiedades químicas.

- Capacidad de intercambio catiónico
- pH
- Capacidad buffer
- Elementos Tóxicos

C). Propiedades biológicas

- Contenido de materia orgánica
- Relación Carbón-Nitrógeno

2.7 Compost

De acuerdo con Mustin (1987) el composteo es el proceso biológico de descomposición de compuestos orgánicos hasta la formación de un producto estable y rico en sustancias húmicas.

Para favorecer el composteo es necesario crear las condiciones ideales para la actividad microbiana, como: la cantidad adecuada de agua, oxígeno y alimentación balanceada. La intensa actividad microbiana durante este proceso provoca un aumento en la temperatura. En el lombricomposteo para evitar este calentamiento, que causa daño a las lombrices, se trabaja con camas de poca altura (Siles, 1998; Bollo, 1999).

El compost es el abono orgánico por excelencia y es lo más cercano a la manera en que la naturaleza fertiliza los bosques y los campos. Las ventajas del compost son muchas, pero las principales que se derivan de su uso continuo son: retiene elementos nutritivos evitando que se pierdan a través del perfil del suelo; mejora la estructura del suelo; retiene la humedad; limita la erosión; contiene micro y macroelementos; estabiliza el pH del suelo y neutraliza las toxinas; sus ácidos disuelven los minerales del suelo haciéndolos disponibles; propicia, alimenta y sostiene la vida microbiana, y no contamina el suelo, el aire, el agua, ni los cultivos (FIRA, 2003). Este proceso es favorecido por un aporte apropiado de aire, humedad y temperatura.

Básicamente el proceso de composteo se puede dividir en tres fases:

- Fase inicial de uno a cinco días durante los cuales se descomponen los componentes rápidamente degradables (azúcares, aminoácidos, lípidos);
- Fase termofílica, durante la cual se degrada gran cantidad de celulosa (hemicelulosa y lignina), y

- Estabilización, periodo en que declina la temperatura, decrece la velocidad de descomposición y los microorganismos mesofílicos recolonizan el compost (formación de sustancias húmicas).

La condensación de los fenoles junto con el amonio durante el proceso de humificación, es quizás la fase más importante del proceso de composteo (Paul y Clark 1996). La forma más sencilla para determinar si durante el proceso de composteo se ha logrado la formación de ácidos húmicos es por una disminución de temperatura, siendo todas las condiciones de alimentación, humedad y oxígeno óptimas para la actividad microbiana. De esta forma si la temperatura disminuye es porque todo el sustrato balanceado a sido transformado (Soto y Muñoz, 2002).

En general, no se requieren condiciones muy controladas para la elaboración de compost. A continuación se presentan las características deseables en una buena composta (cuadro 2.2)

Cuadro 2.2 Condiciones ideales de composta

Condición	Ámbito aceptable	Condición óptima
Relación C:N	20:4 – 40:1	25: 1 – 30:1
Humedad	40 – 65 %	50 – 60 %
Oxígeno	+ 5%	a 8%
PH	5,5 – 9,0	6,5 – 8,0
Temperatura °C	55 – 75	65 – 70 °C
Tamaño de partícula	0,5 – 1,0	variable

Fuente: Rynk (1992)

2.8 Definición y origen de la agricultura orgánica.

A la agricultura orgánica también se le conoce como agricultura ecológica o biológica dependiendo principalmente del país del cual se trate (en Europa continental se usa más el término “biológica” mientras que en los países anglosajones se usa más el de “orgánica”), diferenciándose poco de la agricultura con bajo uso de insumos o sistemas LISA (Low Input Sustainable Agriculture); de la agricultura biointensiva (uso de

camas biointensivas), y de la agricultura biodinámica (que inserta la antroposofía en la agricultura y considera la influencia energética de los planetas en el desarrollo de los seres vivos) (Gómez y Gómez, 1996).

La agricultura orgánica es un sistema de producción de alimentos tanto frescos como procesados, derivados de plantas y animales, que evita el uso de productos de síntesis química, como fertilizantes, insecticidas, herbicidas, hormonas, reguladores de crecimiento en plantas y animales, así como edulcorantes y conservadores sintéticos en los productos transformados, que puedan causar contaminación de alimentos o del ecosistema (Ruiz, 1999).

2.8.1 Objetivos de la agricultura orgánica.

Los objetivos de la agricultura orgánica según Quintero (2000) son los siguientes:

- * Producir alimentos de alta calidad nutritiva y en suficiente cantidad. Proteger y restaurar los procesos de los ecosistemas, que garanticen la fertilidad natural del suelo y la sostenibilidad y permanencia del mismo.
- * Aprovechar racionalmente los recursos locales, reduciendo al mínimo la dependencia externa. Evitar todas las formas de contaminación que puedan resultar de la técnica agrícola. Reducir al mínimo el derroche de energía en la producción agrícola y pecuaria. Mantener la diversidad genética del sistema agrícola y su entorno, incluyendo la protección del hábitat natural de plantas y animales silvestres.
- * Garantizar la independencia y gestión en la unidad productiva, tanto alimenticia como económica. Garantizar al consumidor el suministro de alimentos tanto en calidad como cantidad. Generar fuentes de trabajo y fomentar la calidad de vida en el medio rural.

2.8.2 Las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes

- Producción de alimentos sanos, libres de contaminación y de alta calidad nutritiva
- Oferta de nuevos productos.

- Arraigo de la población rural.
- Mantener una tasa elevada de humus en el suelo.
- Cultivar el suelo respetando su textura y estructura.
- Emplear técnicas agrícolas respetuosas con el ambiente y con la conservación del suelo.
- Establecer rotaciones de cultivos, intercalar al menos una leguminosa y usar abonos verdes.
- Asociar las especies vegetales en un mismo sitio (policultivos).
- Las deficiencias nutricionales del suelo deben corregirse mediante fertilización orgánica-mineral.
- Eliminar todas las técnicas artificiales y contaminantes, en particular los productos químicos de síntesis.

2.9 Agricultura orgánica en el mundo.

La agricultura orgánica actualmente se practica en 22.8 millones de hectáreas que se localizan en 106 países dentro de los cuales destacan Australia / Oceanía (10.6 millones de hectáreas) y Argentina (3.2 millones de ha.). Menos de la mitad de la superficie orgánica mundial está dedicada a tierras arables, dado que las áreas orgánicas de Australia y de Argentina se concentran en la ganadería extensiva en zonas áridas. El mercado de los Estados Unidos registró el primer lugar en ventas de productos orgánicos con un valor por 11.75 mil millones de dólares en el 2002. El mercado alemán ocupa el segundo lugar con 3.06 mil millones de dólares, y el mercado británico el tercer lugar con un valor de 1.5 mil millones de dólares (Willer y Yussefi, 2002) (cuadro 2.3)

Cuadro 2.3 Valor de las ventas de productos orgánicos por país, 2002

País	Valor de las ventas US \$miles
Estados Unidos	11,750
Alemania	3,060
Inglaterra	1,500
Italia	1,300
Francia	1,300
Suiza	766

Fuente: Elaboración a partir de Willery Yousseffi, 2002

2.10 La agricultura orgánica en México.

La agricultura orgánica se inició en la Región del Soconusco en 1963, en la Finca Irlanda localizada en Tapachula, Chis. con la producción de café orgánico, y la cual recibió su primer certificación internacional en 1967. A partir de ese año, dicha empresa produce café certificado. Posteriormente, la Finca San Miguel y Rancho Alegre obtuvieron su correspondiente certificación de café orgánico en 1986 y 1988 respectivamente. Siguiendo los ejemplos anteriores, otras fincas de esa región del Soconusco, Chiapas orientaron su producción al café orgánico; algunos motivados por el concepto de producción natural y saludable y otros por el aumento en el precio de su producto (Gómez y Gómez, 1999; Gómez *et al.* 2001).

En México, la agricultura orgánica tuvo un crecimiento en superficie bastante acelerado pasando de 54,457 ha en 1998 hasta 143,154 ha en 2003. Otros países latinoamericanos que han crecido en forma importante son Perú, Paraguay, Ecuador y Colombia. En Asia y África la superficie con manejo orgánico todavía es poca, sin embargo, viene creciendo en forma acelerada, basándose en las demandas de productos orgánicos por los países industrializados. Actualmente se estima una superficie certificada de 600,000 ha en los países asiáticos y 200,000 ha entre los países africanos (Demarchi, 2000).

2.11 El Té de compost

Se usa el té de compost por dos razones: Para inocular la vida microbiana en la tierra o hacia el follaje de plantas, y para agregar los nutrientes solubles al follaje o a la tierra o alimento de los organismos presentes en las plantas. El uso de té de compost se hace pensando en los organismos de la tierra o de las plantas. Los pesticidas químico-basado, fumigantes, herbicidas y un poco de fertilizantes sintéticos matan un rango de los microorganismos beneficiosos que ayudan al crecimiento de la planta, mientras los tés del abono mejoran la vida en la tierra y en las superficies de la planta. El té de abono de calidad alta inocular la superficie de la hoja y se relaciona con los microorganismos beneficiosos, en lugar de destruirlos (Cascadia, 2001). Es un extracto líquido del compost que contiene los nutrientes solubles, compuestos favorables para la planta y microorganismos benéficos (Salter, 2004) coincide con Steve (2002), y menciona que el té de compost es una moderna terminología, es un extracto del compost preparado con una fuente de comida microbial como la melaza, alga marina, ácidos húmicos – fúlvicos, es una preparación aeróbica, el extracto crecen poblaciones benéficas de microorganismos.

2.11.1 Criterios para preparar el té de compost

Para tener los organismos en el té, deben prepararse en condiciones correctas para producir el producto final deseado (Salter, 2004).

- ❖ La temperatura para la preparación del té de compost

Debe relacionarse temperatura durante la preparación del té de compost, ha que se va aplicar ya sea para la tierra, o al follaje de las plantas. Si el té es aplicado en el otoño ya tarde, cuando las temperaturas están frescas, puede ser más obvio aplicar un té dónde los organismos están principalmente en reposo.

- ❖ Oxígeno para hacer té de compost

Oxígeno es quizás el parámetro que ha sido menor entendido en siglos para la preparación del té. La mayoría de los organismos benéficos, son organismos que promueven los procesos que necesita la planta para crecer sin la tensión,

Los microorganismos de fermentación son organismos aeróbicos que pueden crecer en las condiciones de oxígenos reducidos. Desde que estos organismos tienen las habilidades metabólicas duales, ellos tienen que mantener el material genético para ambos juegos de enzimas. Estos organismos pueden hacer que los productos desechados sean muy interesantes al crecer en las condiciones anaeróbicas.

2.11.2 Métodos para la elaboración del té de composta

Ingham, 2003; menciona tres diferentes métodos en la producción del té.

- Método del cubo fermentado: (aeróbico – anaeróbico) consiste en llenar un saco de compost y sumergirlo al agua.

- Método de cámara de Burbujas: (aereado=aeróbico) es un pequeño cubo, con una cámara de acuario que proporciona burbujas.

- Cerveceros comerciales: son tanques pequeños o de escala grande, una bomba para oxigenar, un saco para filtrar.

- El té de compost es potencialmente comida para los microorganismos y fuente de catálisis cuando se agrega a la solución al airearse con una bomba, proporcionando mucho oxígeno.

Granatstein (2002) informa que uno de los problemas explorado al efecto del té de compost es la falta de un proceso estandarizado, las variables incluyen el tipo de compost, la fuente de alimento, la madurez del compost, el proceso del té, y la prolongación del procedimiento; por lo que no es sorprendente que los resultados de varios experimentos con el té del abono son incoherentes y a menudo chocan.

2.11.3 Antecedentes de los trabajos del té de compost

En muchas áreas de producción de plantas, los practicantes están buscando las alternativas a los pesticidas sintéticos y los agentes de biocontroles comerciales. Están usándose el té de compost extensivamente en las partes urbanas, hortícolas y agrícolas para su fertilidad y propiedades de control de enfermedad. Para algunas enfermedades, el nivel de control sería considerado inadecuado para la agricultura convencional; sin embargo, los productores orgánicos con las opciones de control limitadas consideran que el control de la enfermedad parcial es una mejora importante. Más allá el refinamiento de abono y producción de té de compost aumentará el potencial probablemente para la supresión de la enfermedad que consistente en las aplicaciones de té de compost (USDA, 2006).

2.12 Plagas y enfermedades

2.12.1 Plagas

Mosca blanca

Ortega (1999) Indica que a nivel mundial se reportan 1200 especies, incluidas en 126 géneros; sin embargo, en México solo son reconocidas como especies de importancia económica *Bemisia tabaci* (Genn.), *Trialeurodes vaporariorum* (West) y *Bemisia argentifolii* (Bellows & Perring).

Bemisia tabaci es potencialmente transmisora de un mayor número de virus en cultivos hortícolas y en la actualidad actúa como transmisora del virus del “rizado amarillo de tomate” (TYLCV), conocido como “virus de la cuchara” (Alpi y Tognoni, 1999).

Existen actualmente, una gran cantidad de insecticidas para el control de mosca blanca, en jitomate, mismos que se pueden dividir como convencionales y biorracionales (Bautista y Alvarado, 2006).

Para la Comarca Lagunera Cano *et al.* (2004) reportan que la especie que desde 1994 ha causado grandes estragos en cultivos hortícolas es *Hemisia argentifolii* (Bellows & Perring) o también conocida como mosquita blanca de la hoja plateada.

Minador de la hoja

Liriomyza spp. Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos (Lacasa y Contreras, 1999; Alpi y Tognoni, 1999; Alvarado y Trumble, 1999).

Gusano alfiler.

En estado adulto es una palomilla pequeña de color blanco grisáceo, con flecos abundantes escamas. La coloración larval varía de verde-pálido a rosado posteriormente adquiere un color grisáceo. La oviposición se realiza individualmente sobre las hojas inmediatamente superiores a las inflorescencias. En altas infestaciones son colocadas hasta en tallos y frutos. Las larvas de 1° y 2° instar al emerger inmediatamente se introducen en el parénquima foliar formando una empanada, que le sirve de protección dificultando con esto la acción del insecticida. Cuando hay presencia de frutos en el 3° y 4° instar los barrenan por el pedúnculo para alimentarse de su interior (Alvarado y Trumble, 1999).

Cano *et al.* (2004) publicaron que las plagas de mayor importancia que se presentan en la Comarca Lagunera para la producción de tomate orgánico bajo invernadero son: Mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellows &Perring y *Trialeurodes abutilonea* Haldeman); Minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick); el Pulgón (*Aphis gossypii*) y el Acaro bronceado del tomate (*Aculops lycopersici* Masee) ya descritos previamente, y recalca que su control es esencial pero sobre todo la prevención, pasando por la vigilancia de las personas que entran al invernadero y la aplicación continua de insecticidas permitidos en la agricultura orgánica.

2.12.2 Enfermedades

Damping Off o secadera de plántulas

Sánchez (2001) menciona que esta enfermedad es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las plántulas se pueden marchitar rápidamente causando una drástica reducción de la población.

Sintomatología de Damping off o secadera de plántula:

El síntoma más característico se presenta en los tallos en donde las lesiones son en la base de éstos como un ligero hundimiento y el tejido muerto. Después de lograr el desarrollo de dos o tres hojas las plantas resisten el ataque de la enfermedad. En caso del *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 café rojizo a oscuras, y pueden afectar las raíces y el cuello de las plántulas. Después de un mes de edad, o después del trasplante, las plantas normalmente son muy tolerantes y las zonas se restringen a la zona cortical (Sánchez, 2001).

Cenicilla

Oidiopsis sicula Scalia; Fase sexual, *Leiveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud; fase asexual. *Oidiopsis taurica* E. S. Salomón. Las conidias de *L. Taurica* pueden germinar a temperatura de 10 a 35 °C. Bajo condiciones de invernadero, la infección es favorecida a temperaturas menores de 30 °C. Las conidias germinan produciendo tubos germinativos cortos que penetran a través de los estomas. En la región mesofílica de la hoja se desarrolla un crecimiento profuso de micelio intercelular inmediatamente después de la penetración. Los conidióforos emergen a través de los estomas y producen conidias de forma individual que son transportadas por el viento. Una vez que la infección se ha establecido en una hoja de tomate, las temperaturas superiores a 30 °C pueden acelerar tanto el desarrollo de los síntomas como la muerte del tejido foliar (Paulus y Correl, 2001).

Síntomas de cenicilla

Los síntomas más comunes son lesiones verde claro a amarillo intenso que aparecen en el haz de las hojas. En el centro de dichas lesiones pueden desarrollarse puntos necróticos a veces como anillos concéntricos, similares a aquellos que aparecen en las lesiones de la podredumbre negra. En el envés de dichas lesiones puede desarrollarse un crecimiento fúngico de aspecto pulverulento. Las hojas fuertemente infectadas mueren, pero en raras ocasiones caen de la planta (Paulus y Correl, 2001).

Cano *et al.* (2002) mencionan a la Cenicilla (*Leveillula taurina* Lev. Arnaud), el Tizón temprano (*Alternaria solani* Ell & Grout), y el Moho verde (*Cladosporium fluvum*) como las principales enfermedades que atacan al cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca lagunera. Además de lo anterior Brandt (2006) escribe que para los productores orgánicos la resistencia a plagas y enfermedades es muy importante, en particular a las enfermedades de los sistemas radiculares, es decir, *Rhizoctonia solani* (Lév.) *Pythium* spp. y *Fusarium* spp en cuanto a las plantas en la producción en invernadero y del mildiu (*Phytophthora*) en la producción al aire libre. En el invernadero, para el tomate de producción orgánica se utiliza el suelo, sustratos inertes como arena o sustratos orgánicos y raramente la lana de roca lo que trae como riesgo que estos sustratos estén infectados con alguna enfermedad. En invernaderos permanentes puede ser difícil prevenir la acumulación de esporas de agentes patógenos responsables de las podredumbres de las raíces, aunado a esto, muchos consumidores creen que la producción intensiva en invernadero con elevados consumos de energía y altas dosis de fertilizantes va contra los ideales de la producción orgánica, lo que dificulta aún más el manejo de plagas y enfermedades.

Además de los controles químicos ya mencionados desde 1993 el Dr. Mabbett señaló algunos controles biológicos contra ciertas plagas de donde destacan *Bacillus thuringiensis* (Bt) para el control de plagas como larvas de lepidópteros, de mosquito y de mosca negra, virus entomófagos que tiene como hospederos a insectos de los ordenes Lepidoptera, Himenoptera, Coleoptera y Díptera, así también, Micoinsecticidas, que son hongos del grupo Hiphomicetos, donde destaca *Verticillium lecanii* implementado para controlar áfidos y moscas blancas en cultivos de invernadero. Cano

(2004) publica que de las plagas que con mayor presencia se presentan en la producción de tomate orgánico en invernadero en la Comarca Lagunera destaca la mosquita blanca, pero con mucha más incidencia la *Bemisia argentifoli* y en menor grado *Bemisia tabaci*.

2.12.3 Otras alteraciones del tomate

Golpe de sol

Se produce como una pequeña depresión en los frutos acompañada de manchas blanquecinas. Ocurre cuando el fruto se expone a los rayos directos después de un desarrollo sombreado (Tello y Del Moran, 1999; Blancard, 1996).

Rajado de frutos

Las principales causas de esta alteración son: desequilibrios en los riegos y fertilización, disminución brusca de las temperaturas nocturnas después de un período de calor (Tello y Del Moran, 1999).

Jaspeado del fruto

Se produce por desequilibrios en la relación N/K, dando lugar a la aparición de un jaspeado verde en la superficie del fruto o cicatriz leñosa pistilar, etc., (Blancard, 1996).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.

El experimento se realizó en el invernadero de la Unidad Laguna, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, localizada en Periférico y Carretera a Santa Fe, Torreón, Coahuila, México (101°40' y 104°45' long. Oeste, y 25°05' y 26°54' lat. Norte): esta región recibe una precipitación media anual de 235 mm, tiene una altitud 1.139 msnm y su temperatura media anual es de 18,6°C (Schmidt, 1989).

3.2 Localización del experimento.

Durante el ciclo 2006 – 2007, se inició el presente trabajo en el mes de agosto y concluyó en el mes de mayo, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna.

3.3 Forma del Invernadero.

La forma del invernadero es semicircular, con estructura completamente metálica, cubierto con película plástica transparente, el piso es de piedra granulada de color blanco, el sistema de enfriamiento consta de una pared húmeda y un par de extractoras de aire caliente, ambos sistemas están sincronizados para accionarse por sensores, se cuenta con un sistema de riego está programado para dar dos riegos por día, la superficie del invernadero es de 180 m².

3.4 Llenados de macetas.

El llenado de macetas se realizó de la siguiente manera:

a).- tratamientos: 1.- testigo 100% de arena más fertilizante convencional. 2.- 100% arena mas la fertilización con te de compost al 100% 3.-mezcla 50% de arena mas 50% de compost mas fertilización con té de compost diluido con la concentración de 6 litros de te compost al 100% en 14 litros de agua. Tanto tratamientos como genotipos estuvieron sujetos a evaluación dentro del invernadero.

3.5 Genotipos.

Originalmente en el presente trabajo, se tenía contemplado evaluar varios genotipos, sin embargo, la no disponibilidad de éstos, originó la evaluación en este trabajo de solamente uno; Red Chief. Con una parcela experimental de siete macetas por tratamiento, en una superficie de 180 M².

3.6 Tratamiento y diseño experimental:

El experimento se estableció bajo un diseño completamente al azar con siete repeticiones. Los tratamientos se muestran en el Cuadro 3.1

Cuadro 3.1 Tratamientos evaluados en tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN-UL, 2007

tratamiento	sustrato
1	Testigo: 100% arena + fertilizante inorgánico
2	Mezcla: 50% arena + 50% compost + te de compost.
3	Mezcla: 50% arena + 50% compost con yeso + solución orgánica.

El tratamiento T2 consistió en mezclas de arena: composta 50:50 % del volumen y así llenar la maceta, después de 30 días fue fertilizada con puro té de composta diluido 3:1 es decir tres litros de agua por uno de te de composta.

Para el tratamiento T3, la maceta fue llenada al 100%, con la mezcla antes descrita y fertilizada con fertilizante orgánico. El tratamiento testigo T1 fue llenado con arena 100 % y fertilizado con solución nutritiva mencionado por Zaidan y Avidan (1997).

3.7 Siembra y trasplante.

La siembra se realizo en charolas germinadoras de 200 celdillas, el sustrato para germinación que se utilizo fue peat Most, la siembra se realizo el día 28 de agosto del 2006 y el transplante el 12 de octubre del mismo año; en bolsas de plástico negro con una capacidad de 18 kg., llenadas con arena, mezcla de arena con composta y mezcla

de arena con composta con yeso, dependiendo del tratamiento. Se dispusieron a doble hilera con un arreglo a tres bolillos, con una densidad de 4 plantas por metro cuadrado.

Cuadro 3.2 Composición del análisis químico de la composta, té de composta y agua, utilizada en el experimento. UAAAN. UL. 2006-2007

Descripción de la muestra	Compost	Té de agua compost (24 hr)	
Materia Orgánica %	47,02 A	8.15 MA	
Nitrógeno (NO ₃) ppm	26.31 M	24.26 M	
Fósforo total (P) ppm	49.67 A	21.63M	
Potasio (K) ppm	408.0 A	402.0 A	0.39
Hierro (Fe) ppm.	8.78	4.04	0.02
Cobre (Co) ppm	2.86	0.32	0.01
Zinc (Zn) ppm	4.30	0.10	
Manganeso (Mn) ppm	4.76	0.73	
Magnesio (MC) meq/L ⁻¹	1.60	2.64	0.72
Calcio meq/ L ⁻¹	30.62	50.13	5.43
Conductividad eléctrica (mscm-1)	8.45 FS	9.82 FS	0.91
pH	9.37 FA	7.94 FA	7.01
Carbonatos totales. %	21 .00 A	4.90 B	
Sulfatos meq/ L ⁻¹	23.81	20.13	
Bicarbonatos meq/ L ⁻¹	16	9.01	

3.8 Fertirriego

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día por fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base los resultados citados por Zaidan y Avidan (1997), pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3 Solución nutritiva empleada en la fertirrigación del cultivo de tomate en el sustrato testigo bajo condiciones de invernadero, UAAAN-UL, 2005.

Fertilizantes	1 ^a Plantación y establecimiento (g)	2 ^a Floración y cuajado (g)	3 ^a Inicio de maduración (g)	4 ^a Face de cosecha (g)
Nitrato de calcio	60-120	300-420	405-540	675
Nitrato de magnesio	20	140-216	216	360
Nitrato de potasio	55	385	495	825
Zn(EDDHA)	4	14	9	15
Maxiquel multi	2.7	14	18	30
Ácido fosfórico	86	86	169-246	281
Maxiquel Fe.	2.7	14	18	30

Cada solución en 18 litros de agua

3.9 Procedimiento de preparación del Te de compost

Ingredientes

- A. Previamente se oxigenan 60 L de agua con una bomba (Elite 799) de aire aereador colocado sobre el tambo; éste aereador provee un continuo flujo de oxígeno dentro de la solución y crea bastante turbulencia durante dos horas; con el objetivo de eliminar exceso de cloro.
- B. La composta (6 kg) se colocó en una bolsa porosa, y se introdujo en un recipiente con agua durante cinco minutos, para darle un lavado con el objetivo de que disminuya el contenido de sales contenidas en la composta.
- C. Se introdujo la bolsa dentro del tanque con agua previamente oxigenada.
- D. Se agregaron 40 g de piloncillo (supliendo a la melaza) como fuente de alimento para los microorganismos.

- E. Posteriormente, se agregaron 15 ml de Biomix N (cumpliendo con los requerimientos de Nitrógeno de la tabla de Zaidan (1997). 10 ml de Biomix P (para completar lo que se requiere de Fósforo) de acuerdo a La composición de la solución nutritiva que se utilizó recomendada por Zaidan y Avidan (1997)
- F. El proceso para la elaboración del té de compost duró 24 hrs.; una vez completado el tiempo del proceso,. Esto para el tratamiento T2 diluyendo 2 L de Te en 20 L de agua.
- G. Para el tratamiento T2, se diluyó 1 litro de té en 19 litros de agua y luego se aplicaba medio litro a cada maceta. Ya cuando la planta empezó a florear se cambio la dosis, 3 litros de té en 19 litros de agua. y en la maduración de del fruto se aplicaron 5 litros de té por 15 litros de agua. Esto debido a que el sustrato del T2 tiene la mezcla de arena más compost y tiene una proporción de elementos nutritivos el sustrato.

3.10 Fertilización orgánica.

Para el caso de la fertilización orgánica, que se le aplicó al tratamiento 3. Esta fertilización fue a base de productos de carácter orgánico que ya se comercializan como tales (Cuadro 3.4).

Cuadro 3.4 Fertilización orgánica aplicada como solución madre. En tomate orgánico, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera. UAAAN-UL.

Producto	Dosis
Biomix N ¹	266 ml
Biomix K ²	607.6 ml
En 19 litros de agua	

En donde cada 19 litros de agua se le agregó un Litro de la solución madre y se aplicaban 500 ml a cada maceta, esto durante su crecimiento. Durante la floración y cosecha se aplicaron 2 litros de solución madre en 18 litros de agua aplicándole 5000 ml a cada maceta.

3.11 Manejo del cultivo.

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, esto se realizó de abajo hacia arriba para no perder la guía principal, se entutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y fruto toquen el suelo.

Cuando inició la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de 3 s de 4 veces por semana.

Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros racimos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedan debajo de éstos, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporque a fin de aumentar la formación de mayor número de raíces cubriendo la parte inferior de la planta con arena.

Para el manejo del agua la máxima cantidad aplicada fue de 2 litros por planta por día y la mínima por fertirrigación, los niveles de concentración de las soluciones nutritivas para cada etapa se usaron como base a lo reportado por Zaidan y Avidan (1997), pero se hicieron algunos ajustes según lo fuera requiriendo la planta, por ejemplo en etapa de fructificación se incrementó el 20 % de calcio para reducir el daño por pudrición apical. Para evitar acumulaciones de sales se dieron un total de tres lavados de macetas durante el desarrollo de la planta.

3.12 Polinización.

Al inicio de la etapa de floración se procedió a la polinización con un vibrador (cepillo dental eléctrico) el cual se pasó por el pedúnculo de la inflorescencia por un lapso de tres segundos, alrededor de medio. La polinización se llevo acabo Entre las 11 y 14 hrs.

3.13 Control de plagas y enfermedades.

20 días después del trasplante (ddt) se colocaron trampas amarillas con Biotac para identificar las plagas, se realizaron revisiones visuales de la planta y de las trampas cada semana para llevar un control de éstas, desde las charolas hasta la cosecha. La plaga que se presentó fue la mosca blanca, a los 19 ddt y gusano alfiler a los 156 ddt (en plena cosecha). Las enfermedades presentadas fueron cenicilla, que se presentó a los 35 ddt, ambas enfermedades y plagas fueron controladas con fungicidas y plaguicidas orgánicos como son: Sedric ($4-6 \text{ L/ha}^{-1}$), Bioinsect. ($4 \text{ a } 6 \text{ L/ha}^{-1}$),

3.14 Cosecha.

La cosecha se realizó dos veces por semana, el criterio de cosecha fue determinado por el cambio de color, cuando el fruto empezó a tomar un color rosado o rojizo, presentando el fruto un 30% – 60% de esta coloración (USDA, 1998). Es conveniente señalar que al cosechar en rojo se consume una gran cantidad de fotoasimilables que se pueden invertir en otras estructuras de la planta o bien emplearlos en otros frutos.

Las temperaturas máximas y mínimas medias dentro del invernadero fueron 33 y 11 °C, respectivamente durante el ciclo del cultivo que duró 243 días (figura 3.1).

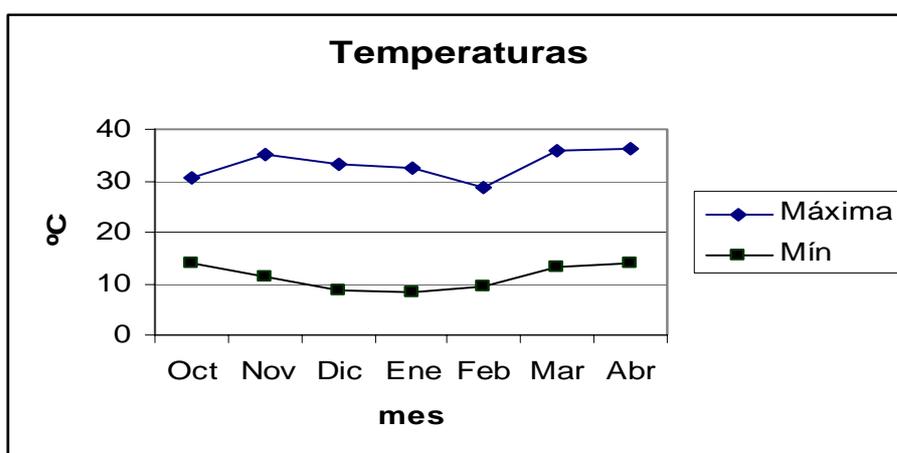


Figura 3.1 Temperaturas registradas durante el periodo del experimento con el cultivo del tomate. UAAAN –UL. 2007

3.15 Variables evaluadas en tomate

Las variables evaluadas fueron altura de planta (evaluada cada 15 días a partir del 03 de noviembre), floración, rendimiento calidad de fruto (peso promedio de fruto, sólidos solubles (°brix), diámetro polar y ecuatorial, espesor de pulpa, color) e incidencia de enfermedades.

4.16 Análisis estadísticos.

Para las variables altura y floración se determinaron ecuaciones de regresión. En el caso de rendimiento, calidad y enfermedades se realizaron análisis de varianza; cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación entre medias utilizando la diferencia mínima significativa (DMS) al 5%. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Altura de la planta.

Se obtuvieron las ecuaciones de regresión que estiman la dinámica de crecimiento longitudinal de los tratamientos evaluados (cuadro 4.1). En la figura A1 se observan las alturas obtenidas a través del experimento, en donde se observa que los factores de crecimiento fluctúan entre 11.8 y 188 cm. Esto para los días 22-128 ddt, siendo el tratamiento 3 donde se utilizó fertilizante orgánico.

Estos resultados difieren a los obtenidos por García (2006). Quien al evaluar tomate con fertilización orgánica reportó una altura de 225 cm. a lo mismos que los resultados obtenidos por Rodríguez *et al.*, (2005) quienes trabajando con tomate en invernaderos con sustrato orgánico reportan una altura media de 286cm.

Cuadro 4.1 Ecuación de regresión para altura de planta de tomate tres tratamientos, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.

TRATAMIENTOS	ALTURA	
	Ecuación de regresión.	r ²
T1	$y = 1.4301x - 12.642$	0.966
T2	$y = 1.2152x - 7.865$	0.9478
T3	$y = 1.3971x - 10.969$	0.9659

T1= (Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico, T2 = mezcla de 50% arena + 50% composta + te de composta, T3 = mezcla de 50% arena + 50% composta con yeso + fertilizante orgánico

4.2 Floración.

Se obtuvieron las ecuaciones de regresión que estiman la dinámica del inicio de la fluoración de los 6 racimos (4.2). En la figura A2 se observan gráficamente el inicio de fluoración de los 6 racimos, donde se observa que la aparición de la primera flor fue a los 44 ddt presentada en el tratamiento 3. La última flor apareció a los 135 ddt que fue en el tratamiento 2. Estos resultados concuerdan con los que obtuvo Lara (2005) quien utilizó el mismo genotipo reportando que la primera flor apareció a los 81 dds.

Cuadro 4.2 Ecuación de regresión para floración de tomate con tres tratamientos, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.

Tratamientos	Floración	
	Ecuación de regresión.	r^2
T1	$y = 14.339x + 40.648$	0.9707
T2	$y = 15.984x + 40.01$	0.9782
T3	$y = 14.404x + 32.99$	0.9793

T1= (Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico, T2 = mezcla de 50% arena + 50% composta + te de composta, T3 = mezcla de 50% arena + 50% composta con yeso + fertilizante orgánico

4.3 Calidad del fruto

4.3.1 Peso del fruto.

Se encontró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) entre los tratamientos. El análisis mostró una media de de 182.2 g con un coeficiente de variación de 30.6 %. Destacando la mezcla de 50% arena + 50% compost con yeso + fertilizante orgánico con 210.4 g

Los resultados obtenidos concuerdan con lo citado por Lara (2005) quien reportó en tomate orgánico un promedio de 185.4 g superando los resultados encontrados por Cadahia (1998) quien reportó que el peso promedio de los frutos de tomate rojo de hábito indeterminado entre 82.50 a 139.38 g fruto⁻¹. y difieren a los resultados encontrados por Cano *et al.* (2005) quien reportó que el peso mayor fue de 224.71 g en sustrato 12.5% vermicompost + arena

4.3.2 Diámetro polar.

El análisis de varianza presenta diferencia significativa ($p < 0.05$) entre tratamientos. Mostrando una media general de 6.1 cm y un coeficiente de variación de 10.2 %. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Lara (2005) y García (2006) quien reportan 6.9cm y 5.7 cm, respectivamente.

4.3.3 Diámetro ecuatorial

Esta variable presentó diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) en los tratamientos. El análisis mostró una media de 6.9 cm y un coeficiente de variación de 13.2 %, el genotipo de mayor diámetro lo presentó el tratamiento 3 con 7.3 cm. Estos resultados no difieren en mucho por lo obtenido de (Lara, 2005) reportó en tomate orgánico una media de 7.5 cm. A si mismo García (2006) reporta una media de 6.5 cm en esta variable. Rodríguez (2005) evaluando sustratos orgánicos reportó una media de 7.3 cm se diferencia a los resultados obtenidos por Márquez y Cano- Ríos (2004) reportan un diámetro ecuatorial promedio de 7.8 cm de ancho.

Cuadro 4.3 Calidad de fruto, peso fruto, diámetro polar y diámetro ecuatorial del tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006 - 2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Peso Fruto (g)	D. Ecuatorial (cm)	D. Polar (cm)
T3	210.4 a	7.4 a	6.3 a
T1	190.2 b	7.1 b	6.1 b
T2	145.5 b**	6.3 b**	5.9 b**
Media	182.2	6.9	6.1
C V	30.6	13.2	10.2

Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.5)

T1= (Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico, T2 = mezcla de 50% arena + 50% composta + te de composta, T3 = mezcla de 50% arena + 50% composta con yeso + fertilizante orgánico

4.3.4 Sólidos solubles (°Brix).

El análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) para sólidos solubles los valores fluctuaron entre 4.2 y 4.6 °Brix. Lo cual se presenta una media de 4.4 con un coeficiente de variación de 11.7 %. Estos resultados difieren a los obtenidos por Rodríguez *et al* (2005) quienes reportan 5.0 ° Brix; y Ortega y Farias (2003) reporta valores de 5.1 a 5.5° Brix. Sin embargo coinciden a los encontrados por García (2006) quien reporta en esta variable 4.1° Brix.

Mientras Avalos (2003), evaluando tomate orgánico con vermicomposta reportan en el nivel 50:50 arena-composta 5.3 ° brix.

4.3.5 Espesor de pulpa.

Al realizar el análisis de varianza no se encontró diferencias significativas en tratamientos, mostrando una media de 0.7 cm y un coeficiente de variación de 57.2 %. Estos resultados difieren a lo encontrado por Márquez y Cano Ríos (2004) quienes reportaron un espesor de pulpa de 0.8 cm. Asemejándose con lo obtenido por (García, 2006) quien reporta 0.75 cm de espesor de pulpa.

4.3.6 Número de loculos.

En esta variable el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa ($p \leq 0.01$) para el número de loculos. Presentando una media de 4.1 loculos y un coeficiente de variación de 30.8 %. El tratamiento 3 presentó la mayor cantidad con 4.4 loculos. Resultados similares fueron obtenidos por Acosta (2003) quien evaluando tomate en vermicompost reportó 4 loculos y difieren a lo obtenido por Márquez y Cano Ríos (2004) quienes reportan en esta variable 6 loculos

Cuadro 4.4 Calidad de fruto, sólidos solubles, espesor de pulpa y número de loculos tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. .

Tratamiento	Sólidos solubles	E. pulpa (cm)	N° loculos
S1	4.3 b	0.7 a	4.2 b
S2	4.6 a	0.6 b	3.6 b**
S3	4.2 b	0.7 a	4.4 a
Media	4.4	0.7	4.1
C V	11.7	57.2	30.8

Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.5)

T1= (Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico, T2 = mezcla de 50% arena + 50% composta + te de composta, T3 = mezcla de 50% arena + 50% composta con yeso + fertilizante orgánico

4.3.7 Color interior y exterior

El color de fruto al momento de la cosecha presentó variación que va desde el color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo, (rojo claro a rojo oscuro). En donde se observa que el color exterior que se presentó con mayor frecuencia fue de la escala A28-A47. En el tratamiento 1 con una frecuencia de 63, y con un porcentaje de 25.4% (ver cuadro A.1) y en el color interior fue la escala C28-C48 en el tratamiento 1 con una frecuencia de 35, y con un porcentaje de 14.1% (ver cuadro A.2).

Cuadro 4.5 Color interno y externo de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Color Externo	Color Interno
T3	A28 - A47	C28 - C48
T1	A28 - A47	D27 - D47
T2	A28 - A47	C28 - C48

T1= (Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico, T2 = mezcla de 50% arena + 50% composta + te de composta, T3 = mezcla de 50% arena + 50% composta con yeso + fertilizante orgánico

4.4 Rendimiento.

En rendimiento total se encontró altamente significativo ($p \leq 0.1$) en el análisis de varianza. Mostrando una media de 150.3 t ha^{-1} y un coeficiente de variable de 17.8%. Sobresaliendo el tratamiento 50% arena + 50% compost con yeso + fertilizante orgánico testigo con $177.6 \text{ t / ha}^{-1}$. Asemejándose a los resultados obtenidos por Márquez y Cano Ríos (2004) y García (2006) quienes reportan 114 y 165 t / ha^{-1} respectivamente y difieren a los resultados obtenidos por Lara (2005) quien reporta una media de $212.9 \text{ t / ha}^{-1}$

Cuadro 4.6 Rendimiento de frutos de tomate en t ha^{-1} en invernadero con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Tratamiento	Rendimiento total (Total t ha^{-1})	Número de frutos/planta
T3	177.6 a	24 a
T1	162.0 a	22 a
T2	111.2 b**	20 b
Media	150.3	22
C V	19.9	13.3

Tratamientos con diferente letra son estadísticamente diferentes (DMS=0.5)

T1= (Testigo) = 100% arena + fertilizante inorgánico, T2 = mezcla de 50% arena + 50% composta + te de composta, T3 = mezcla de 50% arena + 50% composta con yeso + fertilizante orgánico

V CONCLUSIONES.

No se presentó diferencias entre los tratamientos de compost y el cultivo con fertilizantes inorgánicos en altura e inicio de floración. Aunque se encontró una pequeña diferencia de altura en el tratamiento 2 (50% arena + 50% composta + té de composta diluida) ya que algunas estuvieron menos altas que las demás.

Respecto al rendimiento, el tratamiento 3 (50% arena + 50% de composta con yeso + fertilizante orgánico) fue el mejor y estadísticamente igual al testigo, siendo uno de los sistemas de producción de la normatividad orgánica certificada.

En cuanto a la calidad del fruto, hubo diferencia altamente significativa para peso, diámetro ecuatorial, °Brix y número de lóculos. En el caso de diámetro ecuatorial hubo diferencia significativa. Caso de espesor de pulpa no hubo diferencia significativa.

Se acepta la hipótesis que el híbrido evaluado tiene buena adaptación a las condiciones orgánicas en invernadero de la Comarca Lagunera. Además fue posible obtener altos rendimientos con aceptable calidad del fruto con la aplicación de composta más fertilizante orgánico.

Por lo anterior se puede decir que los fertilizantes orgánicos se pueden considerar como una alternativa para el crecimiento de las plantas y siendo así para la producción orgánica bajo condiciones de invernadero. Aun que también se puede considerar el té de composta como otra de las alternativas como medio de crecimiento para la producción orgánica bajo condiciones de invernaderos ya que reduce costos de producción al disminuir aplicación de fertilizantes, aplicados al cultivo.

VI RESUMEN

El cultivo de tomate es uno de los principales cultivos hortícolas a nivel mundial. Por lo tanto el cultivo bajo condiciones controladas ha permitido obtener producciones de primera calidad y de mayor rendimiento, en cualquier época del año. Y uno de los sistemas modernos de producción en el cultivo es el de sustratos orgánicos como composta o fertilizaciones orgánicas como el Te de composta o fertilizantes orgánicos como el Biomix N, Biomix P, Biomix K, y otras mas. Las cuales pueden llegar a constituirse en una herramienta que tiende a optimizar los recursos y afectar en menor medida el medio ambiente así como la salud del consumidor.

Por consiguiente, el objetivo del presente trabajo fue conocer el comportamiento de un genotipo en rendimiento y calidad al evaluar sustratos orgánicos a base de la aplicación de composta utilizando como solución nutritiva el Te de composta y fertilizantes orgánicos para variables de crecimiento, producción y calidad del cultivo del tomate de Red Chief bajo condiciones de invernadero durante Otoño-invierno 2006-2007. Se utilizó en charolas germinadoras de nieve seca con cavidad de 200 celdillas, las cuales fueron llenadas con Peat Most. La siembra se realizó el 28 de agosto del 2006. El trasplante se realizó el 12 de Octubre del año 2006. Se utilizaron contenedores bolsas de plástico de 20 Kg. Se empleó el diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos cada uno con siete repeticiones siendo la unidad experimental una planta, la superficie sembrada fue de aproximadamente 180 m². Los tratamientos fueron los siguientes: T1) Testigo: 100% arena + fertilizante inorgánico; T2) Mezcla: 50% arena + 50% composta + te de composta; T3) Mezcla: 50% arena + 50% composta con yeso + solución orgánica.

No se presentó diferencias entre los tratamientos de compostas y el cultivado con fertilizantes inorgánicos en altura e inicio de floración. Aunque se encontró una pequeña diferencia de altura en el tratamiento 2 (50% arena + 50% composta + te de composta diluida) ya que algunas estuvieron menos altas que las demás. Y respecto al rendimiento, número de frutos y peso de fruto el tratamiento T3 presentó mayor valor rendimiento con 177.6 t ha⁻¹, 24 frutos y 310 g respectivamente y estadísticamente

igual al testigo con 162.0 t ha^{-1} , 22 frutos y 190 g de peso de fruto respectivamente. Se acepta la hipótesis que el híbrido evaluado tiene buena adaptación a las condiciones orgánicas en invernadero de la Comarca Lagunera. Además fue posible obtener altos rendimientos con aceptable calidad del fruto con T3 la aplicación composta más fertilizante orgánico. Fue el mejor en donde se empleo fertilizantes orgánicos estando dentro de la normatividad orgánica.

VII LITERATURA CITADA:

- Acosta, B. B. 2003. Producción orgánica de hortalizas con vermicomposta bajo condiciones de invernadero en La Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. UAAAN-UL, Torreón. Coahuila, México, pp. 65-66.
- Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77.
- Alvarado, R. B. y Trumble, T. 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.
- Anónimo 2006. Guías de proyección y consejos, 2006. Propiedades curativas del tomate:http://www.guiapractica.cl/consejos/index.php?Ef_action=detalis&listing_id=353&category_id=07. Consultado el 28 de septiembre del 2007.
- Avalos, G., L. De C. 2003. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mili) en vermicomposta bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL, Torreón, Coahuila, México, p. 47
- Bastida, T., A. 2001. El medio de cultivo de las Plantas (Sustratos para la Agricultura Moderna). UACH. pp. 15-73.
- Bastida, A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas. U.A. Chapingo. México. pp. 13-18; 143-166 y 185-190
- Bastida, T. A. y Ramírez A. J. A. 2002. Invernaderos en México. Serie de publicación. Agribot. UACH. Chapingo. México. Pp. 163.
- Bautista, N. y Alvarado, J. 2006. Producción de jitomate en Invernadero. Colegio de Postgraduados. Texcoco Edo. de México. pp. 3-16, 103-233
- Berenguer, J. J. 2003. Manejo de cultivo de tomate en invernadero. Pp. 147-152. *En*: Castellanos J. Z y Muñoz R. J. J. (Eds). Curso Internacional de producción de hortalizas en invernaderos. Celaya, Guanajuato, México. .
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura: una alternativa de reciclaje. Ecuador Soboc. 149 p.
- Cadahia, L. C. 1998. Fertirrigación. Cultivos hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pp 65-69

- Cano, P., Jiménez, F. y Nava, U. 2002. Identificación de plagas y enfermedades del tomate bajo condiciones de invernadero. En XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2002) Gómez Palacio, Durango, México. UJED. pp. 226-230.
- Cano, P., Figueroa, U. Márquez, C., Martínez, V., Moreno, A. y Rodríguez, N. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. En IV Simposium Nacional de Horticultura. Memorias. U.A.A. Antonio Narro. U. L. (10; 2004). Torreón, Coahuila, México. pp. 105-118.
- Cano, P., Figueroa, U. Márquez, C., Martínez, V., Moreno, A. y Rodríguez, N. 2005. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. En XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias. (9; 2005). Gómez Palacio, Durango, México. pp. 48-54.
- Cano, P. y Márquez, C. 2003 Producción orgánica de tomate bajo invernadero. (En línea)<http://www.monografias.com/trabajos16/tomateorganico/tomateorganico.shtml>. (Consulta: 17/11/07)
- Cano, P; Ávila, R. y Nava, V. 2004. Especies de mosquita blanca presentes en la Comarca Lagunera. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. pp. 15-26.
- Cano, P; Ávila, R. y Nava, V. 2004. Identificación de las plantas hospedantes de la mosquita blanca de la hoja plateada en la Comarca Lagunera. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental, La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. pp. 1-18
- Canovas, M. F. 1993. Principios Básicos de la Hidroponía. Aspectos Comunes y Diferencia de los Cultivos con y sin Suelo. Curso Superior Sobre Especialización: Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España. Pp. 29-42
- Cascadia Consulting Group, inc. 2001. Submitted to: Office of Environmental Management City of Seattle. Pp. 17-18.
<http://www.cityofseattle.net/environment/Documents/final%20compst%20report.pdf>
- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera Edición Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. Sanjose costa rica. Pp. 71-101.
- Castellanos, Z.J., Uvalle B.J.X., Aguilar S.A. 2000. Manual de interpretación de análisis de suelos y aguas. INCAPA. México

- Castellanos, J.Z. 2003. La calidad del agua. P. 61-73. EN: J.J. Muñoz – Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción de hortícola en invernadero. INICAPA, México.
- Castilla, P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-225. *En*: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Castro, B. R. y Pérez, G. M. 1999. Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación. No3. Programa Universitario de Investigación y Servicios en Olericultura. UACh., México. Pp. 27.
- Ruiz, F. J. F. 1999. La agricultura orgánica como una biotecnología moderada y ética en la producción de alimentos. Memorias del IV Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Colegio de Postgraduados, 8 al 10 de noviembre de 1999. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.
- Cuartero, J. y Báugena, M. 1990. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. Pp. 196-211. Cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta, pp. 43-87. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México
- Demarchi, C. 2000. Los productos orgánicos ganan más espacio. Gazeta Mercantil Latinoamericana. Negocios. Semana del 2 al 8 de octubre de 2000.
- Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. Pp. 93-129 *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 1999. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp: 13-23. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión
- Ferreira, C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.
- FIRA. 2003. Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, D.F.
- García, G. 2006. Evaluación de genotipos de tomate con fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero. Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro U. L. Torreón, Coahuila, México. pp. 72-75

- Geisenberg, C. y Stewart, K. 1986. Manejo del cultivo intensivo con suelo. . Pp.191-225
En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1996. Expectativas de la agricultura orgánica en México. *En:* Agricultura orgánica: Una opción sustentable para el agro mexicano. Editor Ruiz, F. J. F. Universidad Autónoma Chapingo.
- Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1999. El mercado mundial de la hortofruticultura orgánica en México. VII Congreso de Horticultura. 25 al 30 abril de 1999, Manzanillo, Col.
- Gómez, C., M. Á.; L. Gómez T.; y R. Schwentesius R. 2001. *Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización*, Mundi-Prensa- Universidad Autónoma Chapingo, tercera edición, México, 224 p.
- González, R. A. 1967. Efectos de diferentes sistemas de podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de agricultura. Chapingo. México
- Granatstein, D; Grembus M. Rynk B. 2002. Compost Teas and Liquid Humus; Compost Contaminants: Toxins, Pathogens and Weed Seeds: Obstacles to Composting: Severe Weather and Pests; Enviromental Impacts and Regulations.
<http://www2.aste.usu.edu/compost/qanda/teas.htm>
- Haro, G.A., 2005. El tomate, 2005. *en:* http://www.pulevasalud.com/subcategoria.ihtml?ID_CATEGORIA=3337&RUTA=1-2-45-86-3337&ABRIR_SECCION=2
- Hernández, O. J. y Miranda, V. I. 1999. Hidroponía Universidad Chapingo. Área de agronomía. Serie de publicaciones ACRIBOT. No.2, carretera México- texcoco. Km., 38.5 Pp. 1 y 23.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. Pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 Pp. Brurin Israel.
- Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas.pp. IPI International Potash Institute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura - International Potash Institute, Coordination India. c/o DSW, Potash House, P.O.Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel. E-mail: patricia@dsw.co.il
- Infoagro, 2004. "<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.

- Infoagro, 2005. Principales tipos de invernaderos. Consultado el día 25 de Octubre de 2006. http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos5.asp
- Ingham, R. E. 2003. The Compost Tea Brewing Manual. Lastes Recipes, Methods and Research. Cuarta Edición. Corvallis, Oregon. Falta paginas
- Lacasa, A. Y j. Contreras. 1999. Las plagas. , Pp: 401-409. *En:* F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Lara, de la C., E. (2005). Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) Orgánico bajo invernadero en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna
- López, E. J. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Licopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero en otoño - invierno. Tesis. Licenciatura Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila, México. Pp 82.
- Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbácea especia. Cuarta ed. Editorial Mundiprensa. Madrid, España. Pp.355-399.I.
- Márquez, H C, P Cano- Ríos (2004) Producción de tomate orgánico bajo invernadero, *En:* 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero.Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, fundación UANL y facultad de agronomía de UANL. Pp1-11.
- Márquez, H. C.; Cano, R. P. (2005). Producción orgánica de tomate cherry bajo condiciones de invernadero. *Actas portuguesas de horticultura* 5:219- 224.
- Martínez, C. V. 2005. Propiedades nutricionales y medicinales del tomate *en:* www.botanical-online.com/medicinalspreparaciones.htm. Copyright © 1999-2005. Consultado el 12 de octubre
- Muñoz, J. J. 2003. "La producción de plántula en invernadero". *En* J. J. Muñoz y J. Z. Castellanos Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México. pp. 187-225.
- Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. *En:* F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Ortega, A. L. D. 1999. "Mosquita blanca Vectores de Virus en Hortalizas. Pp. 149-150. *En:* Anaya R. S. (ed). Hortalizas Plagas y Enfermedades Ed. Trillas. México. D.F.

- Ortega-Farías, S, L Ben-Hur, H Valdez, H Paillan (2003) Efecto de cuatro láminas de agua sobre el rendimiento y calidad de tomate de invernadero producido en primavera verano. *Agricultura Técnica (Chile)*. 63(4):394-402.
- Paul, E. U. y Clark, F. E. 1996. *Soil Microbiology and biochemistry*. 2 ed. Academia Press. 340 P.
- Paulus, O. A. y Correll C. J.. 2001 Enfermedades Infecciosas. Pp. 18-19. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate*. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México.
- Philouze, J.; Duffe, P.; Miless, M. 1992. Recherches sur la tomate. Raport d'Activité 1991-1992 de la Satation d'Amelioration des Plantes Maraicheres, Montfavet. Pp 59-61.
- Quintero, S. R. 2000. El cultivo del aguacate orgánico en México. Curso internacional para inspectores orgánicos IFOAM/BIOAGRICOOOP. Volúmen I. ExHacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto Politécnico Nacional, Univerversidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Centro de Investigación y Desarrollo en Agricultura Orgánica de Michoacán, CIECAS, Fundación Produce Michoacán y SAGAR.
- Rink, R. 1992. On-farm compositing handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service. Cooperative extension. New York. 186 p.
- Resh, H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275, 279, 425-471.
- Rodríguez, M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. *En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. Venecia, Durango. Pp. 58-65.
- Rodríguez R. R., Tabares R. J. y J. Medina S. 1997. Cultivo Moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi-Prensa. Madrid España. Pp. 65-81.
- Rodríguez, D. N., P. Cano R., E. Favela Ch., A. Palomo G., A. Moreno R., (2005). Evaluación de sustratos en la producción orgánica en tomate bajo condiciones de invernadero. (En). XI Congreso nacional de la sociedad mexicana de ciencias hortícolas. Chihuahua, Chih. Méx. 27 al 29 de septiembre del 2005.
- Ruiz, F. J. F. 1999. La agricultura orgánica como una biotecnología moderada y ética en la producción de alimentos. Memorias del IV Foro Nacional sobre Agricultura

- Orgánica. Colegio de Postgraduados, 8 al 10 de noviembre de 1999. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.
- Ruiz R. J. D. 2002. Poda en hortalizas. Apuntes de producción de hortalizas II. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Torreón, Coahuila. México.
- Ruiz, F. J. F. 1999. La agricultura orgánica como una biotecnología moderada y ética en la producción de alimentos. Memorias del IV Foro Nacional sobre Agricultura Orgánica. Colegio de Postgraduados, 8 al 10 de noviembre de 1999. Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo y Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica.
- SAGARPA. 2005. PC-020-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en tomate. BANCOMEX. ASERCA.
- Salazar S. E., Fortis H. ML, Vázquez A. A., Vázquez V. C., 2004, Producción orgánica, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo A. C., Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED. pp. 18-19.
- Salter, C. 2004. Compost Tea – Rebuilding Soil & Plant Biological Health. New Mexico Recycling Coalition Conference.
- Samperio, R. G. 1999. Hidroponía básica. El cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Pp. 35, 38 y 45.
- Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión. 45 paginas
- Sánchez, del C. F. 1999. Paquete tecnológico alternativo para la producción comercial de tomate en invernaderos. Pp. 243. 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.
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS). Version 6.12. Edition Cary N. C. USA.
- Schmidt, R.H., Jr. 1989. The arid zones of Mexico: climatic extremes and conceptualization of the Sonoran Desert. J. Arid Environ. 16:241-256.

- Serrano, C. Z. 1979. Cultivo de hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A. Barcelona ,España.
- Siles, J. 1998. El manejo de desecho de brozo de lombrices Californianas Tesis MSc. Turrialba. Costa Rica, CATIE. 93 P.
- Soto, G. y Muños, C. 2002. Agricultura orgánica. Manejo integrado de plagas y agroecología (Costa Rica) Bo. 65 p. 123-129.
- Steve, D. 2002. Notes on Compost Teas: A Supplement to the ATTRA Publication "Compost Teas for Plant Disease Control" Ozark Mountains at the University of Arkansas in Fayetteville. Disponible en: www.attra.ncat.org
- Tello, M., J. y Del Moran de la V. J. 1999. Enfermedades no víricas del tomate. Pp525-567. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Torres, C. X. (coord.). 2002. Manual agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Ibalpe Internacional de Ediciones. Bogota, Colombia. pp. 717 y 718
- USDA. 2006. BIOLOGY AND CONTROL OF FOLIAR AND FRUIT DISEASES OF HORTICULTURAL CROPS.
En:http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?ACCN_NO=4069
28 Consultado el 18 de septiembre del 2007.
- Wille H. R. y M. Yussefi. Ökologische Agrarkultur Weltweit 2002. Statistiken und Perspektiven. SÖL Sonderausgabe. Edición bilingüe. 2001. Deutschland.
- Zaidan, O. y A. Avidan. 1997. CINDACO. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel

VIII APÉNDICE.

Cuadro A.1 Rendimiento por hectárea en el cultivo de tomate, con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	2	10406.2	5203.1	7.44	0.0041
Error	19	13285.9	699.2		
Total	21	23692.2			

CV	17.8
Media	148.3

Cuadro A2 Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable peso en el cultivo de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	2	173665.2	86832.6	27.84	0.0001
Error	245	764135.1	3118.9		
Total	247	937800.4			
CV				30.6	
Media				182.2	

Cuadro A3 Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable diámetro polar de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	2	4.2	2.1	5.29	0.0056
Error	245	98.1	0.4		
Total	247	102.3			
CV				10.2	
Media				6.1	

Cuadro A4 Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable diámetro ecuatorial de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	2	49.8	24.9	29.52	0.0001
Error	245	206.9	0.8		
Total	247	256.8			

CV	13.1
Media	6.9

Cuadro A5 Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable sólidos soluble (°Brix) de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	2	4.7	2.3	8.64	0.0002
Error	245	66.7	0.2		
Total	247	71.5			
CV				11.7	
Media				4.4	

Cuadro A6 Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable espesor de pulpa de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	2	0.5	0.2	1.64	0.1964
Error	245	43.6	0.17		
Total	247	44.2			
CV				57.2	
Media				0.73	

Cuadro A7 Análisis de varianza para calidad de fruto para la variable número de loculos de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2004 - 2005) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
Tratamiento	2	33.1	16.5	10.24	0.0001

Error	245	396.7	1.61
Total	247	429.8	
CV			30.8
Media			4.1

Cuadro A.8 Color exterior de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. .

	Escalas de color exterior	A28 - A47	B24 - B44	C25 - C44	D30	TOTAL
Ttratamiento 1	Frecuencia	63	26	3	0	92
	Porcentaje	25.4	10.49	1.2	0	37.1
Ttratamiento 2	Frecuencia	44	29	6	0	79
	Porcentaje	17.75	11.69	2.42	0	31.85
Ttratamiento 3	Frecuencia	48	25	3	1	77
	Porcentaje	19.34	9.62	1.2	0.4	31.05
Total de frecuencia		155	80	12	1	248
Total de porcentaje		62.56	32.25	4.83	0.4	100

Cuadro A.9 Color interior de tomate con tres tratamientos en Septiembre-Abril (2006-2007) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. .

	Escalas de color interior	A27 - A48	B20 - B48	C28 - C48	D27 - D47	TOTAL
Tratamiento 1	Frecuencia	14	24	35	20	92
	Porcentaje	5.23	10.07	14.1	8.07	37.1
Tratamiento 2	Frecuencia	5	11	27	36	79
	Porcentaje	2.01	4.43	10.47	14.52	31.85
Tratamiento 3	Frecuencia	5	17	33	21	77
	Porcentaje	2	6.84	13.28	8.47	31.05
Total de frecuencia		24	52	95	77	248

Total de porcentaje	9.24	21.34	37.85	31.06	100
---------------------	------	-------	-------	-------	-----

Figura A1 Altura de planta en tratamiento 1, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.

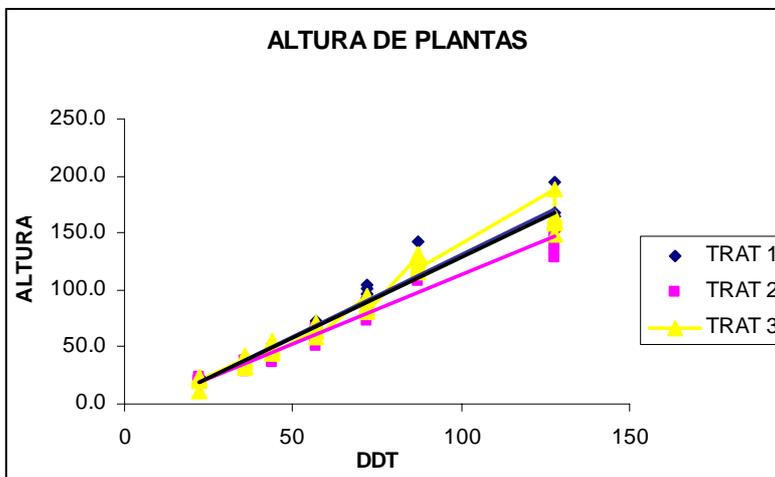


Figura A2 Floración de planta en tratamiento 1, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.

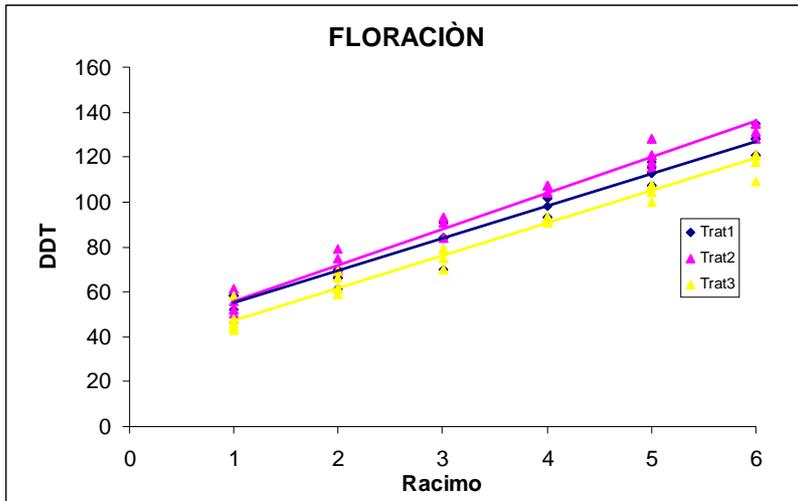


Figura A3 Temperaturas y humedad relativa registradas durante el desarrollo del cultivo de tomate con diferentes sustratos y tipos de fertilización, bajo invernadero, durante el periodo Septiembre-Abril (2006 – 2007) en la comarca lagunera. UAAAN – UL.

