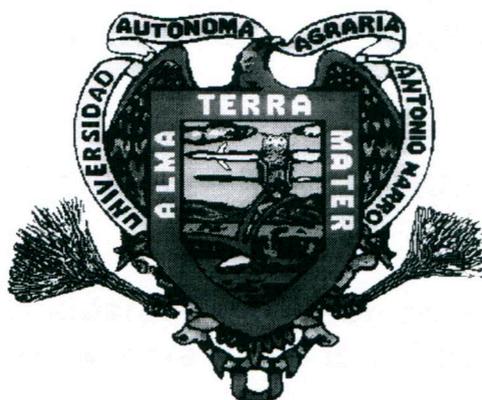


**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**APLICACIÓN GRADUAL DE COMPOSTA AL CULTIVO DEL
TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

Por

ENRIQUE GRAMAJO ROBLERO.

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

**APLICACIÓN GRADUAL DE COMPOSTA AL CULTIVO DEL
TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Por
GRAMAJO ROBLERO ENRIQUE**

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

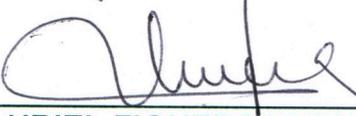
COMITÉ PARTICULAR

**Asesor
principal:**



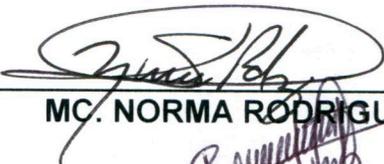
DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor :



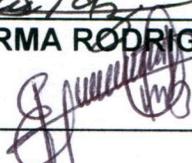
DR. URIEL FIGUEROA VIRAMONTES

Asesor :

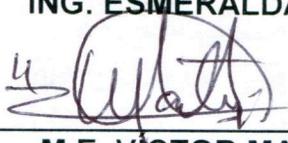


MC. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

Asesor:



ING. ESMERALDA OCHOA MARTINEZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas**



Torreón, Coahuila, México

DICIEMBRE DEL 2006

00019

DEDICATORIAS

A DIOS.

Por haberme dado la vida y la dicha de existir, por estar conmigo en todo momento y en toda ocasión, en las cosas buenas y en las cosas malas de mi vida. Por darme los padres y los hermanos que tengo y también por los amigos que a mi paso he encontrado, gracias señor por ser para la humanidad el ejemplo de actuar con respeto y humildad. **Gracias señor.**

A MIS PADRES

Enrique Gramajo León

Hilda consuelo roblero Pérez

Por todo su cariño, amor y dedicación, por depositar su confianza y haber creído en mí antes y durante mi carrera, gracias padres por crear esos valores de respeto, humildad y honestidad y por todo su apoyo moral y económicamente porque son los motores de mi vida y mi ejemplo a seguir por que he sido testigo del esfuerzo y sacrificio que han hecho por que cada uno de nosotros tenga un mejor futuro y le doy gracias a dios por tenerlos a mí lado todavía y durante muchos años mas para demostrarles que les quiere, les ama y les respetara por siempre este sus hijo. **Gracias papas.**

A MIS HERMANOS

José Manuel, Elvira del Carmen, Brenda Lili y Henri Luís. Por todo su cariño y apoyo que me han dado a través de sus consejos por estar conmigo en esos momentos felices y amargos que la vida nos ha puesto en el camino de los cuales hemos aprendido mucho; porque aún dolidos me transmitían la esperanza con la fuerza de sus corazones a todos ustedes **los quiero Hermanos.**

AGRADECIMIENTOS

A mi "alma Terra Mater", por darme la oportunidad de realizar mis estudios profesionales durante estos cuatro años y medio, ya que ha sido un gran orgullo haber pertenecido a esta universidad tan prestigiada y al mismo tiempo pasar a formar parte de su historia tan bien definida que la Narro ha estado marcando a través de la formación de gentes con gran sentido humanista y profesional en beneficio a nuestro país.

Al Ph.D. Pedro Cano Ríos

Por permitirme trabajar a su lado y por las facilidades prestadas para la realización de este proyecto porque además ha sido un privilegio trabajar con una persona como usted con un amplio conocimiento y por poder transmitirlos con sinceridad.

A la MC Norma Rodríguez Dimas

Gracias por compartir su conocimiento conmigo y por todo el apoyo brindado durante el proyecto, por su gran paciencia y dedicación solo me queda decirle gracias maestra.

Al ME. Víctor Martínez Cueto

Por todo su apoyo en el momento esperado, gracias por estar en atención de las necesidades que se presentaban y atenderlas con responsabilidad.

A la ing. Esmeralda Ochoa Martínez

Por toda la confianza, por permitir conocerla y por ofrecer siempre en apoyarme a través de su conocimiento en todo este tiempo.

A mis compañeros de grupo

Elena, Jesús trinidad, Cirilo, Miguel, Roberto, oscar, Marisol, Gabriel, Benito, Lisandro, Asael, Aditaim, Roció, Esther, Nelson, Jacil, Laysa, Rosa Elia, Leonardo, Muricy y Omar. Por permitirme conocerles estos cuatro años y por dejarme aprender mucho de ustedes y por enseñarme a trabajar siempre unidos.

A mis amigos

Lisandro, Yeraldiny, Asael, Aditaim, Cirilo, Jorge, Nelson, Alejandro y Humberto. Por todo el cariño que me demostraron durante el tiempo que tuve a su lado se irán conmigo el corazón de todos y cada uno de ustedes porque fue muy grato conocerlos gracias mis amigos no los olvidara nunca sus cuate
¡El Quique!

INDICE

I .Introducción	1
1.1 Objetivos	3
1.2 Hipótesis	3
1.3 Metas	3
II Revisión de Literatura	4
2.1 Generalidades del tomate	4
2.2 Origen	4
2.3 Clasificación taxonómica	5
2.4 Características morfológicas	5
2.5 Valor nutritivo	8
2.6 Generalidades de un invernadero	9
2.6.1 Definición	9
2.6.2 Ventajas	9
2.6.3 desventajas	10
2.7 Exigencias del clima	11
2.7.1 Ventilación	11
2.7.2 Luminosidad	11
2.7.3 Radiación	12
2.7.4 La radiación en el cultivo de tomate	13
2.7.5 Transparencia	13
2.7.6 Temperatura	14
2.7.7 Humedad	15
2.7.8 Contenido de Co ₂	16
2.7.9 Elección del genotipo	17
2.8 LABORES CULTURALES PARA EL CULTIVO DEL TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO	18
2.8.1 Trasplante	18
2.8.2 Podas	18
2.8.3 Podas de formación	18
2.8.4 Poda de tallos y hojas	19
2.8.5 Aporcado y rehundido	20

2.8.6 Tutorado	20
2.8.7 Polinización	21
2.8.8 Bajado de plantas	22
2.8.9 Fertirrigación	23
2.8.10 Ventajas de la fertirrigación	27
2.8.11 Solución nutritiva	27
3. sustratos	28
3.1.1 Características de los sustratos	29
3.1.2 clasificación de los sustratos	29
3.1.3 Sustratos orgánicos	30
3.1.4 Ventajas	30
3.1.5 Dosis de aplicación de abonos orgánicos	31
4. Agricultura orgánica	32
4.1 Generalidades	32
4.2 Concepto de agricultura orgánica	33
4.3 Objetivos	34
4.4 Compromisos de la agricultura orgánica	34
4.5 Ventajas de la agricultura orgánica	35
4.6 Agricultura orgánica en el mundo	35
4.7 Agricultura orgánica en México	37
4.7.1 Producción de tomate orgánico en México	37
4.7.2 Producción en campo	37
4.7.3 Producción en invernadero	38
4.7.4 Certificación de los productos orgánicos	38
5. COMPOSTA	39
5.1 Definición	39
5.2 Importancia	40
5.3 Principales beneficios de la materia orgánica	40
5.4 Efectos positivos en el suelo	41
6. PLAGAS	41
6.1 Mosquita blanca	41

6.1.1 Métodos preventivos y técnicas culturales	42
6.1.2 Control biológico	42
6.1.3 Control químico	42
6.2 Pulgón	43
6.2.1 Métodos preventivos y técnicas culturales	43
6.2.2 Control biológico	43
6.2.3 Control químico	44
6.3 Minador de la hoja	44
6.3.1 Métodos preventivos y técnicas culturales	44
6.3.2 Control biológico	44
6.3.3 Control químico	45
6.4 Acaro del bronceado	45
6.4.1 Métodos preventivos y técnicas culturales	46
6.4.2 Control químico	46
7. ENFERMEDADES	46
7.1.1 Damping off o secadera de plantulas	46
7.1.2 Sintomatología	46
7.1.3 Etiología y epidemiología	47
7.1.4 Control químico	47
7.2 Tizón tardío	48
7.2.1 Sintomatología	48
7.2.2 Etiología y epidemiología	48
7.2.3 Control químico	49
7.3 Tizón temprano	49
7.3.1 Sintomatología	49
7.3.2 Etiología y epidemiología	50
7.3.3 Control	50
8. Otras alteraciones	50
8.1 Golpe de sol	50
8.2 Rajado de frutos	51
8.3 Jaspeado del fruto	51

9. MATERIALES Y METODOS	51
9.1 Localización geográfica de la comarca lagunera	51
9.2 Localización del experimento	51
9.3 Forma del invernadero	52
9.4 Material composta	52
9.5 Llenado de macetas	54
9.6 Genotipos	54
9.7 Diseño experimental	54
9.8 Siembra y trasplante	55
9.9 Fertirriego	55
10. MANEJO DEL CULTIVO	57
10.1 Poda y tutorado	57
10.3 Polinización	58
10.4 Control de plaga y enfermedades	58
10.5 Aplicación de composta	59
10.6 Cosecha	59
10.7 Variables evaluadas en tomate	59
10.8 Analisis estadísticos	60
11. RESULTADOS Y DISCUSIONES	61
11.1 rendimiento	61
11.2 DESARROLLO VEGETATIVO	62
11.2.1 Altura de planta	62
11.2.2 Numero de frutos	62
11.2.3 Clorofila	63
11.2.4 Numero de hojas	63
11.3 CALIDAD DE FRUTO	64
11.3.1 Peso del fruto	64
11.3.2 Espesor de pulpa	65

11.3.3 Sólidos solubles	65
11.3.4 Número de loculos	66
11.3.5 Diámetro ecuatorial	68
11.3.6 Diámetro polar	68
11.4 MATERIA SECA	68
11.4.1 Peso seco del tallo	68
11.4.2 Peso seco de raíz	69
11.4.3 Diámetro del tallo	70
11.4.4 Diámetro de la base	70
12. Conclusión	71
13. Resumen	73
14. BIBLIOGRAFÍAS	75
Cuadros de revisión de literatura	
Cuadro 2.1. Principales componentes del fruto del tomate	9
cuadro 2.2 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm).	28
Cuadro 9.1 Composición del análisis químico de la composta, té de composta, arena y agua.	53
CUADRO: 9.2 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm).	56
Cuadro (9.3) Fertilizantes empleados para la Solución nutritiva en la Fertirrigación del cultivo de tomate en el sustrato testigo bajo condiciones de invernadero, en sus diferentes etapas fenológicas. UAAAN-UL, 2005-2006.	57
Cuadros de resultados y discusión	
Cuadro no: 1 interacción para la variable rendimiento total.	61

Cuadro: 2 interacción de Atura de planta, numero de frutos, clorofila y numero de hojas.	64
Cuadro: 3 interacciones de la calidad del fruto de tomate peso de fruto, espesor de pulpa, sólidos solubles (brix), y numero de loculos.	67
Cuadro: 4 interacción de diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso seco del tallo y peso seco de raíz.	69
Cuadro: 5 interacción de tratamientos y genotipos para la variable diámetro de tallo.	70

ÍNDICE DE ANOVAS

15. APENDICE

- Cuadro: A1 análisis de varianza para la variable cosecha o rendimiento en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. 86
- Cuadro: A2 análisis de varianza para la variable numero de frutos en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL. 86
- Cuadro: A3 análisis de varianza para la variable clorofila en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL. 87
- Cuadro: A4 análisis de varianza para la variable altura de planta en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL. 87
- Cuadro: A5 análisis de varianza para la variable numero de hojas en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL. 88
- Cuadro: A6 análisis de varianza para la variable peso del fruto en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL. 88
- Cuadro: A7 análisis de varianza para la variable diámetro polar en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL. 89

Cuadro: A8 análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL	89
Cuadro: A9 análisis de varianza para la variable sólidos solubles en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL	90
Cuadro: A10 análisis de varianza para la variable espesor de pulpa en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.	90
Cuadro: A11 análisis de varianza para la variable numero de loculos en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.	91
Cuadro: A12 análisis de varianza para la variable peso seco de raíz en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.	91
Cuadro: A13 análisis de varianza para la variable peso seco del tallo en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.	92
Cuadro: A14 análisis de varianza para la variable parte media de la planta en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	92
Cuadro: A15 análisis de varianza para la variable parte basal de la planta en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.	93

I. Introducción

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es en la actualidad la hortaliza más cultivada en el mundo con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas que suponen una producción de casi 85 millones de toneladas; además es el cultivo más intensamente explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y su alto consumo. Entre los países con mayor producción de tomates se encuentra china, E. U, Turquía, Rusia, Italia, Egipto, india, España y México que ocupa la décima posición con una superficie de 80 mil hectáreas sacando un rendimiento de 25 toneladas por hectárea (FAO, 2001).

En México la superficie protegida asciende a 4900 ha, con una tasa de crecimiento anual de 25%. de esta superficie 3450 pertenecen a la producción de tomate. De las cuales se exportan 900,000 ton. (Fonseca, 2006). La producción de tomate en la Comarca Lagunera para el 2005 alcanzó una superficie de 1048 has bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 26 t ha^{-1} (SAGARPA,2005) y alrededor de 100 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio-agosto, obteniéndose bajos rendimientos.

Como consecuencia del aumento de la población mundial existe la necesidad de crear alternativas que sean más eficientes en la producción de hortalizas por unidad de superficie como es el caso del tomate siendo su

demanda mayor a su producción ya que se encuentra limitada por las condiciones ambientales adversas y el ataque de organismos dañinos, por esta razón el rendimiento por hectárea, se ve disminuido, obteniéndose cosechas pobres y de baja calidad, por lo que no permite abastecer la demanda del mercado a consecuencia de esto se tiene el incremento en el precio del producto. Una opción para atender esta problemática, es producir en invernadero, mediante el manejo adecuado de la nutrición, a través de la aplicación oportuna de fertilizantes orgánicos. Ante el riesgo de degradar más los recursos naturales, para garantizar el abasto de alimentos, es necesario intensificar la alternativa de hacer producir la tierra que garantice la producción a largo plazo sin el peligro de destruir el ambiente.

En la actualidad los consumidores sobre todo en los países altamente desarrollados han mostrado un gran interés en saber el origen y la manera de cómo fueron obtenidos los alimentos que día con día llevan a su mesa y si son confiables o traerán secuelas en la salud. Lo anterior obliga a encontrar modos de producción apegados lo mas cercano posible a la no aplicación de químicos, siendo uno de los caminos, la agricultura orgánica, la cuál, además de no poseer químicos, tiene un sobreprecio de alrededor de un 40%, el cuál, el consumidor, está dispuesto a pagar.

La agricultura orgánica, es una buena opción para la producción de tomate sin contaminar. Para utilizar las compostas debido a la gran cantidad de nutrientes contenidos en este, radica en que es difícil usarla como tal debiéndose mezclar con un sustrato inerte ya sea arena o perlita, entre otros que garantice cierto grado de aireación y un buen desarrollo radicular de los cultivos. Sin embargo,

la certificación orgánica indica un periodo de transición de tres a cinco años sin aplicación de algún producto sintético al suelo (Gómez *et al.*, 2003). El uso de un sustrato orgánico reduciría considerablemente el periodo de transición o lo evitaría. El sustrato, además de sostén, deberá aportar cantidades considerables de elementos nutritivos que satisfagan las demandas del cultivo. Una alternativa, es mezclar composta con medios inertes.

1.1 Objetivo

Evaluar mezclas de compostas con medios inertes para la obtención de un sustrato que garantice aceptables rendimientos y calidad de fruto, para cultivar tomate orgánico en invernadero. Y ver las respuestas cualitativas y cuantitativas de la aplicación gradual de este en diferentes estados fisiológicos del cultivo.

1.2 Hipótesis

- Existen diferencias significativas entre los tratamientos a evaluar.
- con fertilizantes sintéticos se obtienen altos rendimientos y menor calidad
- Con sustrato orgánico y té de composta se obtienen buenos rendimientos y aceptable calidad de fruto.

1.3 Metas

Contar con una información confiable y formar un paquete tecnológico para producir tomate orgánico bajo condiciones de invernaderos. y obtener al menos 200 toneladas.

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 de fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que esta inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son los menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003).

2.2 Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina abarcando los países de (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX.

El tomate, aparentemente es originario de Sudamérica, pero los antecedentes históricos favorecen a México como el centro más importante de la domesticación del tomate, ya que la utilización de formas domésticas en

nuestro país, tiene bastante antigüedad y sus frutos eran bien conocidos y empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban la parte central y sur de México, ante la llegada de los Españoles (Nuez, 1999).

2.3 Clasificación Taxonómica

Chamarro (2001), describe la taxonomía del tomate de la siguiente manera

Nombre común:	Tomate o Jitomate
Nombre científico:	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.
Clase:	Dicotiledoneas
Orden:	Solanales (personatae)
Familia:	Solanaceae
Tribu:	Solaneae
Género:	<i>Lycopersicon</i>
Especie:	<i>esculentum</i>

2.4 Características morfológicas del tomate

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse en forma rastrera, semi erecta y el crecimiento es limitado en la variedades determinadas, e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar a 10 m en un año (Chamarro, 2001).

Determinadas. Las plantas determinadas es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de inflorescencias en el extremo del ápice.

Indeterminadas. La planta de tipo indeterminada crece hasta alturas de 2 metros, o más, según el en tutorado que se aplique. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de su desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de planta tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan alguno.

Semilla

La semilla del tomate tiene una forma lenticular con unas dimensiones aproximadas de 3 x 2 x 1 mm y esta constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. (Nuez, 2001).

Raíz

El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, pivotante que crece unos cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias y ramificaciones que pueden llegar a formar una masa densa y de cierto volumen. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985; Valadéz, 1997).

Tallos

Los tallos son cilíndricos en plantas jóvenes y angulosos en las plantas maduras, alcanzan alturas de 0.40 a 2.0 m, presentando un crecimiento simpódico el tallo del tomate es inicialmente erecto, pero al crecer, y debido a su poca consistencia, queda rastrero, siendo necesario su manejo con tutores cuando se cultiva en invernadero (Valadéz, 1997). El tallo típico tiene 2-4 cm de diámetro en la base, dependiendo de la variedad y el genotipo y esta cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis.

Hoja

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 folíolos y con bordes dentados; el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Garza, 1985).

Los folíolos son: peciolados, lobulados y con borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. Hay aproximadamente tres hojas entre cada racimo. Las hojas son las encargadas de realizar la fotosíntesis por lo que debe haber una buena cantidad de ellas con la finalidad de interceptar la mayor cantidad de radiación (Muñoz, 2004).

Flor

El tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple, en la base de la planta o ramificado en la parte superior. y se polinizan principalmente por el viento (cuando está el cultivo en campo) y por abejorros (en invernadero). (Van Haef, 1998).

La inflorescencia se forma a partir del 6° o 7° nudo en plantas de hábito determinado y posteriormente los racimos florales nacen cada 1 o 2 hojas, en las plantas de hábito indeterminado la primera inflorescencia aparece a partir del 7° ó 10° nudo y después cada 3 a 4 van apareciendo las inflorescencias (Valadéz, 1990). En invernadero, comúnmente se utilizan abejorros del género *Bombus sp.*, vibradores, turbinas de aire o bien hormonas (Muñoz, 2004)

Cuando las inflorescencias se producen alternando con cada hoja o dos hojas se dice que la planta es de crecimiento <<determinado>>; si la alternancia es más espaciada la planta de 3 a 4 hojas se dice crecimiento indeterminado. Normalmente entre las primeras predominan la precocidad y el porte bajo y las segundas son más tardías y de porte alto.). (Rodríguez *et. al.*, 1997).

Fruto

El fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera baya. Su forma, tamaño y color son variables, su superficie es lisa y está formado por un epicarpio delgado algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico, y el sabor agrídulce (Tiscornia, 1989).

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila de unos pocos miligramos hasta 600 gramos, está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Chamarro, 2001).

2.5 Valor nutritivo

Lara (2000), menciona que el fruto en fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido

en materia seca y grasas. En el cuadro 2.1 se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés.

Cuadro 2.1. Principales componentes del fruto del tomate, Chamorro (2001).

Componentes	Peso fresco %	Componentes	Peso fresco %
Materia seca	6.50	Sólidos solubles(°Brix)	4.50
Carbohidratos totales	4.70	Ácido málico	0.10
Grasas	0.15	Ácido cítrico	0.20
N proteico	0.40	Fibra	0.50
Azúcares reductores	3.00	Vitamina C	0.02
Sacarosa	0.10	Potasio	0.25

2.6 Generalidades de un Invernadero

2.6.1 Definición

Es una Construcción cerrada cubierta con materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener condiciones de microclima artificial y con ello cultivar plantas fuera de estación en condiciones óptimas (Sade, 1998).

Bargueño (2001) menciona que una de las técnicas especializadas dentro de producción agrícola, han sido los invernaderos, ya que permite incrementar la producción y/o rendimiento de los cultivos en un 300%, además con riego por goteo hay un ahorro de agua del 40% en relación con riegos superficiales.

2.6.2 Ventajas de la producción en invernadero

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

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

2.6.3 Desventajas

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

1. Se requiere de una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.

2. Alto costo de los insumos
3. Las instalaciones y estructura representan una elevada inversión inicial.
4. un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
5. Es necesaria la automatización del invernadero para el control del ambiente.
6. Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requiere de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

2.7 Exigencias del clima

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto. según castilla (1999) Los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes

2.7.1 Ventilación

La posibilidad de circulación del aire que se calienta por acción de la energía solar favorece el control de humedad y temperatura del efecto del invernadero. Estas condiciones variarán de acuerdo a la estación y cultivo (Infoagro, 2004).

2.7.2 Luminosidad

A mayor luminosidad en el interior del invernadero se debe aumentar la temperatura, la HR y el CO_2 , para que la fotosíntesis sea máxima; por el contrario, si hay poca luz pueden descender las necesidades de otros factores. 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 que favorecen al cultivo son distintas a las necesarias para niveles altos de luz.

Para mejorar la luminosidad natural dentro del invernadero se usan los siguientes medios (Infoagro, 2004).

- Materiales de cubierta con buena transparencia.
- Orientación adecuada del invernadero.
- Materiales que reduzcan el mínimo las sombras interiores.
- Aumento del ángulo de incidencia de las radiaciones sobre las cubiertas.
- Acolchados del suelo con plástico blanco.

En verano para reducir la luminosidad se emplean:

- *Blanqueo de cubiertas.*
- *Mallas de sombreo.*
- *Acolchados de plástico negro.*

Una baja luminosidad puede incidir de forma negativa en los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta.

2.7.3 Radiación

El empleo de doble capa permanente del plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas dentro de este, genera reducciones en la

radiación interior con incidencia negativa en la producción. La práctica de blanquear el invernadero, a fin de reducir las altas temperaturas en primavera, reduce la radiación. Es preferible dotar a los invernaderos de una ventilación más eficiente (ventanas cenitales) y evitar las prácticas que reducen la radiación (Muñoz, 2004).

2.7.4 La radiación en el cultivo del tomate.

Howard (1995) señaló que el tomate es insensible al foto periodo. Una iluminación limitada puede inducir en forma negativa sobre los procesos de floración, fecundación y desarrollo vegetativo.

La densidad de plantación, el sistema de poda y el en tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en la época invernal cuando la radiación es la limitante, por que la reducción implica una reducción lineal de cosecha (Cockshull, 1988).

La radiación solar en parte es absorbida por el suelo, planta y dentro del invernadero, siendo convertida en energía térmica e irradiada o disipada por convección, conducción y transpiración.

2.7.5 Transparencia

Es importante permitir el mayor paso de luz a través de las paredes y techo, para ofrecer a las plantas mayor energía calórica y luminosidad para su crecimiento y elaboración de fotosíntesis. En este caso incide directamente la transparencia del material de cobertura y la sombra de la estructura que hace de soporte (Infoagro, 2004).

2.7.6 Temperatura

La temperatura es uno de los factores climáticos primordiales que se deben controlar en un invernadero. La temperatura óptima para la mayoría de los cultivos en invernadero oscila entre 20-30 °C durante el día y entre 13 y 16 °C durante la noche. Temperaturas inferiores a 12-15 °C, las plantas detienen su crecimiento y su floración. Originan problemas en el desarrollo, malformación de frutos, que se debe a bajas temperaturas, lo cual propicia un desarrollo desigual de loculos (Sade, 1998).

A temperaturas superiores a 25° C e inferiores a 12° C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto esta influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración valores cercanos a 10° C y superiores a 30° C originan tonalidades amarillentas. (Sade, 1998). En tomate, si la diferencia de temperaturas día-noche es demasiado grande, se forman racimos largos y verticales que más tarde se curvan y posiblemente se rompen al desarrollarse los frutos.

Si la temperatura es demasiado baja, el desarrollo de las plantas será lento, pudiendo aparecer un tono púrpura en la hojas, especialmente en tomates, y si la temperatura es muy alta las plantas serán tiernas y alargadas, resultando de muy pobre calidad.). La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces temperaturas inferiores a 14°C el crecimiento se inhibe y entre 18°C y 12°C la absorción de fósforo disminuye

en un 50 %. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto. (Chamarro 2001).

Los cuatro factores que permiten reducir la temperatura son: la reducción de la radiación solar que llega al cultivo, la evaporación del cultivo, la ventilación y la refrigeración por medio de agua en sus diferentes formas (Infoagro, 2004).

2.7.7 Humedad

La humedad relativa se define como la tensión actual de vapor entre la tensión saturada de la misma masa de aire, y se expresa en porcentaje, se mide con los siguientes aparatos: higrómetros e higrógrafos (Francescangeli, 1998). Dentro de los invernaderos la humedad relativa, juega un papel muy importante ya que esta relacionada directamente con el desarrollo de enfermedades, desordenes fisiológicos en los frutos y el déficit de presión de vapor (DPV) (Castellanos y Muñoz, 2003).

La humedad relativa optima 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 (*alternaria solani*), tizón tardío (*phitophthora infestans*) y botritis (*botrytis cinerea*), 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 disminuya la absorción de calcio, puede ser causado 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 repercuten en el tamaño del fruto (Castro y Pérez, 1999).

Bargueño (2001), menciona que cuando la humedad relativa esta en exceso hay menor desarrollo vegetativo por que disminuye la transpiración, hay aborto de flores, se aumentan las enfermedades y existe una condensación de humedad provocando el goteo. Y cuando es deficiente la humedad existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas, deficiente fecundación y caída de flores.

2.7.8 Contenido del CO₂ en el Aire

La concentración de CO₂, de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ en invernadero es mas alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica inicia el proceso de fotosíntesis, y provoca una disminución rápida de CO₂, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

Ferreira (2004). Menciona que 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 calentamiento. Pero desafortunadamente, las

necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO₂, elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40000 m³ de aire, es decir 14 m³ o 27 kg. de CO₂, por una hora de fotosíntesis a 350 w/m², sin ventilación. 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).

2.7.9 Elección del genotipo

- A los cultivares desarrollados especialmente para invernadero se les exige que tengan aptitud para crecer, florecer, cuajar y desarrollar frutos de calidad en condiciones de baja luminosidad (Stevens y Rick, 1986).
- Adaptación al sistema y ciclo de cultivo.
- Adaptación a condiciones ambientales de estrés.
- Principales tipos de tomate comercializados para explotación en invernadero.

2.8 LABORES CULTURALES PARA EL CULTIVO DEL TOMATE BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO.

2.8.1 Trasplante

Al momento del trasplante las plántulas deben tener una altura de 10 – 15 cm. y tener 6 – 8 hojas verdaderas ya formadas (Rodríguez et al, 1997).

Castilla (2001), señalan que el trasplante bajo invernadero debe realizarse con cepellón. Debiendo tener los siguientes cuidados cuando la plántula este preparada para el trasplante:

- Proteger la plántula de la radiación solar.
- Sumergir o mojar el cepellón en algún funguicida antes de transplantarse.
- Desechar las plantas que no sean óptimas.
- Realizar el trasplante en los momentos de menos calor, para obtener así una mejor pega, ya que la época de plantación es generalmente en pleno verano.
- Al momento del trasplante la planta debe tener una altura de 10 – 15 cm. y con 6 – 8 hojas verdaderas ya formadas.
- Tras el trasplante, se da un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen contacto con el cepellón.

2.8.2 PODAS

2.8.3 Poda de formación

La poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio de la fructificación de la planta (Anderlini, 1996). Los chupones son los pequeños brotes que crecen entre el tallo principal y los pecíolos de las hojas, deben ser

eliminados antes de que se desarrollen demasiado, pues tomarían parte de los nutrientes que son precisos a los frutos. En los tomates deberán quitarse cuando alcancen una longitud de una o dos pulgadas (2.5 a 5 cm), en este momento son frágiles y pueden arrancarse con los dedos sin causar daño en la zona axilar (área entre el tallo y el pecíolo).

La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. (Infoagro, 2004).

2.8.4 Poda de tallos y hojas.

La planta del tomate puede ir a uno o dos brazos. En ocasiones, se aprovecha uno de los brazos de una planta para sustituir la pérdida de otra planta adyacente. El segundo brazo se dejará a partir del segundo nudo o más (no antes, para facilitar que la raíz tome la fuerza suficiente). Con un solo brazo las plantas dan producciones más precoces. Anónimo (2004) Los brotes no deberán tener más de 2-3 cm. de longitud, de otro modo la planta no podrá soportarla. Cuando su brote axilar se encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios es más benéfico limitarse a su despunte. Anderlini (1996)

En la poda de hojas, se van eliminando todas aquellas inferiores senescentes por debajo del último racimo que va madurando o pintando color. El corte de la

hoja debe ser limpio y al ras del tallo principal para evitar la entrada de patógenos (botrytis). Evitar la poda severa de hojas. Es importante supervisar la buena ejecución de estas tareas.

2.8.5 Aporcado y rehundido

El Aporcado contribuye a favorecer la emisión de raíces adventicias en la porción de tallo cubierta de tierra al aporcar. En el cultivo enarenado esta operación solía sustituirse por la del rehundido, aunque hoy está en desuso por los altos costos de mano de obra. Se realiza entre las primera y la segunda semanas posteriores al transplante, recomendándose que los primeros sean ligeros y los siguientes más profundos (Valadez, 1997).

2.8.6 Tutorado

Las plantas de los tomates que deben guiarse verticalmente deberán estar entutoradas, siendo recomendable la utilización de cuerda de plástico (Rafia). Las cuerdas deberán fijarse a unos cables de soporte, a una altura de 8 a 10 pies (2.5 a 3 metros), que irán sobre las plantas, dejándose unos 6 pies (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 en tutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces (Nuez, 2001).

2.8.7 Polinización

En el invernadero se tienen problemas de polinización, para luchar contra este problema además de la utilización de nuevas variedades es conveniente el paleo, vibrador mecánico o pulverizador de aire además de darle al invernadero una aireación y ventilación adecuada.

Rodríguez *et al* (1997), menciona 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 por el viento cuando son cultivados a cielo abierto; no obstante, en los invernaderos, el viento de aire no es suficiente 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 un fino polen amarillo cuando son favorables las condiciones ambientales y éstas se encuentran en estado receptivo.

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 AM y las 3:00 PM en días soleados, para obtener los mejores resultados.

Las investigaciones han 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.

Cuando la polinización se ha efectuado correctamente, se desarrollaran al cabo de una semana los frutos en forma de bolita; esto lo que se domina cuajado de la flor. Cuando las plantas jóvenes producen sus primeros racimos se deben polinizar cada día hasta observar 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).

2.8.8 Bajado de plantas

Johnson y Rock (1995) indican que conforme la planta va creciendo se va liando o sujetando al hilo tutor mediante anillas, hasta que la planta alcance el alambre; a partir de este momento existen tres opciones:

1. Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir

dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.

2. Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad
3. Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado

2.8.9 Fertirrigación

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.(Infoagro, 2004)

Se entiende por fertirrigación la aplicación de sustancias nutritivas necesarias por las especies vegetales en el agua de riego, aplicándolos en la cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas, según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal manera que se logre a corto y largo plazo altos rendimientos con calidad y mantenimiento de un adecuado nivel de fertilidad general en el medio de crecimiento (Navarro, 2002).

En condiciones de invernadero de alta densidad lumínica y acompañada de altas temperaturas, el porcentaje de evaporación de las plantas se incrementa grandemente y como resultado la absorción del agua aumenta

significativamente. Por lo tanto la frecuencia de los ciclos tiene que ser suficiente para impedir cualquier déficit de agua en las plantas que provoquen un estrés hídrico con lamentables consecuencias. La duración de cualquier ciclo de riego tiene que ser suficiente para proporcionar un adecuado filtrado del medio, para que se puedan evacuar los elementos excesivos a través del sustrato; de no ser así se formarían niveles de sal que causarían un retraso en el crecimiento e incluso una toxicidad en las plantas y su posterior muerte (Lomelí, 1999).

En términos generales, el intervalo de riego debe ser de 3 a 5 veces por día (según el tipo de sustrato) en las primeras dos semanas después de la plantación. La frecuencia de riego irá en aumento con el desarrollo de las plantas, y alcanzara el nivel de 5 – 10 veces por día durante el máximo consumo. La lamina diaria será dividida durante el día (Avidan 1998).

Moreno (2002) afirma que para manejar correctamente el riego y la nutrición de las plantas es impredecible conocer con exactitud la calidad agronómica del agua de riego. La información que debe proporcionar los análisis de aguas es la siguiente: La conductividad eléctrica (CE) en dS/m o mmhos/cm a 25°C. Este dato está directamente relacionado con la cantidad total de sales que contiene el agua de riego. Aguas con una CE superior a 2 dS/m limitan su uso para los cultivos sin suelo.

El valor de Ph de las aguas de riego está muy condicionado por su composición iónica y, mas concretamente, por la concentración de carbonatos y bicarbonatos. En la gama de valores de Ph comprendida entre 6 – 6.5 la mayor parte de los elementos nutritivos están mas fácilmente disponibles para el cultivo. En aguas carbonatadas los valores de Ph están por encima de 7 y en estos casos es necesario neutralizar los carbonatos, añadiendo ácidos comerciales, generalmente ácido fosfórico y nítrico los cuales también ayudan a que los goteros no se tapen por el exceso de sales. En otros casos, y en ausencia de bicarbonatos, el valor de Ph puede quedarse demasiado ácido y habrá que añadir algún producto alcalinizante como por ejemplo hidróxido de potasio.

La cantidad de cada uno de los iones que el agua contiene puede expresarse en mili moles por litro (mM/l). Mili equivalentes por litro (meq/l) o partes por millón (ppm). Para efectos nutricionales y operativos, los aniones que deben de ser analizados son, los aniones carbonatos y/o bicarbonatos, sulfatos, cloruros, fosfatos, y nitratos, y los cationes, calcio, magnesio, sodio, potasio y amonio.

En condiciones salinas se debe prestar especial cuidado en aplicar agua en exceso para lavar las sales por debajo de la zona radical, siendo el requerimiento de lixiviación mucho más alto que en condiciones no salinas (Rhoades y Loveday, 1990).

Romero *et al* (1999) establecieron que el agua de moderadamente salina (6 – 8 dsm) puede reducir la cosecha de tomate hasta un 40%. El estrés hídrico, incluido por la salinidad en la zona radical, puede acentuarse en una gran demanda transpiratoria asociada a una baja higrometría ambiental constante en las horas centrales del día en el interior de los invernaderos. El valor óptimo del pH de la solución de riego es de 6 a 6.5 y el pH de la solución de lixiviación no más de 8.5. El pH del agua de riego se ajusta mediante la inyección de ácido. Cuando el pH del agua de lixiviación es superior a 8.5, indica que el pH en la zona radical alcanza valores que provocan la precipitación de fósforo y menor disponibilidad de micro nutrientes.

El régimen de fertirriego (lámina de agua e intervalo de riego) deberá ajustarse de acuerdo al gradiente de CE y cloro entre la solución de riego y la de drenaje, para mantener así las sales por debajo de la zona radicular activa. Si la diferencia entre la CE de la solución lixiviada y de la solución entrante es más de 0.4-0.5 dS/m, y/o si la concentración de cloro en la solución lixiviada es más alta que la solución entrante y supera los 50 mg/L, se recomienda aplicar un riego sin fertilizantes para lixiviar las sales (Avidan, 1998).

La baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de nutrientes existentes en los sistemas con sustratos, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego. Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los

valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

2.8.10 Ventajas de la Fertirrigacion

Ventajas del sistema de fertirrigación son las siguientes:

- Dosificación racional de los fertilizantes.
- Un considerable ahorro de agua.
- Utilización de aguas incluso de mala calidad.
- Nutrición del cultivo optimizada y por lo tanto aumento de rendimientos y calidad de los frutos.
- Control de la contaminación.
- Mayor eficacia y rentabilidad de los fertilizantes.
- Adaptación de los fertilizantes a un cultivo, sustrato, agua de riego y condiciones climáticas, durante todos y cada uno de los días del ciclo del cultivo.
- Automatización de la fertilización.

2.8.11 Solución nutritiva.

En la práctica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de nutrientes a aplicarse, con sus respectivas relaciones, por ejemplo, en tomate se consideran cuatro etapas: establecimiento-floración, floración-cuajado de frutos, maduración-1^{ra} cosecha y 1^{ra} cosecha-fin. En cada etapa, las

concentraciones de N y K van aumentando, y la relación N:K va disminuyendo, ya que el potasio es absorbido en gran cantidad durante la etapa reproductiva del cultivo (Zaidan y Avidan, 1997).

cuadro 2.2 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100	40 - 50	150	100	40 - 50
Floración y cuajado	120	40 - 50	160	120	40 - 50
Inicio de maduración y cosecha	150	40 - 50	200	100	40 - 50
Época calurosa (Verano)	180	40 - 50	220	120	40 - 50
	80 - 200	40 - 50	230	100	40 - 50
			250	120	
	130 - 150	35 - 40	200 - 220	100 - 120	40 - 50

III. SUSTRATOS

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

3.1.1 Características de los sustratos.

Uno de los puntos a considerar en la composición de sustratos son las características 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

3.1.2 Clasificación de sustratos

Los sustratos pueden clasificarse en grupos importantes: el grupo es el origen de los sustrato y pueden ser; naturales, industriales y artificiales. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos es aquel capaz de retener

suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta.(García, 1996).

El cultivo en sustratos se adapta a cultivos intensivos especialmente en invernadero, una de las ventajas de estos en comparación al cultivo sobre el suelo, son: Control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la reproducción, incremento en calidad del fruto y reducción de riesgos por enfermedades y plagas. (Ansorena 1994)

3.1.3 Sustratos orgánicos

El elevado consumo de fertilizantes de origen químico y el alto precio por producción de este, han surgido cuestiones si es recomendable usar o no sustratos orgánicos, ya que con esto se elimina el uso de fertilizantes y pesticidas sintéticos y para ello se dispone de estiércol bovino, materia prima que en la comarca lagunera existe de sobra, según la SAGARPA (2002 se generan aproximadamente 45, 772.86 toneladas mensuales de este material ya que se cuenta con 239, 099 cabezas de ganado vacuno.

Los abonos orgánicos se caracterizan por: sus componentes principales materia orgánica que la acompaña una serie de organismos y microorganismos activa que es benéfica a la planta, además de contar con una cantidad de nutrientes muy elevada como: N, P, K, Ca, etc.)

3.1.4 Ventajas

El uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento mismo de la agricultura y presentan ciertas ventajas:

- Mayor efecto residual, por su lenta liberación.

- Aumento en la capacidad de retención de humedad: a través de su estructura granular, la porosidad y la densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos, con los nutrientes manteniendo a estos en forma aprovechable para las plantas.
- Menor formación de costras y terrones.

Los abonos orgánicos tienen por objeto nutrir indirectamente a las plantas a través de los seres vivos del suelo, particularmente de los microorganismos. Estos seres vivos son los que realizan la producción del humus y nutren las plantas. Los efectos benéficos generales de la adición de abonos orgánicos al suelo se traducen en una evaluación de los rendimientos que muchas veces no se logra con los fertilizantes químicos. Toyés .1992).

Los principales sustratos orgánicos utilizados en la agricultura orgánica son las compostas y la vermicomposta o humus de lombriz.

3.1.5 Dosis de aplicación de abonos orgánicos

Cuando se utilizan abonos orgánicos como las compostas y residuos de cosecha, generalmente se utilizan dosis bajas, menores a las 10 t ha^{-1} . Sin embargo, es común que en el manejo de estiércol se apliquen dosis altas, que pueden llegar a más de 100 t ha^{-1} .

Según Figueroa (2002) para estimar la dosis de aplicación de abonos orgánicos en función al requerimiento de nitrógeno del cultivo es necesario conocer:

- la concentración de nitrógeno orgánico en los abonos,

- la tasa de mineralización de nitrógeno,
- el nitrógeno residual en el suelo donde se van a incorporar los abonos, y
- el requerimiento de nitrógeno del cultivo.

IV. AGRICULTURA ORGÁNICA

4.1 Generalidades

Zamorano (2005) señala que la agricultura orgánica a despertado gran interés, no solo en los sectores que están relacionados con el sector agropecuario y la economía rural en su conjunto, sino también en amplios sectores de la sociedad. Este gran interés empezó en los países desarrollados hace ya más de dos décadas. La reconversión progresiva hacia la agricultura orgánica, la investigación, las actividades de transformación, comercialización y consumo de productos también llamados biológicos a registrado un comportamiento de gran dinamismo. Durante los últimos años, se ha registrado un comportamiento muy dinámico en la demanda y el consumo de productos orgánicos, sobre todo en los países desarrollados. La explicación reside en la preocupación creciente de la población con relación a la ingesta de productos alimenticios inocuos, sanos, de los cuales se conozca su origen y trayectoria real, así como la mayor conciencia por la conservación del medio ambiente, y algunas posiciones de solidaridad con grupos sociales menos favorecidos en los países en vías de desarrollo.

Schlermeler (2004) menciona que va en aumento la producción orgánica en el mundo, además, Macilwain (2004) cita que la agricultura orgánica a revolucionado sin perder la esencia de su fundamento, la materia orgánica

4.2 Concepto de agricultura orgánica.

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, Fira 2003).

En vista de lo anterior, se citan algunos autores y organizaciones que dan su definición y que llaman nuestra atención, se analizan con el afán de tener una idea más extensa sobre este tema tan relevante.

Según la USDA (citado por O'Keeffe-Swank, 2004) "Es un sistema de producción que integra prácticas culturales, biológicas y mecánicas que adopta el reciclaje de los recursos, promueve el equilibrio ecológico y conserva la biodiversidad". Según la FAO (2001) "La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo.

4.3 Objetivos de la agricultura orgánica.

Los objetivos de la agricultura orgánica 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 (Quintero, 2000).

4.4 Compromisos de la agricultura orgánica.

- Trabajar con los sistemas naturales, más que buscar cambiarlos.
- Mantener e incrementar la fertilidad del suelo a largo plazo.
- Siempre que sea posible utilizar recursos renovables.
- Control de la erosión hídrica y eólica.

- Permitir a los productores agrícolas un beneficio adecuado y una satisfacción en su trabajo.
- Producir alimentos de alta calidad.

4.5 Ventajas de la agricultura orgánica

Según EDUSAT (2003) las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes:

- 1) Establece un sistema productivo compatible, amigable y respetuoso con el medio ambiente.
- 2) Conserva el equilibrio de los recursos naturales.
- 3) Proporciona oportunidades comerciales emergentes.
- 4) Combina los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadoras.
- 5) Fomenta el debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

4.6 La agricultura orgánica en el mundo

Actualmente se estima en alrededor de 23 millones de hectáreas destinadas a producir alimentos orgánicos en el orbe, de las cuales 18 millones de hectáreas se encuentran distribuidas en siete países: Australia con 10.5 mill., Argentina 3.2 mill., Italia 1.2 mill., Estados Unidos 950 mil, Reino Unido 679 mil,

Uruguay 678 mil y Alemania con 632 mil. La importancia relativa de la agricultura orgánica en los países europeos, se ubica en promedio en 2.5 % a 3% de la superficie total. Aunque ya hay países como Suiza, Dinamarca, y Holanda en donde la proporción llega al 5–6%. Por su parte, Estados Unidos ha incrementado su superficie cultivada con productos orgánicos en más del doble durante la década de los 90's, presentando una tasa de crecimiento media anual de 20%. En Latinoamérica, además de Argentina segundo país líder mundial en superficie de manejo orgánico, Brasil y Chile cuentan con alrededor de 275 mil ha cada uno.

En los últimos años se ha registrado un gran dinamismo de las ventas mundiales de productos orgánicos cuya tasa media anual de crecimiento se ubican en el rango de 20 al 25%. Se estima que las ventas en el 2002 fueron entre 23,000 a 25,000 millones de dólares (MDD) y se espera que éstas superen los 31,000 MDD para el 2005. La Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO) coinciden en que los principales mercados demandantes de productos orgánicos se encuentran en Europa, Estados Unidos y Japón, países industrializados cuya población se caracteriza por sus altos ingresos (Gómez *et al.*, 2003).

4.7 Agricultura orgánica en México

Por su parte en México, la agricultura orgánica ha seguido la tendencia internacional y también se encuentra en gran expansión. La superficie bajo este régimen de producción ha pasado de 25 mil a más de 220 mil hectáreas en los últimos 10 años (Claridades agropecuarias, 2005).

4.7.1 Producción de tomate orgánico en México

4.7.2 Producción en campo

El rendimiento en la producción nacional de tomate orgánico es de 10 t ha⁻¹ (SAGARPA, 2005), sin embargo, si bien la cosecha es certificada, los rendimientos pueden aumentar, incrementando la relación beneficio-costos.

(Navejas, 2002 La producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur), pero si bien la cosecha es orgánica, los rendimientos son bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, garantizando rendimientos mucho más elevados, garantizando obviamente la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo, por lo que la obtención de un sustrato orgánico, evitaría los tres años o cinco de espera para la certificación, lo anterior coincide con lo citado por Castellanos *et al.* (2000).

Navejas (2002). También menciona que lo esencial contra la lucha de los insectos y enfermedades en los sistemas orgánicos, es la prevención y que en la actualidad hay productos permitidos por las normas internacionales de productos orgánicos, los cuales son todos a base de extractos vegetales.

4.7.3 Producción en invernadero

Márquez y Cano (2004) encontraron un rendimiento de tomate orgánico en invernadero de 89.64 t ha^{-1} , en composta mas arena sin fertilizar, donde superaron los rendimientos de tomate orgánico en campo en 8.96 veces

Tuzel y Yagmar (2003) mencionan que se obtienen rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 59 a 90 t ha^{-1} en otoño, mientras que en primavera se obtuvieron desde 126 a 162 t ha^{-1} .

Cabe señalar que la fertirrigación no es admitida en el manejo orgánico, debido a la aplicación de fertilizantes químicos (FAO, 2001; NOM.037 FITO, 1995; NOP, 2004); aunado a lo anterior, además de contaminar de agroquímicos el fruto, el costo de los insumos por éste rubro, incrementa considerablemente los costos de producción, mencionando Castellanos (2003) una erogación de \$118,000 pesos por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses.

4.7.4 Certificación de los productos orgánicos

Para que un producto se venda como orgánico, debe ser certificado por empresas especializadas, en México se encuentran la Quality Assurance Internacional (QAI) y la Oregon Tilth Certified Organic (OTCO), entre otras, las cuales cobran aproximadamente 100 y 25 dólar la hectárea, respectivamente; cabe señalar que la certificación es anual y contempla la revisión del aspecto administrativo como el de producción, incluyendo en algunos casos visitas

sorpresas (Gómez *et al.*, 1999). Los requisitos para los alimentos producidos orgánicamente difieren de los relativos a otros productos agrícolas en el hecho de que los procedimientos de producción son parte intrínseca de la identificación y etiquetado de tales productos, así como de las declaraciones de propiedades atribuidas a los mismos”.

Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO-(1995) “Sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una forma constructiva de forma que promueve vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluyendo microorganismos, flora del suelo y fauna, planta y planta: mejora y mantiene la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, recursos del agua y toda la vida en esta, en el que, el control de malezas, plagas y enfermedades es sin el uso de insumos de síntesis química industrial.”

V. COMPOSTA

5.1 Definición

La palabra COMPOSTA proviene del latín componere que significa mezclar. La composta es una biomasa digerida

El compostaje es el proceso biológico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia biodegradable, permitiendo obtener composta. La composta es un material para el suelo que mejora la estructura, ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

5.2 Importancia

A nivel mundial, todas las regiones enfrentan graves problemas por la gran cantidad de residuos que generan. De estos más del 40% son de origen orgánico y ésta es la grave causa que enfrentan los rellenos sanitarios. Sin embargo, hasta la fecha se ha establecido que la mayor parte de los residuos orgánicos pueden ser reciclados usándolos como fertilizantes o mejoradores del suelo. Por lo tanto, para reducir la degradación de los suelos. Se dice que en la naturaleza todo se recicla. Lo que sale de la tierra vuelve a ella de una manera u otra (en forma de cadáveres, excremento, residuos vegetales, etc). Y las lombrices y millones de microorganismos son los encargados de cerrar el ciclo de mantener la fertilidad del suelo. Las prácticas orgánicas utilizan recursos baratos y localmente disponibles y además ambientalmente más limpias (Peña-Cabriales *et. al.*, 2001).

5.3 principales beneficios de la materia orgánica

según Chaney *et al.* (1992) y Bohn *et al.* (1993) son:

incrementa la actividad biológica, aporta nutrientes, energía y hábitat para los microorganismos del suelo, actúa como reserva de nutrimentos, además, durante la descomposición de la materia orgánica se liberan macro y micro-nutrimentos.

Retiene nutrimentos en forma disponible, aporta cargas negativas a la CIC del suelo, donde puede retener nutrimentos y metales pesados que de otra manera se lixiviarían; favorece la estructura del suelo, actúa como agente cementante

de las partículas del suelo, formando agregados estables durante periodos de humedecimiento y secado. Incrementa la porosidad.

La formación de agregados mejora la porosidad del suelo, aumentando la retención en suelos arenosos y la permeabilidad en suelos arcillosos

5.4 Efectos positivos en el suelo

(Bulluck et al. 2002). Incremento en la fauna del suelo, reducción de organismos patógenos, Incremento en la densidad aparente, estabilización del pH, incremento de la capacidad de intercambio catiónico, disminución del lavado de nitratos, eliminación de patógenos y semillas de malezas por las altas temperaturas generadas por la actividad microbiana (Ingham 1998) y degradación de residuos de plaguicidas (Block 1998). No obstante, Shibahara et al. (1998) señala que la aplicación de un material que libera los nutrimentos lentamente tiene la ventaja de que reduce las perdidas por lixiviación y volatilización y constituye una fuente de nutrimentos a largo plazo.

VI. PLAGAS

6.1 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), mencionan lo siguiente:

6.1.1 Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas de los invernaderos.
- Limpieza de malas hierbas y restos de cultivos.
- No asociar cultivos en el mismo invernadero.
- No abandonar los brotes al final del ciclo, ya que los brotes jóvenes atraen a los adultos de mosca blanca.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas con un adherente.

6.1.2 Control biológico mediante enemigos naturales

Los principales parásitos de larvas de mosca blanca:

Trialeurodes vaporariorum. Fauna auxiliar autóctona: *Encarsia formosa*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Encarsia tricolor*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Encarsia formosa*, *Eretmocerus californicus*.

Bemisia tabaci. Fauna auxiliar autóctona: *Eretmocerus mundus*, *Encarsia transvena*, *Encarsia lutea*, *Cyrtopeltis tenuis*. Fauna auxiliar empleada en sueltas: *Eretmocerus californicus*.

6.1.3 Control químico

Belda y Lastre (1999), mencionan que para éstos homópteros son necesarios tratamientos con ésteres fosfóricos como metidatióon o con piretroides como Bioresmetrina y Permetrina: alfa-cipermetrina, *Beauveria*

bassiana, cipermetrina, malation, deltametrina. mencionan el uso de Buprofezin, Teflubenzuron imidacloprid, Metomilo lambda cihalotrin, metilpirimifos, metomilo + piridafention, piridaben, piridafention, tralometrina.

Avila (1989) reportó un control eficiente de *Bemisia tabaci* con Permetrina y Endosulfan sin embargo, la Permetrina es un producto que no se ha autorizado para el control de este cultivo en México.

6.2 Pulgón

Aphis gossypii (Sulzer) (HOMOPTERA: APHIDIDAE) y *Myzus persicae* (Glover) (HOMOPTERA: APHIDIDAE). Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos. Presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara (Infoagro, 2004).

Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

6.2.1 Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas con adherente.

6.2.2 Control biológico mediante enemigos naturales

- Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*.
- Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaicepes*.

6.2.3 Control químico

Belda y Lastre (1999) indican un control eficiente en invernadero a: Imidacloprid etiofencarb, acefato, cipermetrina, cipermetrina + azufre, metomilo, malation, deltametrina, endosulfan, endosulfan + metomilo.

6.3 Minador de la hoja

Liriomyza spp (DIPTERA: AGROMYZIDAE). 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

Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

6.3.1 Métodos preventivos y técnicas culturales

- Colocación de mallas en las bandas del invernadero.
- Eliminación de malas hierbas y restos de cultivo.
- En fuertes ataques, eliminar y destruir las hojas bajas de la planta.
- Colocación de trampas cromáticas amarillas con adherente.

6.3.2 Control biológico mediante enemigos naturales

Especies parasitoides autóctonas: *Diglyphus isaea*, *Diglyphus minoews*, *Diglyphus crassinervis*, *Chrysonotomyia formosa*, *Hemiptarsenus zihalisebessi*.

Opius dimidiatus (ashmead), *Chrysocharis parksi*(Crawford), *Ganaspidiatus utilis*(Beardsley) y *Dyrosigma pacifica* (Yoshimoto).

Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Diglyphus isaea*.

6.3.3 Control químico

Ingredientes activos: Avermectina B1 es muy efectivo en larvas, acefato, ciromazina, Naled pirazofos y piretroides. La lucha contra estos parásitos consiste en tratamientos con ésteres fosfóricos y piretroides de síntesis (Alpi y Tognoni, 1999).

6.4 Ácaro del bronceado

Aculops lycopersici (Masse) es una plaga exclusiva del tomate. Síntomas: Bronceado o herrumbre primero en el tallo y posteriormente en las hojas e incluso frutos. Evolucionan de forma ascendente desde la parte basal de la planta. Aparece por focos y se dispersa de forma mecánica favorecida por las altas temperaturas y baja humedad ambiental. Para alimentarse, con su estilete inyecta saliva y absorbe el contenido de la célula (Lacasa y Contreras, 1999).

Al principio los órganos afectados toman un aspecto verde aceitoso, luego las células vacías, llenan de aire, proporcionan tonos plateados que adquieren tonos bronceados antes de acartonarse y desecarse, los frutos afectados precozmente ven reducido su desarrollo y la superficie se cubre de una especie de roña de color marrón resquebrajándose el tejido epidérmico suberificado. Cuando las plantas infestadas se tocan entre sí el ácaro pasa de una a otra. Planta (Lacasa y Contreras, 1999).

Alpi y Tognoni (1999), mencionan lo siguiente:

6.4.1 Métodos preventivos y técnicas culturales

- Cuidar no dispersar la plaga mediante la ropa, calzado, etc.
- Eliminar las plantas muy afectadas.

6.4.2 Control químico

Materias activas: abamectina, aceite de verano, amitraz, azufre: coloidal, micronizado, mojable, molido, sublimado y micronizado. Dicofol, bromopropilato, diazinon, dicofol, endosulfan + azufre, permanganato potásico + azufre micronizado, tetradifon.

VII. ENFERMEDADES

7.1.1 Damping off o secadera de plántulas

Sánchez (2001) menciona que ésta 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. Esto obliga a efectuar labores de resiembra y afecta la programación de planteo; menciona además lo siguiente:

7.1.2 Sintomatología

Las plantitas pueden pudrir antes o después de la emergencia bajo alto contenido de humedad y lo cual ocasiona la muerte de estas. El síntoma mas característico se presenta en los tallos en donde las lesiones son en la base de

estos 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, a excepción de cuando el ataque es por *phytophthora*.

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).

7.1.3 Etiología y Epidemiología.

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

7.1.4 Control químico.

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

7.2 Tizón tardío

Sánchez (2001) menciona que ésta enfermedad es considerada la enfermedad más destructiva del tomate y la Papa. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápida y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos, añade lo siguiente:

7.2.1 Sintomatología

La enfermedad puede afectar rápidamente todos los tejidos aéreos de la planta. En las hojas aparecen manchas irregulares de tamaño variable. Las lesiones son primero de color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales, al haber humedad abundante, muestran filamentos de color blanquecino; después, las lesiones se tornan de color café y pueden invadir toda la lamina foliar. Esto provoca que pierda rigidez y que su pecíolo se doble hacia abajo; también los tallos y las ramas pueden ser afectados de la misma forma, y los frutos dañados presentan grandes manchas de color café rojizo que en ocasiones las cubren por completo.

7.2.2 Etiología y Epidemiología

El patógeno que causa esta enfermedad es *Phytophthora infestans*. Las esporas de este hongo, pueden ser diseminados a grandes distancias por el viento. El ambiente húmedo y fresco, días nublados y lluviosos, favorecen el desarrollo de esta enfermedad.

7.2.3 Control químico

La manera más efectiva de controlar el Tizón Tardío es diseñar un buen programa de aspersión de fungicidas basado en un sistema efectivo de pronóstico de la enfermedad. Algunos fungicidas preventivos que se usan son a base de Captafol, Clorotalonil, y Mancozeb. Después que se observan las primeras lesiones se deben de usar productos de acción sistemática; entre estos se mencionan a Metalaxil, Fosetil-Al, Cymoxanil, y otros.

7.3 Tizón temprano

Sánchez (2001) menciona que es una de las enfermedades más importantes del cultivo del tomate, debido a que puede afectarlo en cualquier etapa de su desarrollo, y es capaz de infestar cualquier órgano de la planta, desde la base del tallo, pecíolos, hojas, flores y frutos; añade lo siguiente:

7.3.1 Sintomatología.

Los primeros síntomas ocurren en las hojas mas viejas, y consisten en pequeñas lesiones irregulares color café oscuro, en cuyo interior se forman anillos concéntricos, debido a la resistencia que presenta la planta para detener el avance de la infección. Las lesiones pueden crecer hasta alcanzar 1.5 cm de diámetro o más.

Típicamente las lesiones se rodean de un color amarillo, debido a la producción de toxinas; y cuando las lesiones son numerosas, se pueden unir, destruyendo el tejido foliar, afectando la producción y calidad de la fruta. La enfermedad puede causar tizón de las flores, y las lesiones en tallos pecíolos y

frutos, normalmente muestran el patrón de anillos concéntricos; además, cuando envejecen, producen un polvillo negro que corresponde a las fructificaciones del hongo.

7.3.2 Etiología y Epidemiología

El agente causal del Tizón Temprano del tomate es el hongo *Alternaria solani*. El patógeno inverna en tejidos de cosecha que permanecen en el suelo, los conidios germinan a temperaturas entre 24-29 °C y ambiente húmedo o lluvioso; estos se diseminan fácilmente a través del aire y de la lluvia.

7.3.3 Control

El método de control más efectivo está basado en la aplicación oportuna de fungicidas preventivo. Algunos de los productos más utilizados son Captofol, Captán, Clorotalonil y Mancozeb.

VII. OTRAS ALTERACIONES

8.1 Golpe de sol

Se produce como una pequeña depresión en los frutos acompañada de manchas blanquecinas. Ocurre cuando se expone a los rayos directos después de un desarrollo sombreado. (Blancard, 1996).

8.2 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).

8.3 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).

IX. MATERIALES Y MÉTODOS

9.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.

La región lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México. Se encuentra ubicada entre los meridianos $101^{\circ} 40'$ y $104^{\circ} 45'$ de longitud Oeste, y los paralelos $25^{\circ} 05'$ y $26^{\circ} 54'$ de latitud Norte. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las tres áreas agrícolas, así como las áreas urbanas. La temperatura promedio en los últimos 10 años es de una máxima de 28.8°C ., una mínima de 11.68°C y una temperatura media de 19.98°C (CNA, 2002).

9.2 Localización del experimento.

Durante el ciclo 2005 – 2006, se inicio en el mes de julio y concluyo en el mes de marzo, dentro de las instalaciones del invernadero de la Universidad

Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, ubicada en periférico y carretera Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.

9.3 Forma del Invernadero.

La forma del invernadero es semicircular, con estructura completamente metálica, cubierto con una 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 los sensores, las macetas cuentan con un sistema de riego que esta programado para dar dos riegos por día, la superficie del invernadero es de 180 m².

9.4 Material composta

La composta se obtuvo a partir de estiércol bovino, el cual estuvo durante un periodo de aproximadamente 3 meses. Este tipo de estiércol se obtuvo del ganado vacuno que se encuentra en la pequeña propiedad de "Ampuero" que están estabulados y que reciben una dieta de forraje verde (alfalfa) y sales minerales para el metabolismo del mismo.

Cuadro 9.1 Composición del análisis químico de la composta, té de composta, arena y agua.

Descripción de la muestra	Composta	Té a las 24 hrs.	Té a las 48 hrs.	arena	agua
Materia Orgánica %	28.93A	0.14 EP	12 EP	0.12	
Nitrógeno (NO ₃) ppm	118.28 A	219.0 A	188.4 A	1.16	
Fósforo total (P) ppm	42.00 A	18.26 M	16.26 M	11.2	
Potasio (K) ppm	614.6 A	230.0 A	178.0 A	102.5	0.12
Hierro (Fe) ppm	7.79	0.49	0.56		
Cobre (Co) ppm	4.93	0.13	0.48		
Zinc (Zn) ppm	5.12	0.19	0.24		
Manganeso (Mn) ppm	4.29	0.08	0.06		
Magnesio (MC) ppm	7.03	1.32	1.51	0.38	1.6
Calcio Meq/Lts.	33.21	26.01	20.26	2.35	4
Conductividad eléctrica (mscm-1)	6.71 MS	4.24 MS	4.09 MS	0.65	1.21
pH	8.56 FA	7.83 MA	8.38FA	8.1	7.16
Carbonatos totales. %	26.50	3.95 B	3.80 B		
Sulfatos meq/litro	36.53	26.24	21.77		
Bicarbonatos meq/litro	8.78	8.96	7.41		

9.5 Llenado de macetas.

El llenado de macetas se realizo de la siguiente manera:

a).- tratamientos: 1).- para el testigo llenamos la maceta al 100% de arena pura fertilizado con fertilizantes convencionales. 2).- se hizo la mezcla de 50% de arena y 50% composta la cual llenamos ala máxima capacidad de la maceta fertilizado con te de composta diluido mezclando 6 Lt de te de composta pura por 14 lts de agua. 3) se hizo la mezcla de 50% de arena mas 50% de composta de la cual llenamos hasta la mitad de la capacidad de la maceta sin añadir fertilizante únicamente los riegos diarios con pura agua que se daban en el sistema. Tanto tratamientos como genotipos estarán sujetos a la evaluación dentro del invernadero.

9.6 Genotipos.

Los híbridos de tomate evaluados para este proyecto fueron: red chief y el hibrido que lleva por nombre px01636262, con una parcela experimental de 18 macetas por tratamiento, en una superficie de 180 M².

9.7 Diseño experimental.

El diseño experimental que fue utilizado en este experimento es un factorial completamente al azar con arreglo factorial de dos factores que son:

a).- genotipos: 1.- red chief y 2.- px01636262. Y b) tratamientos, 1.- testigo con

fertilización tradicional. 2.- relación arena composta 1:1 a la máxima capacidad de la maceta mas te diluido. 3.- relación arena composta 1:1 a la mitad de la maceta regado con agua pura de los riegos que se dan en el sistema.

El análisis estadístico se realizó por separado para cada uno de los dos genotipos.

9.8 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 julio del 2005 y se transplanto en bolsas de plástico negro con una capacidad de 20 kg, el día 3 de septiembre del mismo año. La arena fue previamente tratada con bromuro de metilo y cernidas para eliminar los fragmentos de piedra. El día de trasplante se llenaron a la mitad de su capacidad y posteriormente se aporco completamente hasta llenar la maceta para el caso del tratamiento de agua pura sin fertilización adicional. Y la sometida con te diluido, estas si se llenaron por completo durante el llenado de bolsas al igual que el testigo.

9.9 Fertirriego

La composición de la solución nutritiva que se utilizó fue la recomendada por Zaidan y (1997) utilizando fertilizantes orgánicos aprobados por INFOAM.

CUADRO: 9.2 Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm).
(Zaidan, 1997).

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100 – 120	40 – 50	150 – 160	100 – 120	40 – 50
Floración y cuajado	150 – 180	40 – 50	200 – 220	100 – 120	40 – 50
Inicio de maduración y cosecha	80 – 200	40 – 50	230 – 250	100 – 120	40 – 50
Época calurosa (Verano)	130 - 150	35 - 40	200 - 220	100 - 120	40 - 50

De esta solución se aplicaban 250 ml por maceta

Los riegos aplicados para el sustrato arena al 100%, se aplico 2 litros de agua por maceta dividido en tres riegos.

Cuadro (9.3) Fertilizantes empleados para la Solución nutritiva en la fertirrigación del cultivo de tomate en el sustrato testigo bajo condiciones de invernadero, en sus diferentes etapas fonológicas. UAAAN-UL, 2005-2006.

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

La cantidad en gramos de estos fertilizantes fueron diluidos en 18 lts de agua.

X. MANEJO DEL CULTIVO.

10.1 Poda.

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, eliminando los brotes axilares cuando estos presentaban de 3 a 5cm de longitud, esta practica se llevo acabo teniendo un gran cuidado en el corte de los brotes utilizando para ello unas tijeras remojándolo acada corte con una solución de cloro con agua para evitar problemas fitosanitarios; el desbrote debe realizarse de abajo hacia arriba para no perder la guía principal por un error. Durante la fructificación en el punto rosado de los primeros frutos se procedió a deshojar, eliminando las hojas que quedaban por debajo del racimo. La poda apical se realizó una vez que se completo el numero de racimos que se pretendía evaluar esto sucedió al octavo racimo.

Tutorado.

Las plantas fueron conducidas mediante hilo de rafia cuando alcanzo una altura de 30cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y frutos se pongan en contacto con el suelo, una ves que las plantas alcanzaron una altura de 1.60 m fueron bajadas a 1.40 m, esto con la finalidad de tener un mejor manejo para la polinización.

10.3 Polinización.

El 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 3 a 5 segundos, hasta que se observara visualmente el desprendimiento del polen.

10.4 Control de plagas y enfermedades.

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 estas, desde las charolas hasta la cosecha. La plaga que se presento fue la mosca blanca, a los 42 días después de la siembra. Las enfermedades presentadas fueron cenicilla, que se presento a los 95 días después de la siembra, fusarium, que se presento a los 84 días antes de la siembra y cladosporium que se presento a los 94 días después de la siembra, ambas enfermedades y plagas fueron controladas con

fungicidas y plaguicidas orgánicos como son: Sedric (4-6L/Ha), Abakob (1L/ha), Bio F Y B (2L/HA), KILL-NEEM (4 a 6 L / ha), Nutri-Germen.(), Bioinsect. (4 a 6 L /ha), Biocrack (2 L/ ha).

10.5 Aplicación de composta

La primera aplicación se realizó, durante el inicio de la cosecha de los primeros frutos periodo crítico por el cual la planta necesita más nutrientes y la última aplicación se llevó a cabo en plena producción, con esto la maceta quedó al 100% de su capacidad, regado únicamente con agua sin añadir ningún tipo de fertilizantes.

10.6 Cosecha.

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

10.7 Variables evaluadas en tomate

Las variables evaluadas fueron: rendimiento total, altura, número de hojas, clorofila, diámetro de tallo, número de fruto, peso seco de tallo y de raíz y en calidad de fruto se consideraron frutos < 100 g en peso (peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial, sólidos solubles, espesor de pulpa, y número de

loculos). Para medir el peso del fruto se utilizó una báscula digital con capacidad de 0.005 a 5000 g. Los diámetros polar y ecuatorial se midieron con un vernier lo mismo para el diámetro del tallo, midiendo la distancia entre el pedúnculo y la cicatriz floral, y el ancho del fruto. El número de lóculos se evaluó contando las cavidades. En espesor de pulpa se midió la parte carnosa del fruto con una regla milimétrica, tomando el dato en centímetros. Los sólidos solubles se midieron colocando jugo del fruto directamente en el refractómetro y tomando la lectura en grados Brix.

10.8 Análisis estadísticos.

Para las variables altura y clorofila se determinaron ecuaciones de regresión. En el caso de rendimiento y calidad y 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).

XI. RESULTADOS Y DISCUSIONES

11.1 Rendimiento

Para la variable rendimiento hubo diferencia altamente significativa en los tratamientos ($p > 0.001$). No presentándose diferencia significativa en los genotipos ni en la interacción tratamiento por genotipo; teniendo una media de 199.06 ton/ha. Y un coeficiente de variación de 25.4%. se presentó un mayor rendimiento el T1 (testigo) con 221.2 ton/ha y el de menor producción fue el T3 con 146 ton/ha. Resultados muy diferentes con los obtenidos por (Ramírez 2006) evaluando otros genotipos con tratamientos similares en cuanto al T1 testigo superó con 275.2 ton/ha. Pero estos resultados superan a los obtenidos por Márquez y Cano (2004) quien evaluando sustratos y genotipos con manejo orgánico reportando un rendimiento para el testigo de 114.5 y para el sustrato 50% composta con 71.8 ton ha⁻¹.

Cuadro no: 1 interacción para la variable **rendimiento total**.

TRATAMIENTOS	GENOTIPOS		
Rendimiento	Red chief	Px01636262	Media
1	214.4	230.0	221.2 ton/ha.
2	211.3	199.1	205 ton/ha.
3	125.7	166.4	146 ton/ha.
media	191	206.4	

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción sea exitosa bajo invernadero se deben producir 100 ton/acre por año es decir 200 Ton/Ha por año. En el presente trabajo el rendimiento obtenido fue de 221 ton ha⁻¹ en el testigo y 205 ton/ha en el T2 en ocho meses lo cual concuerda con dichos autores.

11.2 DESARROLLO VEGETATIVO

11.2.1 Altura de planta

En esta variable se muestra diferencia altamente significativa en tratamientos ($p > 0.001$), en cambio en genotipos e interacción no se muestra diferencia significativa. Teniendo una media de 249.2 cm y un coeficiente de variación de 10.3%. el tratamiento de mayor altura fue el T1 con 264.2 cm y el de menor altura fue el tratamiento T3 con 204.4cm. Resultados similares al de Aguilar (2003) quien obtuvo una media de 249.3 evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero sin calefacción ni sistema de control de temperatura.

11.2.2 Numero de frutos

En esta variable hubo diferencia altamente significativa en los tratamientos ($p > 0.001$) y diferencia significativa en los genotipos; mientras que en la interacción TxG, no presentó diferencia significativa. Se obtuvo una media de 27.4 y un coeficiente de variación de 18.0%. Resultados semejantes los encontrados por García (2006). Quien reporto una media de 28 frutos /planta. Se encontró un mayor numero de frutos en los tratamientos T2 (fraccionado con te diluido) y T1 (testigo), con medias de 29 y 28 respectivamente y el de menor

numero de frutos fue el tratamiento T3 (fraccionado sin fertilizante) con 23 frutos.

11.2.3 Clorofila

En esta variable no se presentan diferencias significativas tanto en tratamientos como en genotipos, mientras que en la interacción T X G si muestra diferencia significativa, donde se presenta una media de 43.9 y un coeficiente de variación de 12.2%. El tratamiento con mayor clorofila fue el tratamiento T3 con el genotipo red chief 50% y el de menor lo presenta el tratamiento T2 con red chief 38.8%.

11.2.4 Numero de hojas

Esta variable no presenta diferencias por lo que se puede deducir que son estadísticamente iguales.

Cuadro: 2 interacción de **Atura de planta, numero de frutos, clorofila y numero de hojas** de dos genotipos de tomate en la aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero en el periodo Julio – Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

TRATAMIENTOS	GENOTIPOS		Media
	Red chief	Px01636262	
Altura de planta			
1	271.2	257.2	264.2 cm.
2	266.5	246.7	256.6 cm.
3	217.2	191.7	204.4 cm.
media	256.6	241.9	
Numero de frutos			
1	30	27	28 a
2	30	29	29 a
3	26	20	23 b
media	29 a	25 b	
clorofila			
1	41.6	45.6	43.6
2	38.8	44.6	41.7
3	50.0	43.5	46.7
media	43.5	44.6	
Numero de hojas			
1	36	35	36
2	41	36	39
3	34	35	34
media	37	35	

11.3 CALIDAD DE FRUTO

11.3.1 Peso del fruto

Esta variable presentó diferencia altamente significativa ($P > 0.001$) en tratamientos, así como también en los genotipos; mientras que en la

interacción TXG no presenta diferencia significativa. El cual presenta una media de 202.7gr y un coeficiente de variación de 21.3%. El tratamiento que presentó mayor peso fue el testigo T1. con 227.1gr y el de menor peso lo presentó el T3 fraccionado sin fertilización con 167gr respectivamente. El genotipo de mayor peso fue línea con 215 g por 174g de red chief.

Los resultados obtenidos superan a los obtenidos por Hernández (2003), quien evaluó genotipos de tomate bajo condiciones de invernadero, en el cual obtuvo una media de 136.4 g, tampoco concuerda con los citados por Rodríguez (2002) que tuvo una media de 111.1 g.

11.3.2 Espesor de pulpa

Esta variable no presenta ninguna diferencia significativa; por lo que se deduce que son estadísticamente iguales.

11.3.3 Sólidos solubles

Esta variable se encuentra diferencia altamente significativa ($p > 0.0001$), en los tratamientos; mientras que los genotipos y la interacción TXG no presentan diferencias significativas. Se obtiene una media de 4.3° y un coeficiente de variación de 9.09%.

Se presentó un mayor rango de grados brix el tratamiento T3 fraccionado sin fertilización con 5.1° brix y el de menor porcentaje lo presentó el testigo T1 con 3.6° brix.

11.3.4 Número de loculos

Esta variable no presenta diferencia significativa en los tratamientos, pero si presenta diferencia altamente significativa entre los genotipos (0.0001), mientras que en la interacción tampoco presenta diferencia significativa. Teniendo una media de 5.51 y un coeficiente de variación de 15.07%. Resultados que superó al de (Ramírez, 2006) con una media de 4 loculos por fruto. Evaluando 2 genotipos en invernadero con sustratos orgánicos.

Cuadro: 3 interacciones de la calidad del fruto de tomate **peso de fruto, espesor de pulpa, sólidos solubles (brix), y numero de loculos.** De dos genotipos de tomate en la aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero en el periodo Julio – Marzo (2005 –2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

TRATAMIENTOS	GENOTIPOS		
Peso del fruto	Red chief	Px10636262	media
1	200.3	254	227.1
2	176.4	203.4	190
3	147	187.1	167
media	174	215	
Espesor de pulpa			
1	0.81	0.80	0.80
2	0.77	0.77	0.78
3	0.77	0.69	0.73
media	0.78	0.75	
Sólidos solubles			
1	3.6	3.6	3.6
2	4.6	4.7	4.7
3	5.3	4.9	5.1
media	4.5	4.4	
Numero de loculos			
1	5	6.1	5.5
2	5.3	5.4	5.3
3	4.7	6.1	5.4
media	5	6	

11.3.5 Diámetro ecuatorial

Esta variable presenta diferencia altamente significativa ($p > 0.0001$) en los tratamientos así como también los genotipos, mientras que en la interacción TXG no presenta diferencia significativa. Se presenta una media de 7.24 y un coeficiente de variación de 6.82%. el tratamiento con mayor diámetro polar lo presento el T1 con 7.6 cm. y el de menor diámetro lo presento el tratamiento T3 con 6.7 cm. Estos resultados fueron superados por (Lara, 2006) quien reporta una media de 7.5 cm. evaluando sustratos orgánicos; pero similares a los encontrados por (Rodríguez et al, 2005) evaluando sustratos orgánicos quien reporta una media de 7.3 cm.

11.3.6 Diámetro polar

Esta variable presenta diferencia altamente significativa ($p > 0.0001$) en los tratamientos, mientras que en los genotipos y la interacción TXG no presenta diferencia significativa. Obteniéndose una media de 6.01 y un coeficiente de variación de 5.0%. Los resultados obtenidos son: mayor diámetro polar el T1 con 6.2cm, y el de menor el T3 con 5.7cm. Estos resultados difieren a los obtenidos por (Lara, 2005) y (García, 2006). Quienes reportan 6.9 y 5.7 respectivamente.

11.4 MATERIA SECA

11.4.1 Peso seco del tallo

Esta variable no presenta diferencia significativa tanto en tratamientos como en genotipos; mientras que la interacción TXG si presenta diferencia

significativa. Presentando también una media de 80.51 y un coeficiente de variación de 19.10%. Obteniéndose un mayor peso en el tratamiento T1 con 83.5 Kg. y el de menor peso lo presento el tratamiento T3 con 70.6 kg.

11.4.2 Peso seco de raíz

No se presentan diferencias significativas tanto en tratamientos como en genotipos ni en la interacción por lo que podemos decir que son estadísticamente iguales. Se presenta una media de 54.45 y un coeficiente de variación de 39.06%. el tratamiento con mayor peso de raíz lo presento en el tratamiento T2 con 67.0 Kg. y el de menor peso lo presento el tratamiento T1 con 46.8 kg.

Cuadro: 4 interacción de **diámetro ecuatorial, diámetro polar, peso seco del tallo y peso seco de raíz.** de dos genotipos de tomate en la aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero en el periodo Julio – Marzo (2005 –2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

TRATAMIENTOS	GENOTIPOS		media
	Red chief	Px01636262	
Diámetro ecuatorial			
1	7.3	7.9	7.6
2	7.0	7.2	7.1
3	6.2	7.2	6.7
media	6.8	7.4	
Diámetro polar			
1	6.2	6.3	6.2 a
2	6.0	5.9	5.9 b
3	5.8	5.7	5.7 b
media	6	6	
Peso seco de tallo			
1	81.6	85.4	83.5
2	81.9	75.4	78.7
3	90	52	70.6
media	84.3	70.9	
Peso seco de raíz			
1	53.8	39.8	46.8
2	71.0	63.0	67.0
3	50	51.6	50.5
media	60.8	49.3	

11.4.3 Diámetro del tallo

Esta variable presento diferencias altamente significativas ($p > 0.001$) entre los tratamientos y también en la interacción TXG, mientras que los genotipos presentaron diferencia significativa. Obteniéndose una media de 1.4 y un coeficiente de variación de 10.8%. Estos resultados no varían mucho a los encontrados por (Lara, 2005). Quien reporto una media de 1.2 cm. en tomate orgánico bajo invernadero.

El tratamiento de mayor diámetro lo fue el T1 con 1.5 cm, y el de menos lo presento el T3 con 1.1cm.

Cuadro: 5 interacción de tratamientos y genotipos para la variable **diámetro de tallo**.

TRATAMIENTOS	GENOTIPOS		
	Red chief	Px01636262	media
Diámetro del tallo			
1	1.5	1.5	1.5 a
2	1.5	1.2	1.3 b
3	1.2	1.2	1.1c
media	1.4 a	1.3 b	

11.4.4 Diámetro de la base

Esta variable no presenta diferencias significativas tanto en tratamientos, genotipos ni en la interacción por lo que se puede decir que son estadísticamente iguales.

tratamientos	Red chief	Px01636262	media
1	1.2	1.1	1.2
4	1.1	1.1	1.1
6	1.2	1.1	1.1
media	1.2	1.1	

XII. Conclusión

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

Para la variable rendimiento se presentó diferencia altamente significativa en tratamientos el de mayor rendimiento fue el T1 con 221.2 ton/ha y el menor fue el T3 con 146 ton/ha.

En cuanto al desarrollo vegetativo se presentó diferencia altamente significativas en tratamientos en las variables altura de planta y número de frutos siendo el T1 el de mayor y el T3 el de menor altura, mientras que el mayor número de frutos se presentó en los T2 y T1 y el T3 el menor. La variable clorofila presentó diferencia altamente significativa en la interacción TxG, en el número de hojas no se presenta ninguna diferencia.

En la calidad de fruto se presentó diferencia altamente significativa en tratamientos las variables sólidos solubles y diámetro polar. El T3 fue el de mayor sólidos solubles y el T1 el de menor. En tanto el mayor diámetro polar se presentó en el T1 y el T3 el de menor. También se presentó diferencias altamente significativas tanto en tratamientos como genotipos las variables peso de fruto y diámetro ecuatorial. Donde el T1 fue el de mayor y el T3 el de menor

peso de fruto los mismos tratamientos también para el diámetro ecuatorial. La variable número de loculos presenta diferencia altamente significativa en genotipos siendo red chief el mayor y línea el de menor. Y por último el espesor de pulpa no presenta ninguna diferencia.

En materia seca el peso seco de raíz no presenta ninguna diferencia en tanto el peso seco de tallo presenta diferencia altamente significativa en la interacción destacándose el genotipo red chief en el T3.

La variable diámetro de tallo presenta diferencia altamente significativa en tratamientos y en interacción, mientras que los genotipos presentan significancia. Donde el T1 es el de mayor y el T3 el de menor diámetro.

Por todo lo anterior se llega a una conclusión concreta de que el tratamiento que sirvió como testigo si es redituable porque los rendimientos son mas elevados en comparación con los otros tratamientos; pero en esta producción no se cumplió con la norma de °brix que este debe tener por lo que no seria aceptado para la comercialización en fresco. Por otro lado el T3 (fraccionado sin fertilizantes) contrariamente no se obtuvo el rendimiento que según Cotter y Gómez (1981) deben ser 200 Ton/Ha por año para que el cultivo en invernadero sea rentable mientras que si se obtiene los °brix deseados. Así pues el tratamiento recomendado para producir bajo invernadero cumpliendo con todas las expectativas tanto en rendimiento y calidad es el T2 (arena composta mas te diluido).

XIII. Resumen

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es en la actualidad la hortaliza más cultivada en el mundo, además es el cultivo más intensamente explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción y su alto consumo. En la actualidad los consumidores sobre todo en los países altamente desarrollados han mostrado un gran interés en saber el origen y la manera de cómo fueron obtenidos los alimentos que día con día llevan a su mesa y si son confiables o traerán secuelas en la salud. Lo anterior obliga a encontrar modos de producción apegados lo más cercano posible a la no aplicación de químicos, siendo uno de los caminos la agricultura orgánica.

Por todo lo anterior el presente trabajo tuvo la finalidad de producir tomate orgánico esperando obtener buenos resultados en calidad y rendimiento poniendo énfasis en la aplicación gradual de la mezcla de arena-composta al 50 y 50% en diferentes estados fisiológicos del cultivo sin fertilizar. Con la finalidad de obtener un paquete tecnológico que sea recomendado para producir tomates en la comarca lagunera. El estudio fue realizado en la UAAAN Unidad Laguna, Torreón Coahuila, durante el ciclo 2005-2006, Los tratamientos fueron distribuidos con un diseño completamente al azar, con arreglo bifactorial de 3 x 2, identificando los tratamientos como factor A) red chief y px01636262 y a los genotipos como factor B : Los tratamientos evaluados fueron: 1) arena 100% + fertilizantes inorgánicos, 2) mezcla arena-composta (50:50%) + té de composta diluido. 3) mezcla de arena-composta (50:50%)+ a la mitad de la capacidad de la maceta posteriormente se aplicaron en dos periodos diferentes

de la producción otros 25% de la mezcla. La siembra se realizó el 28 de julio, en charolas germinadoras de 200 celdillas, el sustrato para germinación se utilizó peat Most, el trasplante se realizó el 3 de septiembre del 2005 en macetas de 18 L, la arena fue previamente desinfectada con agua y cloro al 5 %. Las variables evaluadas fueron: en desarrollo vegetativo (altura de planta, número de hojas, número de frutos y diámetro de tallo) materia seca (raíz y tallo., en calidad de frutos (peso de fruto, sólidos solubles, espesor de pulpa, diámetro polar, ecuatorial y número de loculos.) rendimiento total y clorofila.

Los resultados fueron los siguientes en cuanto a rendimiento los valores más altos fueron los del testigo mientras que los valores de °brix fueron muy bajos.

El tratamiento con te diluido tuvo los mejores valores en rendimiento y calidad.

El tratamiento fraccionado tuvo el valor más bajo en rendimiento, pero fue el que mayor calidad presentó ya que los sólidos solubles obtenidos son muy buenos para fines comerciales.

XIV. BIBLIOGRAFÍAS

- Alpi, A. y Tognoni, F. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ED. Ediciones Mundi-prensa. Madrid, México pp 76 – 77.
- Anderlini, R. 1996. El cultivo del tomate 3ª ed. Editores Mundi-Prensa, México.
- Anónimo 2004. El tomate cherry. <http://www.carchuna-spa.com/document1.html>.
- Ansorena M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. p 107, p 109.
- Asaf, A. 1990. Fertirrigation in greenhouses on sand dunes. Proceedings 5th International conference on irrigation, Tel Aviv, Israel. Pp 79-87.
- Avidan, A. 1998. Fertigation in vegetables. Gan, Sade ve – Meshek June 1998: pp. 25-48.
- Avila, J. 1989. Evaluación de nueve tratamientos con insecticidas para control de Bemisia tabaci en Chile. XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos, Méx. Pág. 351.
- Belda, J. E. y Lastre, J. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Pp1-9.
- Berenguer, J.J. 2003. Manejo del cultivo del tomate en invernadero. En: curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. (Eds) Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Block, D. 1998. Degrading PCB's through composting. Biocycle 39(12):45-48.
- Bohn, H.L., McNeal, B.L. and O'Connor, G.A. 1993. Química del suelo. Ed Limusa. México, D.F.

- Bulluck, L.R; Brosius, M; Evanylo, Gk; Ristaino, JB. 2002. Organic and synthetic fertility amendments influence soil microbial physical and chemical properties on organic and conventional farms. *Applied Soil Ecology* 19:147-160.
- Bargueño, C. H., 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero. Diapositivas. En: memorias del primer simposio nacional de técnicas modernas en producción de tomate, papa y otras solanáceas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Castellanos J. Z. 2003a. Manejo de la fertirrigación en suelo. p.109-129. En: Muñoz J.J.-Ramos y J.Z. Castellanos (Eds). manual de producción hortícola en invernadero. INACAPA. México.
- Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; Pp: 191-211. En: F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del Tomate*. Editorial 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.
- 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.
- Chaney, D.E., Drinkwater, L.E. AND Pettygrove, G.S. 1992. Organic soil amendments and fertilizers. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Publication 21505. 36p.
- Claridades agropecuarias. 2005. La agricultura orgánica en el mundo. Pp. 4-5.

- Cockshull, K. E. 1988. The integration of plant physiology with physical changes in the greenhouse climate *Acta Hort.* 229. pp. 113- 123.
- Cotter, D. J., and Gomez, R.E. 1981. Cooperative extension service. 400 H11 pp. 4. U. New México, USA.
- EDUSAT. 2003. Agricultura orgánica. Transmitida el 24 de Abril. Canal 18. Telesesión No. 8. INCA-RURAL
- .FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia.
- Ferreira C. C. 2004. 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>.
- Figueroa, V. U. y J. A. Cueto W. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. In: Memoria del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. 15 Octubre. Torreón, Coahuila, México. pp. 2-20.
- FIRA. 2003. Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, D. F.
- Fonseca E. 2006. Producción de tomates en invernadero. Congreso internacional de invernaderos Nuevo León 2006 PG 1-7.
- Francescangeli, N. 1998. La humedad del aire del invernadero. Artículo de difusión. Estación Experimental Agropecuario San Pedro Buenos, Aires, Argentina.

- García, C., R. 1996. Vermicomposta e inoculación micorrizica en maíz y cebolla cultivados en tepetate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Suelos. Chapingo, México.
- García, V. G. (2006). Evaluación de genotipos de tomate con fertilización bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad autónoma agraria Antonio narro unidad laguna. Torreón Coah. Méx.
- Garza, L. J. 1985. Hortalizas cultivadas en México, características botánicas. Depto. De fitotecnia, UACH. Chapingo, México.
- Gómez, C., Schwentesius R; Gómez T.L; Arce C.I; Quintero M.M; Y. Morán V. 2000. Agricultura Orgánica de México, datos básicos. México. SAGAR, UACH. Chapingo, México. 46 p.
- Gómez, C.,M. A., Gómez T. L. y Schwenteius R. R. 2003. México como abastecedor de productos orgánicos. Comercio exterior, Vol. 53, Num. 22, Febrero 2003.
- Hernández, S. I (2003) Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Torreón, Coahuila.méxico.
- 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.
- Infoagro. 2004. Control climático en invernaderos. Consultado el día 28 de Octubre de 2005. Control climático en invernaderos http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/control_climatico2.asp

- Ingham, E. 1998. Replacing methyl bromide with compost. *Biocycle* 39 (12):80-82.
- Johnson H., Jr. Y C. Rock R. 1995. Extension Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences December.
- Lacasa, A. Y j. Contreras. 1999. Las plagas. , Pp: 401-409. En: F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- Lara, H. A. 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía *Terra*.17 (3).pp. 221-229.
- 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.
- Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlan, Jalisco, México
- Macilwain, C. 2004. Organic: is it the future of farming. *Nature* 428:792-793.82.
- 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.
- Moreno, I. T. 2002. Cultivo de hortalizas sin suelo. Instituto nacional de empleo centro de formación profesional ocupacional de horticultura. C/Remata

s/n CP. 04407/ Almería, España. Telefax: (34) 950244833.
morenote@Wanadoo.es

- Muñoz, R. J. J. 2004. El cultivo del tomate en invernadero. p. 226-262. En: Muñoz-Ramos, y J.Z. Castellanos (Eds). Manual de producción hortícola en invernadero. INCAPA. México.
- Navarro, G. M. 2002. Nutrición Vegetal Balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. En: Memorias del segundo Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo, Coahuila, México. 7 -11 de octubre.
- Navejas J. J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRNO. Desplegable técnica No. 5
- Nuez, V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- O'keeffe-Swank, K. 2004. Coctel de soluciones. Productores de hortalizas. Septiembre de 2004. Año 13. No. 9. p. 38.
- 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.
- Peña-Cabriales, J.J., Grajeda-Cabrera, O.A. and Vera-Nuñez, J.A. 2001 Manejo de los fertilizantes nitrógenados en México: uso de las técnicas isotópicas (^{15}N). Terra, 20: 51-56.
- Pickering, JS; Kendle, AD; Hadley,P. 1998. The suitability of composted green waste as an organic mulch; effects on soil moisture retention and surface temperature. Acta horticulture 469:319-324.

- Quintero, S. R. 2000. El cultivo del aguacate orgánico en México. Curso internacional para inspectores orgánicos IFOAM/BIOAGRICOOOP. Volumen I. Ex Hacienda Caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Fundación Produce Michoacán y SAGARPA.
- Ramírez E, L A. 2005. Tiempo de aplicación de vermicomposta en cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum mill.*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. U. A. A. A. N. U. L. Torreón Coahuila.
- Resh, H. M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España.
- Rhoades, J. D. y J. Loveday. 1990. Salinity in irriated agriculture in: irrigation of agricultural. Crops. B.A. Stewars and D.R. Nielsen (Edi.) ASA-CSAA-SSSA, Madison, WI. Pp.1089-1142
- 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. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculntum Mill.*) bajo condiciones de invernadero en otoño-invierno en la Comarca Lagunera. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila.
- Rodríguez, *et al*; 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.

Romero, A. R, T. Soria y J. Cuartero. 1999. Humificación ambiental del invernadero como técnica para mejorar el estado de las plantas de tomate cultivadas con agua moderadamente salinas. Estación Experimental la Mallorca. In: VI Congreso Hispano Luso de Fisiología Vegetal. Pp. 1-39.

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

Sade, A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones generales. Rejovot, Israel. pp.143.

SAGARPA. 2002. Resumen Agrícola Región Lagunera. Delegación en la Región Lagunera, sub.-delegación de Planeación y Desarrollo Rural. Torreón, Coahuila.

SAGARPA, 2005 Resumen agrícola de la región Lagunera durante el 2005. En: Resumen Económico El Siglo de Torreón Comarca Lagunera 2005. Gewin, V. 2004.

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. Pp. 45.

- Sánchez, C. M. 2001. Manejo De enfermedades del tomate. In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara, Jalisco, México. Pp 22-39.
- SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N:C: United States of America.
- Schlermeler, Q., 2004. Organic World View. *Nature* 428: 794-795.
- Shibajara, F.; Shigekazu, Y.; Inubushi, K. 1998. Dynamics of microbial Biomass Nitrogen as Influenced by Organic Matter Application in Paddy fields. *Soil Science and plant Nutrition*. 444 (2): 167-178.
- Stevens, M. A. y Rick, C. M. 1986. Genetics and breeding. En: "Atherton, J. G. and Rudich, J." (Eds) *The tomato crop*. Chapman and Hall, London, New York, pp. 35-102.
- Tello, M., J. y Del Moran de la V. J. 1999. Enfermedades no virosas del tomate. Pp525-567. En: F. Nuez (Ed.) *El Cultivo del Tomate*. Editorial Mundi-Prensa México.
- Tiscornia, J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial albatros, Buenos Aires Argentina. Pp 7-9.
- Toyes, A., R. S. 1992. La agricultura orgánica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los cabos, Baja California Sur. México. Tesis Profesional. Universidad de Baja California Sur. 145 p.
- Tuzel, Y. y Yagmar G. B. 2003. Organic tomato produced under greenhouse conditions. (En línea). http://www.actahort.org/books/614/614_114.htm Consulta: 2 de marzo del 2004.

Valadez López, A. 1997. Producción de hortalizas. Editorial Limusa. México.
pp 197-211.

Van Haef J. N. M. 1998. Tomates. Manual para la educación agropecuaria.
Producción vegetal. Trillas México. (Reimpreso 1990)

Zaidan, O. y A. Avidan, (1997). CINDACO. Curso Internacional de hortalizas.
Shefayim, Israel.

Zamorano, U. J. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en
México. Claridades agropecuarias. p. 3-4.

XV. APÉNDICE

Cuadro: A1 análisis de varianza para la variable **cosecha o rendimiento** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero, durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	65268.9	32634.4	12.76	0.0001 **
64Genotipo	1	3651.8	3651.8	1.43	0.2366 NS
TxG	2	5972.9	2986.5	1.17	0.3177 NS
Error	63	161133.15	2657.7		
Total	68	235187.24			
C.V (%)	25.40				
Media	199.06				

** : Altamente significativo NS: no significativo

Cuadro: A2 análisis de varianza para la variable **numero de frutos** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	359.41	179.70	7.39	0.0013 **
Genotipo	1	120.83	120.83	4.97	0.0295 *
TxG	2	64.85	32.42	1.33	0.2710 NS
Error	60	1458.10	24.30		
Total	65	2145.53			
C.V (%)	18.00				
Media	27.4				

** : Altamente significativo NS: no significativo * : significativo

Cuadro: A3 análisis de varianza para la variable **clorofila** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	114.04	57.02	1.99	0.1576 NS
Genotipo	1	8.21	8.21	0.29	0.5972 NS
TxG	2	204.92	102.5	3.57	0.0427 *
Error	26	746.63	28.71		
Total	31	1065.31			
C.V (%)	12.2				
Media	43.94				

NS: no significativo * : significativo

Cuadro: A4 análisis de varianza para la variable **altura de planta** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	17790.41	8895.20	13.53	0.0001 **
Genotipo	1	2640.33	2640.33	4.02	0.0560 NS
TxG	2	168.7	84.33	0.13	0.8801 NS
Error	25	16430.2	657.20		
Total	30	36072.83			
C.V (%)	10.3				
Media	249.2				

NS: no significativo * : significativo

Cuadro: A5 análisis de varianza para la variable **numero de hojas** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	74.03	37.01	2.91	0.0730 NS
Genotipo	1	14.35	14.35	1.13	0.2654 NS
TxG	2	35.6	17.8	1.40	0.2654 NS
Error	25	317.9	12.71		
Total	30	445.5			
C.V (%)	9.7				
Media	36.12				

NS: no significativo

Cuadro: A6 análisis de varianza para la variable **peso del fruto** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	33442.62	16721.31	8.93	0.0005 **
Genotipo	1	19104.82	19104.82	10.21	0.0025 **
TxG	2	1655.4	827.7	0.44	0.6453 NS
Error	47	87984.2	1872.0		
Total	52	142036.3			
C.V (%)	21.34				
Media	202.7				

** Altamente significativo NS: no significativo

Cuadro: A7 análisis de varianza para la variable **diámetro polar** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	2.08	1.04	11.08	0.0001 **
Genotipo	1	0.03	0.03	0.42	0.5181 NS
TxG	2	0.11	0.05	0.63	0.5390 NS
Error	47	4.41	0.09		
Total	52	6.80			
C.V (%)	5.09				
Media	6.01				

** Altamente significativo NS: no significativo

Cuadro: A8 análisis de varianza para la variable **diámetro ecuatorial** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	6.63	3.31	13.58	0.0001 **
Genotipo	1	4.01	4.01	16.41	0.0002 **
TxG	2	0.99	0.5	2.04	0.1417 NS
Error	47	11.5	0.24		
Total	52	21.8			
C.V (%)	6.82				
Media	7.24				

** Altamente significativo NS: no significativo

Cuadro: A9 análisis de varianza para la variable **sólidos solubles** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	21.22	10.61	70.56	0.0001 **
Genotipo	1	0.11	0.11	0.77	0.3847 NS
TxG	2	0.7	0.33	2.24	0.1181 NS
Error	47	7.06	0.15		
Total	52	28.44			
C.V (%)	9.09				
Media	4.3				

** Altamente significativo NS: no significativo

Cuadro: A10 análisis de varianza para la variable **espesor de pulpa** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	0.03	0.01	2063	0.0829 NS
64Genotipo	1	0.01	0.01	1.95	0.1687 NS
TxG	2	0.01	0.007	1.06	0.3529 NS
Error	47	0.34	0.007		
Total	52	0.42			
C.V (%)	10.9				
Media	0.8				

** Altamente significativo NS: no significativo

Cuadro: A11 análisis de varianza para la variable **numero de loculos** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. Durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	0.35	0.2	0.25	0.7764 NS
64Genotipo	1	9.7	9.7	14.02	0.0005 **
TxG	2	3.22	1.61	2.34	0.1073 NS
Error	47	32.42	0.7		
Total	52	47.6			
C.V (%)		15.07			
Media		5.51			

** Altamente significativo NS: no significativo

Cuadro: A12 análisis de varianza para la variable **peso seco de raíz** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.
NS: no significativo

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	1253.00	626.50	1.38	0.2908 NS
Genotipo	1	179.43	179.43	0.40	0.5417 NS
TxG	2	185.00	92.50	0.20	0.8181 NS
Error	11	4977.3	452.5		
Total	17	7874.8			
C.V (%)		39.06			
Media		54.45			

Cuadro: A13 análisis de varianza para la variable **peso seco del tallo** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	700.01	350.00	1.48	0.2516 NS
64Genotipo	1	953.14	953.14	4.03	0.0584 NS
TxG	2	1797.41	898.70	3.80	0.0399 *
Error	20	4730.51	236.52		
Total	28	7979.2			
C.V (%)	19.10				
Media	80.51				

NS: no significativo * significativo

Cuadro: A14 análisis de varianza para la variable **parte media de la planta** en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	1.41	0.70	31.53	0.0001 **
Genotipo	1	0.14	0.14	6.42	0.0143 *
TxG	2	0.3	0.13	6.06	0.0042 **
Error	54	1.21	0.02		
Total	59	3.02			
C.V (%)	10.8				
Media	1.4				

* Significativo ** altamente significativo

Cuadro: A15 análisis de varianza para la variable **parte basal** de la planta en el cultivo de tomate en el proyecto aplicación gradual de composta bajo condiciones de invernadero. durante el periodo Julio-Marzo (2005 – 2006) en la Comarca Lagunera UAAAN UL.

Fuente de variación	G.L	SC	CM	F	P>F
Tratamiento	2	0.02	0.01	0.44	0.6488 NS
64Genotipo	1	0.02	0.02	0.87	0.3539 NS
TxG	2	0.02	0.01	0.42	0.5955 NS
Error	54				
Total	59				
C.V (%)	14.8				
Media	1.13				

NS: no significativo