

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE UN HÍBRIDO DE TOMATE
CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA CON
DIFERENTES SUSTRATOS BAJO INVERNADERO.**

**Por
RICARDO MICHEL MATA**

TESIS

**Presentada como requisito parcial
para obtener el Título de**

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México

Diciembre de 2007

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivos.....	2
1.2. Hipótesis.....	2
1.3. Metas.....	2
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1. Generalidades del tomate.....	3
2.1.1. Origen del tomate.....	3
2.1.2. Clasificación taxonómica y morfológica.....	3
2.2. Propiedades nutricionales.....	6
2.3. Generalidades de un invernadero.....	6
2.3.1. Principales ventajas de producción en invernadero.....	7
2.3.2. Principales desventajas de producción en invernadero.....	7
2.4. Exigencias de clima.....	7
2.4.1. Generalidades.....	7
2.4.2. Temperatura.....	8
2.4.3. Humedad relativa.....	9
2.4.4. Luminosidad.....	10
2.4.5. Radiación en invernadero.....	10
2.4.6. Contenido del CO ₂ en el aire.....	11
2.5. Elección del genotipo.....	12
2.5.1 Adaptación al sistema y ciclo del cultivo	12
2.5.2. Resistencia a enfermedades y plagas.....	12
2.5.3. Adaptación a condiciones ambientales de estrés	13
2.5.4. Usos	13
2.5.5. Híbridos de tomate para invernadero	13
2.5.6. Principales tipos de tomate comercializados para exportación	14
2.6 Labores culturales.....	16
2.6.1. Producción de plántula.....	16
2.6.2. Trasplante.....	16
2.6.3. Poda de formación.....	17
2.6.4. Tipos de poda.....	17

2.6.5. Despuntado.....	18
2.6.6. Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.....	18
2.6.7. Aporcado y rehundido.....	19
2.6.8. Tutorado.....	19
2.6.9. Bajado de plantas.....	19
2.6.10. Polinización.....	20
2.7 Arreglo topológico.....	21
2.8. Fertirriego	22
2.8.1. Solución nutritiva.....	25
2.9. Plagas y Enfermedades.....	27
2.9.1. Plagas.....	27
2.9.1.1. Araña roja.....	27
2.9.1.2. Acaro del bronceado.....	28
2.9.1.3. Mosca Blanca.....	29
2.9.1.4. Pulgón.....	31
2.9.1.5. Minador de la hoja.....	32
2.9.1.6. Gusano alfiler.....	33
2.9.1.7. Orugas.....	34
2.9.2. Enfermedades.....	36
2.9.2.1. Damping Off (<i>secadera de plántula</i>).....	36
2.9.2.2. Tizón Tardío (<i>Phytophthora infestans</i>)	37
2.9.2.3. Tizón Temprano (<i>Alternaria solani</i>).....	38
2.9.2.4. Cenicilla (<i>Leiveillula taurica</i>).....	39
2.10. Otras Alteraciones.....	40
2.10.1. Deficiencia de calcio.....	40
2.10.2. Golpe de sol.....	41
2.10.3. Rajado de frutos.....	41
2.10.4. Jaspeado del fruto.....	41
2.11. Sustratos.....	41
2.11.1. Generalidades.....	41
2.11.2. Definición de sustrato	42
2.11.3. Características de los sustratos.....	42
2.11.4. Propiedades físicas de un sustrato	42
2.11.5. Propiedades químicas de un sustrato	42

2.11.6. Propiedades biológicas de un sustrato	43
2.11.7. Tipos de sustrato.....	43
2.12. Compost	43
2.12.1. Generalidades.....	44
2.12.2. Características.....	44
2.12.3. Nutrientes en la Compost	45
2.12.4. Relación Compost-tomate.....	46
2.12.5. Empleo de yeso en la agricultura.....	47
2.13. Agricultura orgánica.....	47
2.13.1. Generalidades.....	47
2.13.2. Conceptos.....	48
2.13.3. Objetivos.....	50
2.13.4. Ventajas de la agricultura orgánica.....	50
2.13.5. La agricultura orgánica en el mundo.....	51
2.13.6. Situación de la agricultura orgánica en México.....	51
2.13.7. Antecedentes de la producción de tomate orgánico en invernadero	52
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	55
3.1. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	55
3.2. Localización del experimento.....	55
3.3. Tipo y condiciones del invernadero.....	55
3.4. Genotipo.....	56
3.5. Sustratos.....	56
3.6. Diseño experimental.....	57
3.7. Fertilización.....	58
3.7.1. Té de compost.....	58
3.7.2. Fertilización orgánica.....	60
3.7.3. Fertilización inorgánica.....	60
3.8. Riego.....	61
3.9. Drenaje.....	61
3.10 Control de plagas y enfermedades.....	62
3.11. Manejo del cultivo.....	63
3.11.1. Siembra y trasplante.....	63
3.11.2. Entutorado.....	63

3.11.3. Podas.....	64
3.11.4. Bajado de plantas.....	64
3.11.5. Polinización.....	65
3.11.6. Fertilización.....	65
3.11.7. Cosecha.....	65
3.12. Variables evaluadas.....	66
3.13. Análisis estadístico.....	66
IV RESULTADOS Y DISCUCIONES.....	68
4.1. Rendimiento en ton.ha.....	68
4.2. Altura de planta.....	70
4.3. Número de nudos.....	72
4.4. Floración.....	73
4.5. Calidad de fruto.....	74
4.5.1. Peso de fruto.....	74
4.5.2. Diámetro ecuatorial	74
4.5.3. Diámetro polar	75
4.5.4. Sólidos solubles.....	75
4.5.5.Espesor de pulpa.....	76
4.5.6.Número de lóculos.....	76
4.5.7.Forma de fruto.....	77
4.5.8 Hombros.....	77
4.5.9.Color interior y color exterior.....	77
V CONCLUSIONES.....	78
VI. RESUMEN.....	79
VI LITERATURA CITADA.....	80
VIII APENDICE.....	91

INDICE DE CUADROS

2.1	Principales componentes del fruto del tomate (Chamarro, 2001).	6
2.2	Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).UAAAN-UL, 2004.	24
2.3	Rangos mínimo, optimo y máximo de concentraciones de nutrimentos considerando varios autores . Sánchez. (INCAPA 1999), CELALA, 2003.	26
3.1	Diseño de tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.	58
3.2	Fertilización orgánica aplicada en las diferentes etapas. CELALA- INIFAP. 2007.	60
3.3	Fertilización inorgánica aplicada en las diferentes etapas. CELALA-INIFAP. 2007.	61
3.4	Productos utilizados para el control de plagas enfermedades. CELALA-INIFAP. 2007.	63
4.1	Resultados de los rendimientos promedios en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.	69
4.2	Ecuaciones de regresión para la variable Altura de Planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007	71
4.3	Ecuaciones de regresión para la variable numero de nudos en la planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.	72
4.4	Ecuaciones de regresión y estimaciones de racimos en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.	73
4.5	Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Rendimiento, Peso de Fruto, Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar. CELALA-INIFAP. 2007.	74
4.6	Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Numero de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.	75
4.7	Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Numero de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.	77

INDICE DE FIGURAS

3.1.	Invernadero y sistemas de extracción y enfriamiento. CELALA-INIFAP. 2007.	56
3.2.	Pasos para la preparación del Té de compost. CELALA-INIFAP. 2007.	59
3.3.	Grados de madurez del fruto de tomate: 1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. (Hazera, 1999).	65
3.4.	Formato para evaluar forma del fruto en tomate bola (Hazera, 1999).	66
4.1.	Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable altura de planta. CELALA-INIFAP. 2007	71
4.2.	Figura 4.6. Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable numero de nudos. CELALA-INIFAP. 2007.	72

INDICE DE APENDICE

Cuadro A-1	Análisis de Varianza para Rendimiento. CELALA-INIFAP.2007.	91
Cuadro A-2	Análisis de Varianza para Forma de Fruto. CELALA-INIFAP.2007.	91
Cuadro A-3	Análisis de Varianza para Peso de Fruto. CELALA-INIFAP.2007.	91
Cuadro A-4	Análisis de Varianza para Diámetro Polar. CELALA-INIFAP.2007.	91
Cuadro A-5	Análisis de Varianza para Diámetro Ecuatorial. CELALA-INIFAP.2007.	92
Cuadro A-6	Análisis de Varianza para Sólidos Solubles. CELALA-INIFAP.2007.	92
Cuadro A-7	Análisis de Varianza para Espesor de Pulpa. CELALA-INIFAP.2007.	92
Cuadro A-8	Análisis de Varianza para Numero de Lóculos. CELALA-INIFAP.2007.	92
Cuadro A-9	Aportación nutrimental de cada sistema de fertilización (unidades de cada elemento) para los tres principales elementos (N, P, K) por hectárea de producción. CELALA-INIFAP. 2007	93
Cuadro A-10	Necesidades de cada insumo para la fertilización Orgánica en el sustrato de compost-normal. CELALA-INIFAP.2007.	93
Cuadro A-11	Necesidades de cada insumo para la fertilización Orgánica en el sustrato de arena. CELALA-INIFAP.2007.	93
Cuadro A-12	Necesidades de cada insumo para la fertilización Orgánica en el sustrato de compost-yeso. CELALA-INIFAP.2007.	93
Cuadro A-13	Análisis Económico de los tratamientos que presentaron mejores Rendimientos. CELALA-INIFAP.2007.	94
Cuadro A-14	Costos estimados para una hectárea con Fertilización Orgánica y diferentes sustratos. CELALA-INIFAP.2007.	94
Cuadro A-15	Análisis Económico de los tratamientos que presentaron mejores Rendimientos. CELALA-INIFAP.2007.	95
Cuadro A.16	Resultados de los análisis practicados a la Compost, Té de compost y Agua utilizados. CELALA-INIFAP. 2007.	95

I INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es una de las hortalizas más importantes en el mundo y su popularidad aumenta constantemente debido a su gran valor nutritivo e importancia económica. En México el tomate está considerado como una de las principales hortalizas. Lo anterior ha originado buscar mecanismos para aumentar los volúmenes de producción, siendo los invernaderos una buena opción.

Una de las grandes ventajas de la producción en invernadero es obtener cosechas durante todo el año, variando dicha producción en función de la tecnificación del invernadero; dichas estructuras mejoraran las condiciones ambientales para incrementar la productividad, y garantizando, en gran parte, que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaría que exigen los mercados internacionales

Actualmente, existe un interés especial por los consumidores de hortalizas frescas y alimentos en general, de conocer la manera en que estos se cultivaron, prefiriendo aquellos de mejor calidad e inocuos. Lo anterior origina, buscar métodos de producción sustentables.

Una opción es utilizar un sustrato no inerte, que provea elementos nutritivos y sobre todo, se disminuya la aplicación de fertilizantes inorgánicos. En la Comarca Lagunera, principal cuenca lechera del País, se puede utilizar el estiércol, subproducto de la actividad antes mencionada. No obstante, éste deberá compostarse fomentándose así la inocuidad alimentaría.

Es conveniente señalar que los nutrimentos contenidos en el estiércol compostado pudieran ayudar a disminuir la aplicación de fertilización inorgánica; caso contrario, si se produce en medios inertes como la arena, perlita, lana de roca, etc., donde la totalidad de elementos nutritivos deben ser aportados, los cuales además de la potencial fuente de contaminación, encarecen considerablemente el proceso de producción.

Por otro lado, el uso de plaguicidas orgánicos certificados garantiza una producción sustentable en invernadero, ya que en dicho sistema de producción las aplicaciones contra organismos dañinos son constantes; lo anterior, fomenta la salud del ecosistema, de los trabajadores así como de los consumidores.

Así pues, logrando mezclar los sustratos orgánicos con fertilización inorgánica, basando el control de enfermedades y plagas con productos orgánicos, se puede concebir una producción sustentable bajo invernadero. Aunado a lo anterior, una parte indispensable de un sistema de producción es sin duda, la utilización del genotipo adecuado, lográndose lo anterior, realizando evaluaciones de genotipos para determinar el mejor material que se adapte a las condiciones imperantes en la región en cuestión.

1.1 Objetivos

- Evaluar los efectos de la fertilización orgánica e inorgánica con diferentes sustratos en la producción de tomate en invernadero.

1.2 Hipótesis

- La fertilización orgánica tiene un efecto similar a la fertilización con té de compost
- Al menos un tratamiento produce $190 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$ con calidad aceptable.

1.3 Metas

- Conocer la mejor combinación entre sustrato y fertilización que presente mayor rendimiento y mejor calidad.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.1.1 Origen

El tomate es una planta nativa de América del Sur, cuyo origen se localiza en la región de los Andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia, y Perú), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación de tomate (Nuez, 2001).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Williams, 1990).

2.1.2 Clasificación Taxonómica y morfología

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

Familia: Solanaceae.

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Solanes (Personatae)

Familia: Solanaceae

Tribu: Solaneae

Género: *Lycopersicon*

Especie: *Esculentum*

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

Planta. Perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semierecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas) y semiindeterminado, las cuales requieren que su cultivo se realice en espalderas.

Indeterminadas: Los sucesivos tallos se desarrollan en forma similar, produciendo una inflorescencia cada 3 hojas. El aspecto es el de un tallo principal, que crece en forma continua con inflorescencias Internodales cada 3 hojas. Cuando este proceso se repite indefinidamente los cultivares se nombran indeterminados.

Determinadas: Las plantas tienen un crecimiento limitado, puede extenderse 2m; los segmentos del eje principal soportan un número inferior de hojas y terminan en una inflorescencia, el sistema de ramificación lateral experimenta un crecimiento limitado dando a la planta un aspecto arbustivo con simetría circular.

Sistema radical. Raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, córtex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

Tallo. La planta de tomate es una herbácea, perenne cultivada como anual, es ramificada, con crecimiento indeterminado o determinado por un racimo floral. El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos; el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que al alcanzar un determinado número de ramilletes detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). Los tallos son pubescentes en toda su superficie. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta. El desbrote debe ser oportuno, sobre todo el brote inmediato inferior al racimo, el cual surge con gran vigor (Berenguer, 2003).

Hoja. Compuesta e imparipinnada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. El mesófilo o tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambas sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal.

Estructura floral. 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. Las flores son pequeñas, pedunculadas de color amarillo, formando corimbos axilares; el cáliz tiene cinco pétalos, corola soldada interiormente, con cinco pétalos que conforman un tubo pequeño, los cinco estambres están soldados, el estilo a veces sobresale de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 - 6 flores; en tomates de calibre mediano aumenta de 10 - 12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o cherry no es extraño que se desarrollen hasta 100 flores por racimo (Berenguer, 2003).

Semillas. La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable. La germinación de la semilla ocurre de manera fácil (Berenguer, 2003).

Fruto. Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpo, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

2.2 Propiedades Nutricionales

El tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus excelentes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otro tipo de vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Berenguer, 2003; Casseres, 1984). En el Cuadro 2.1 se muestran los principales componentes del fruto del tomate.

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

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

2.3 Generalidades de un invernadero

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

2.3.1. Principales ventajas de producción en invernadero

Según Sánchez y Favela (2000) entre las ventajas de establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan 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 más uniformes, sanos y de mejor calidad, 5) Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), 6) Mejor control de plagas y enfermedades, 7) siembra de variedades selectas con rendimientos máximos balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.8) No se depende de fenómenos meteorológicos.

2.3.2. Principales desventajas de producción en invernadero

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 la 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.

2.4. Exigencias de clima

2.4.1. Generalidades

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de éstos incide sobre el resto. Según Sade (1998) y Castilla (1999) los principales factores climáticos para el manejo óptimo de un invernadero son los siguientes:

2.4.2. Temperatura

La temperatura óptima de desarrollo oscila entre 20 y 30 ° C durante el día y entre 13 y 16 °C durante la noche; temperaturas superiores a los 30-35 °C afectan la fructificación, por mal desarrollo de óvulos, y al desarrollo de la planta en general y del sistema radicular en particular. Temperaturas inferiores a 12-15 °C también originan problemas en el desarrollo de la planta.

Sade (1998) en ensayos realizados con plantas de tomate híbrido observó ciertos fenómenos en función de la temperatura bajo la cual se desarrollo la planta: a temperaturas medias diarias de 19.5 °C el tallo de la planta alcanza su desarrollo más vigoroso, la aparición de hojas se intensifica con temperaturas medias de 15 a 24 °C, las inflorescencias aparecen cuando la temperatura sube por encima de los 15 °C, a temperaturas excesivas, más de 35 °C las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10 °C y 15 °C, originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25 °C e inferiores a 12 °C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está 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; [www. Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp](http://www.Infoagro.com/hortalizas/tomate.asp), 2001).

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, 1999).

Baytorun *et al.* (1999) estudiando el efecto de diferentes temperaturas nocturnas en rendimiento y calidad de plantas de tomate en dos invernaderos de plástico con temperaturas mínimas de 13 °C y 5 °C sin calentar, observaron que a 13 °C se obtuvo una producción dos veces mayor que en 5 °C, con 3.717kg/pt y 1.724 kg/pt, respectivamente y el tamaño de la fruta en las dos condiciones mostraron diferencias significativas. El rendimiento total en invernaderos que fueron calentados fue 24.038 Kg/m² y 19.047 Kg/m².

Towrer *et al.* (1998) indican que la malformación de frutos se debe a las bajas temperaturas, este tipo de malformación se encuentra frecuentemente en plantas que se desarrollan en invierno, este tipo de malformación propicia un desarrollo desigual de los lóculos.

Un examen histológico de los ovarios mostró que bajo altas temperaturas nocturnas, todos los lóculos de los cultivares examinados fueron normales y contenían placentas con óvulos pegados; los ovarios que desarrollaron con temperaturas nocturnas bajas contenían lóculos deformados con pocos óvulos pegados en comparación a lo normal. En los casos más severos, algunos lóculos fueron deformados severamente y la placenta y óvulos no aparecieron (Towrer *et al.*, 1998).

No obstante, los valores de temperatura descritos son meramente indicativos, debiendo tener en cuenta las interacciones de la temperatura con el resto de los factores climáticos. Las temperaturas asociadas con la falta de humedad, determinan los siguientes fenómenos (Sade, 1998): se intensifica la transpiración, perdiendo la planta su turgencia, comienza por marchitarse el ápice de crecimiento y las hojas jóvenes, los frutos de las plantas maduran de forma anormal y forzada, sin alcanzar la forma, color, tamaño, peso, etc., convenientes, y disminuye la producción.

2.4.3. Humedad relativa

La elevada humedad relativa favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en un exceso de humedad edáfica o riego abundante tras un período de estrés hídrico. Una baja humedad relativa dificulta la fijación del polen al estigma de la flor. Valores extremos de humedad reducen el cuajado de tomate (www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp, 2001).

Burgueño (2001) menciona que cuando la humedad relativa está en exceso hay menor desarrollo vegetativo porque 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. Menciona que la humedad óptima ambiental para el cultivo de tomate es de 50% con una mínima de 40% y una máxima de 60%.

Trigui *et al.* (1999) citan que el déficit de la presión de agua y aire es el primer factor que hay que controlar, para facilitar el canal de salida del agua de la planta en invernaderos, ya que el canal de salida del agua de la planta afecta varios procesos fisiológicos tal como la polinización, crecimiento de la planta y el rendimiento de la fruta.

Romero *et al.* (1999), citan que la humedad relativa del aire inferiores a 90% son deseables pues arriba de 90 favorecen el desarrollo de enfermedades siendo la óptima entre 70 y 80%; en condiciones bajas aumenta la transpiración, reduce el cuajado del fruto, baja la actividad radicular, aumenta el estrés hídrico.

González (1991), encontró que el tomate necesita de alta cantidad de agua disponible en la fase de floración y fructificación y señala que los mejores rendimientos se obtienen cuando la planta recibe la cantidad de agua necesaria durante estas etapas provocando además un aumento en la calidad del fruto.

2.4.4. Luminosidad

Una baja luminosidad pueden incidir de forma negativa en los procesos de la floración y fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el período vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad.

2.4.5. Radiación en invernadero

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

menor que en el exterior debido a la reflexión y absorción del material de cerramiento, la transmisibilidad varía a lo largo del año, al ángulo de incidencia de los rayos y a la acumulación de polvo en la cubierta de los invernaderos (López *et al.*,1996).

Respecto a la radiación en el cultivo del tomate, Horward (1995) señaló que el tomate es insensible al fotoperíodo. 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 tutorado deben optimizar la intercepción de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, porque la reducción implica una reducción lineal de la cosecha (Cookshull, 1988; Kinet 1977). Una radiación total diaria de 0.85 Mj/m^2 es la mínima requerida para el cuajado y floración del tomate (Horward, 1995).

Van de Vooren *et al.* (1989) mencionan que el empleo de doble capa permanente de plástico en invernadero, para mejorar las condiciones térmicas durante el invierno, 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 y por lo tanto la producción. Con baja iluminación la polinización sería insuficiente y el tamaño del fruto menor.

2.4.6. 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 el invernadero es más alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica en el proceso de fotosíntesis, hay una disminución rápida de CO₂, que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999).

2.5. Elección del genotipo

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

En México, el 80% de la producción de tomate se destina al consumo interno y principalmente los tomates son del tipo saladette. Mientras que para exportación, los tomates “bola” o tipo Beff (grandes y carnosos) son los que demanda el consumidor norteamericano. (Muñoz, 2003).

2.5.1. Adaptación al sistema y ciclo de cultivo

Las casas productoras de semillas desarrollan en la actualidad muchos de sus híbridos adaptados no solo a condiciones específicas de cultivo sino también a un sistema de cultivo. Existen cultivares especialmente adaptados a ciclo temprano, de otoño, para época larga, de cultivo rotativo. Para este último se requieren cultivares precoces, generalmente de crecimiento determinado y maduración agrupada (Cuartero y Báguena, 1990).

Las condiciones micro ambientales específicas creadas en el interior de los invernaderos y en general en cultivo protegido hacen que los genotipos no se comporten de la misma forma al aire libre. Uno de los factores responsables de esa diferencia de comportamiento es la luz. Así 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).

2.5.2. Resistencia a enfermedades y plagas

Para el agricultor cultivar híbridos con muchas resistencias incorporadas constituyen, en cierto modo, una garantía de obtener una buena producción. Sin embargo, no siempre es aconsejable el utilizarlos, ya que mediante el cultivo

continuado de este tipo de híbridos se pueden seleccionar tipos agresivos del patógeno que podrían dar lugar a ataques mas graves y mayor dificultad para encontrar nuevas resistencias. Así, lo mas conveniente sería cultivar híbridos con las resistencias a las enfermedades que son un verdadero problema en cada zona. (Cuartero y Báguena, 1990).

2.5.3. Adaptación a condiciones ambientales de estrés

Entre las múltiples situaciones de estrés, se está tratando de conseguir híbridos capaces de cuajar en condiciones de frío y adaptados a tierras y aguas salinas (Cuartero y Báguena, 1990)

2.5.4. Usos

Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior (textura sabor y dureza) variedades para consumo en fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto (Diez, 2001). Introducidos recientemente por una empresa israelita los híbridos de larga vida de anaquel, este tipo de híbridos añaden alta productividad, resistencia a enfermedades y la característica de larga vida en estantería, capacidad para soportar transportes a largas distancias (Philouze *et al.*, 1992).

2.5.5. Híbridos de tomate para invernadero

Infoagro (2004), menciona algunos de los genotipos que se cultivan actualmente.

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

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

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

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

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

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

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

Colette (FA – 832). Planta relativamente resistente con un largo periodo de cuajado, fruto globuloso con un peso de 180 – 280 g.

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

2.5.6 Principales tipos de tomate comercializados para exportación

Infoagro (2004), menciona los tipos de tomate para exportación:

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

Tipo Marmande. Plantas poco vigorosas que emiten de 4 a 6 ramilletes aprovechables. El fruto se caracteriza por su buen sabor y su forma acostillada, achatada y multilocular, que puede variar en función de la época de cultivo.

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

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

Tipo Cocktail. Plantas muy finas de crecimiento indeterminado. Frutos de peso comprendido entre 30 y 50 gramos, redondos, generalmente con 2 lóculos, sensibles al rajado y usados principalmente como adorno de platos. También existen frutos aperados que presentan las características de un tomate de industria debido a su consistencia, contenido en sólidos solubles y acidez, aunque su consumo se realiza principalmente en fresco. Debe suprimirse la aplicación de fungicidas que manchen el fruto para impedir su depreciación comercial.

Tipo Cereza (Cherry). Plantas vigorosas de crecimiento indeterminado. Frutos de pequeño tamaño y de piel fina con tendencia al rajado, que se agrupan en ramilletes de 15 a más de 50 frutos. Sabor dulce y agradable. Existen cultivares que presentan frutos rojos y amarillos. El objetivo de este producto es tener una producción que complete el ciclo anual con cantidades homogéneas. En cualquier caso se persigue un tomate resistente a virosis y al rajado, ya que es muy sensible a los cambios bruscos de temperatura.

Tipo Larga Vida. La introducción de los genes Nor y Rin es la responsable de su larga vida, confiriéndole mayor consistencia y gran conservación de los frutos de cara a su comercialización, en detrimento del sabor. Generalmente se buscan frutos de calibres G, M o MM de superficie lisa y coloración uniforme anaranjada o roja.

Tipo Ramillete. De reciente introducción en los mercados, resulta difícil definir que tipo de tomate es ideal para ramillete, aunque generalmente se buscan las siguientes características: frutos de calibre M, de color rojo vivo, insertos en ramilletes en forma de raspa de pescado, etc. (Diez, 2001).

2.6. Labores culturales

2.6.1 Producción de plántula

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando lamina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para trasplante a raíz desnuda. Hoy día, el alto costo de la semilla (híbridos) ha generalizado el uso de charolas germinadoras prensados de turba, macetillas de plástico rellenas de sustrato para trasplantar con cepellón, que cuentan con instalaciones adecuadas ya sea con cámaras de germinación o invernadero (Castilla, 1999). El sustrato mas empleado es una mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes.

2.6.2 Transplante

En cultivo enarenado, el cepellón debe colocarse entre la arena y el suelo evitando que el cuello de la planta quede demasiado enterrado. En algunas regiones, antes de plantar es usual sumergir o mojar el cepellón con algún fungicida Castilla (1999).

El transplante debe realizarse con plántulas de 10 a 15cm de altura y de 3 a 5 hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal. Recomiendan dar un riego después del trasplante y el aporcado de plantas para evitar encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

Es importante no demorar el transplante cuando la planta está a punto, pues los retrasos afectan negativamente a la futura producción. Tras el transplante, se dá un riego a fin de conseguir buena humedad en el entorno radicular y un buen

contacto del cepellón transplantado con el suelo circundante, que permite un buen desarrollo radical (Castilla, 1999).

2.6.3 Poda de formación

Anderlini (1996) menciona que la poda sirve para equilibrar la vegetación en beneficio a la fructificación de la planta. La poda significa eliminar los pequeños brotes axilares que se desarrollan entre los brotes laterales. Los brotes no deberán tener más de 2-3cm de longitud, de otro modo la planta no podrá soportarla. Cuando su brote axilar se encuentra excesivamente desarrollado formando tallos secundarios es más beneficioso limitarse a su despunte. Horward, (1995) agrega que los brotes que no son podados a tiempo consumen gran cantidad de energía de la planta que de alguna manera estaría destinada para un mejor crecimiento. La poda es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado, que son las comúnmente cultivadas en invernadero.

2.6.4 Tipos de poda

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

Poda a un tallo. Consiste en la eliminación de todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de éste hasta su eventual despunte (Castilla, 2001)

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

Poda a dos tallos. Este sistema de poda es conocido como poda de horqueta y consiste en eliminar todos los tallos axilares, excepto el que sale por debajo del primer racimo, el cual se dejará como segundo tallo principal. Luego se realiza o no la poda de despunte. (Rodríguez *et al.*, 1997)

Poda a tres tallos. Este sistema es muy parecido al de poda a dos tallos, pero en ésta se permite el desarrollo de un tercer brote axilar. El cual puede ser el segundo o tercero por debajo de la primera inflorescencia (Gonzáles, 1967).

Poda Hardí. Es un sistema de poda poco empleado, que consiste en despuntar el tallo principal por encima de la segunda o tercera hoja por encima de la primera inflorescencia; de los brotes que surgen de las axilas de estas hojas se dejan dos tallos guía, debiendo de ser hojas opuestas, para luego continuar con las actividades descritas para la poda a dos tallos (Rodríguez et al., 1997).

Poda de dos hojas. Esta poda se realiza mediante la eliminación de todas o algunas hojas, principalmente viejas o enfermas, por debajo del primer racimo que permanezca sin cosecharse continuando con ésta practica conforme se va cosechando los siguientes racimos, hasta una altura de 40 a 50 cm (Serrano 1979).

2.6.5 Despuntado

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

2.6.6 Despunte de inflorescencias y aclareo de frutos

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

De forma general podemos distinguir dos tipos de aclareo: el aclareo sistemático es una intervención que tiene lugar sobre los racimos, dejando un número de frutos fijo, eliminando los frutos inmaduros mal posicionados. El aclareo

selectivo tiene lugar sobre frutos que reúnen determinadas condiciones independientemente de su posición en el racimo; como pueden ser: frutos dañados por insectos, deformes y aquellos que tienen un reducido calibre. (infoagro 2004)

2.6.7. Aporcado y rehundido

Práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

2.6.8. Tutorado

Es una práctica imprescindible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales (destallados, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades (Horward, 1995).

La planta se suspende mediante un hilo, sobre el que se va enrollando el tallo principal conforme va creciendo, a modo de carrete que permite soltar el hilo, y continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura (Canovas, 1993).

La sujeción suele realizarse con hilo de polipropileno (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillas) y de otro a un alambre situado a una altura por encima de la planta de 1.8 a 2.4m, sobre el suelo (Infoagro, 2003).

2.6.9. Bajado de plantas

Johnson y Rock, (1975) 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.

2.6.10. 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.

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

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).

2.7. Arreglo topológico

El marco de plantación se establece en función del porte de la planta, que a su vez dependerá de la variedad comercial cultivada. El más frecuentemente empleado es de 1.5 metros entre líneas y 0.5 metros entre plantas, aunque cuando se trata de plantas de porte medio es común aumentar la densidad de plantación a dos plantas por metro cuadrado con marcos de 1 m x 0.5 m. Cuando se tutoran las plantas con perchas las líneas deben ser “pareadas” para poder pasar las plantas de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la

bajada de perchas (aproximadamente de 1,3 m) y una distancia entre líneas conjuntas de unos 70 cm (Zaidan y Avidan, 1997).

Existen métodos de hilera sencilla o doble, con un espaciamento entre plantas que oscila entre 25-30 cm en hileras sencillas y 40-50 cm en hileras dobles. En términos generales, la densidad normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m² (Howard, 1995).

2.8 Fertirriego

Se entiende por fertirriego 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 el fertirriego la frecuencia de los ciclos de riego va en relación de la naturaleza de la planta, de su estado de desarrollo, de las condiciones climáticas, de la intensidad lumínica, de la longitud del día, la temperatura y el tipo de sustrato utilizado como medio de cultivo. En condiciones de invernadero de alta intensidad 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).

Moreno (2002) afirma que para manejar correctamente el riego y la nutrición de las plantas es imprescindible conocer con exactitud la calidad agronómica del agua de riego. La información que debe proporcionar los análisis de aguas es la

siguiente: 1) 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, 2) El valor de pH de las aguas de riego está muy condicionado por su composición iónica y, más concretamente, por la concentración de carbonatos y bicarbonatos. En la gama de valores de pH comprendida entre 6 y 6.5 la mayor parte de los elementos nutritivos están más 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. En otros casos, y en ausencia de bicarbonatos, el valor de pH puede quedarse demasiado ácido y en este otro caso habrá que añadir algún producto alcalinizante como por ejemplo hidróxido de potasio.

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 micronutrientes. El ajuste es por medio de la relación NH_4/NO_3 de la solución de riego; si el pH se hace demasiado alcalino, se debe aumentar la proporción de NH_4 con respecto al NO_3 en la solución nutritiva y viceversa. El porcentaje de amonio no debe superar el 20% del total del nitrógeno aportado (Zaidan y Avidan, 1997).

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 alcanzará el nivel de 5-10 veces por día durante el máximo consumo. La lámina diaria será dividida durante el día (Zaidan y Avidan 1997).

Cuadro 2.2. Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm). (Zaidan y Avidan, 1997).UAAAN-UL, 2004.

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

Lupin *et al.* (1996) señala que la mayoría de los fertilizantes absorben calor al ser disueltos, reduciendo la temperatura del agua. La dilución de ácido fósfórico en cambio produce una reacción exotérmica. Por esto conviene agregar primero ácido fosfórico para aprovechar el aumento de la temperatura y así facilitar la disolución de los fertilizantes agregados a continuación.

Bajo condiciones de altas deficiencias de calcio encontraron que los primeros síntomas visuales de deficiencia se producen en las hojas más jóvenes, reduciéndose la altura de la planta hasta un 67% mientras que en las cultivadas con baja deficiencia los síntomas se retrasan, las raíces se obscurecen y disminuyen su tamaño, y el tamaño de la planta se reduce hasta un 48 %. La deficiencia inducida de calcio provoca la inhibición del crecimiento de las plantas de tomate cultivadas en medio hidropónico (Sanz, *et al.*, 2000).

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

Magán (2002) mencionó que para que un sistema de cultivo sin suelo pueda ser empleado a nivel comercial, es necesario que permita el desarrollo de la raíz en perfectas condiciones, de manera que debe aportar de forma óptima los siguientes elementos: aireación, agua, solutos, y temperatura.

Cualquier sistema de cultivo sin suelo adoptado funcionará tanto mejor cuanto más óptimamente proporcione los elementos antes mencionados. Así, los sistemas con sustrato dependerán muy directamente del manejo del riego para conseguir un adecuado equilibrio aire/agua, mientras que en los hidropónicos es la aireación el principal problema, al contrario de lo que sucede en los aeropónicos, en los que la dificultad estriba en mantener humedecida toda la raíz.

2.8.1. Solución nutritiva

En cuanto a la nutrición, cabe destacar la importancia de la relación N/K a lo largo de todo el ciclo de cultivo, que suele ser de 1/1 desde el trasplante hasta la floración, cambiando hasta 1/2 e incluso 1/3 durante el periodo de recolección.

En la practica 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° cosecha y 1° 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.

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

Sánchez (1999) en trabajos de investigación realizados para nuevos paquetes tecnológicos de producción de tomate en hidroponía indica que se han ensayado diferentes concentraciones de nutrimentos (general para todos o para uno solo). Diferentes fuentes de fertilizantes, cambios en la concentración según la etapa fenológica del cultivo y según las condiciones ambientales.

De acuerdo a Sánchez (1999) las principales conclusiones experimentales y comerciales obtenidas hasta el momento coinciden en que, diferentes concentraciones proporcionan óptimos rendimientos y calidad, si cada nutrimento se sitúa en cierto rango de concentración, situación a la que se ha adoptado como base del paquete tecnológico del tomate contempla las concentraciones de nutrimentos que se enuncian en la última columna del Cuadro 2.3.

Cuadro 2.3. Rangos mínimo, óptimo y máximo de concentraciones de nutrimentos considerando varios autores . Sánchez. (INCAPA 1999), CELALA, 2003.

NUTRIMENTO	CONCENTRACIÓN (mg/L)			
	Mínima	Óptima (rango)	Máxima	Recomendada (paquete)
Nitrógeno	140	200 – 400	900	200
Fósforo	30	60 – 90	100	60
Potasio	150	200 – 400	600	250
Calcio	120	200 – 400	600	250
Magnesio	25	50 – 75	100	50
Azufre	100	150 – 300	1000	200
Fierro	0.5	1 – 5	10	3
Manganeso	0.3	0.5 – 2	15	1
Boro	0.3	0.5 – 1	5	0.5
Cobre	0.05	0.1 - 1	5	0.1
Zinc	0.05	1 – 5	5	0.1
Cloro	1	1 – 5	350	no añadir
Molibdeno	0.001	0.001 – 0.002	0.01	no añadir

Un pre-requisito esencial para el uso de fertilizantes sólidos en fertirriego es su completa disolución en agua. Ejemplos de fertilizantes altamente solubles apropiados para su uso en fertirriego son: nitrato de amonio, cloruro de potasio, nitrato de potasio, urea, monofosfato de amonio, monofosfato de potasio, etc. En sistemas intensivos como invernaderos y/o sustratos artificiales, la solución nutritiva debe incluir calcio, magnesio y micronutrimentos (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe se

suministrado como quelato porque las sales de hierro, como por ej. sulfato de hierro, son muy inestables en solución y el hierro precipita fácilmente. En caso de aguas duras, se debe tomar en cuenta el contenido de Ca y Mg en el agua de riego (Imas, 2001)

2.9. Plagas y enfermedades

2.9.1. Plagas

Cano *et al.* (2005) publica que las plagas de mayor importancia que se presentan en la Comarca Lagunera para la producción de tomate orgánico bajo invernadero son: Mosquita blanca (*Bemisia argentifolli* Bellows & Perring y *Trialeurodes abutilonea* Haldeman); Minador de la hoja (*Liriomyza munda* Frick); el Pulgón (*Aphis gossypii*) y el Acaro bronceado del tomate (*Aculops lycopersici* Masee) y se describen a continuación, y recalca que su control es esencial pero sobre todo la prevención, pasando por la vigilancia de las personas que entran al invernadero y la aplicación continua de insecticidas permitidos en la agricultura orgánica.

2.9.1.1 Araña roja

Alpi y Tongnoni (1999) indican que existen tres especies de araña que afectan al cultivo de tomate y son: *Tetranychus urticae* (Koch), *T. turkestanii* (Ugarov & Nikolski) y *T. ludeni* (Tacher), como la biología, ecología y daños causados son similares, se abordan las tres especies de manera conjunta.

Los primeros síntomas de su daño se desarrollan en el envés de las hojas más jóvenes donde se nutre con los estiletes bucales haciendo que se vacíen el contenido celular. causando decoloraciones, la aparición de puntuaciones cloróticas o manchas amarillentas. Con mayores poblaciones se produce desecación o incluso defoliación. Los ataques más graves se producen en los primeros estados fenológicos. Las temperaturas elevadas y la escasa humedad relativa favorecen el desarrollo de la plaga.

Métodos preventivos y técnicas culturales (Infoagro, 2001)

Desinfección de estructuras y suelo previa a la plantación en invernaderos con historial de araña roja, eliminación de malas hierbas y restos de cultivo, evitar los excesos de nitrógeno, vigilancia de los cultivos durante las primeras fases del desarrollo.

Control biológico mediante enemigos naturales (Infoagro, 2001)

Principales especies depredadoras de huevos, larvas y adultos de araña roja: *Amblyseius californicus*, *Phytoseiulus persimilis* (especies autóctonas y empleadas en sueltas), *Feltiella acarisuga* (especie autóctona). (Alpi y Tongnoni, 1991)

Control químico

En invernadero usualmente se emplean: dicofol, tetradifon, clorfenson, propargil, azufre, empleados también mezclados entre sí.

2.9.1.2. 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. Evoluciona 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. 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).

Gispert (1987) en un estudio realizado para observar la influencia del riego en las fluctuaciones de la población del ácaro (*Aculops lycopersici* Masse) en tomate bajo condiciones de invernadero, indica que con la aplicación de riego abundante se mantiene reducida la densidad de *A. Lycopersici* en plantas de tomate, mientras que en las desarrolladas bajo niveles menores de riego se favorece el aumento notable de la población de ácaros y el daño ocasionado a estas plantas fue más severo.

Métodos preventivos y técnicas culturales (Infoagro, 2001)

Cuidar no dispersar la plaga mediante la ropa, calzado, etc. y eliminar las plantas muy afectadas.

Control químico (Infoagro, 2001)

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.

2.9.1.3. 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).

Trialeurodes vaporariorum (Westwood) y *Bemisia tabaci* (Gennadius.). Los daños directos (amarillamientos y debilitamiento de las plantas) son ocasionados por larvas y adultos al alimentarse, absorbiendo la savia de las hojas. Los daños indirectos se deben a la proliferación de neegrilla sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas. Ambos tipos de daños se convierten en importantes cuando los niveles de población son altos (Mejía *et al.*, 1999).

Otros daños indirectos se producen por la transmisión de virus. *Trialeurodes vaporariorum* es transmisora del virus del amarillamiento de las Cucurbitáceas. *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”. Estas enfermedades han provocado pérdidas considerables en la cantidad y calidad de las cosechas, lo que a su vez ha provocado disminución de la superficie sembrada (Ortega, 1999).

Ohnesorge y Rapp (1988) indican que el adulto de la mosquita blanca es atraído por el color amarillo, el uso de trampas adhesivas es una de las principales herramientas en el muestreo de las poblaciones de adultos. Sharaf (1982) observó que durante la primavera y verano, las trampas colocadas horizontalmente capturan más mosquitas que las que se colocan verticalmente. Mientras que en el invierno las trampas verticales parecen ser más efectivas. Con relación a la altura de las trampas, las más altas capturas fueron obtenidas de aquellas colocadas sobre el suelo. Se obtuvieron también un mayor número de adultos en las capturas realizadas durante las primeras horas del día (entre las 6 y 9 am.).

Métodos preventivos y técnicas culturales (Infoagro, 2001)

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.

Control biológico mediante enemigos naturales (Infoagro, 2001)

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*

Control Químico

Belda y Lastre (1999), mencionan que para éstos homópteros son necesarios tratamientos con ésteres fosfóricos como metidatió n o con piretroides como Bioresmetrina y Permetrina: alfa-cipermetrina, *Beauveria bassiana*, cipermetrina, malation, deltametrina. Mencionan el uso de Buprofezin, Teflubenzuron imidacloprid, Metomilo lambda cihalotrin, metil-pirimifos, metomilo + piridafention, piridaben, piridafention, tralometrina.

Ávila (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.

2.9.1.4. 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. Las formas ápteras del primero presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento, mientras que las de *Myzus* son completamente verdes (en ocasiones pardas o rosadas). Forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan, principalmente en primavera y otoño, mediante las hembras aladas (Infoagro, 2001).

Métodos preventivos y técnicas culturales (Infoagro, 2001)

Colocación de mallas en las bandas del invernadero, eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior, colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales (Infoagro, 2001)

Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*.

Especies parasitoides autóctonas: *Aphidius matricariae*, *Aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.

Control químico

Belda y Lastre (1999) así como Lacasa y Contreras (2001) indican un control eficiente en invernadero a: Imidacloprid etiofencarb, acefato, cipermetrina, cipermetrina + azufre, metomilo, malation, deltametrina, endosulfan, endosulfan + metomilo.

2.9.1.5. 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, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos (Lacasa y Contreras, 2001; Alpi y Tognoni, 1999; Alvarado y Trumble, 1999).

Métodos preventivos y técnicas culturales (Infoagro, 2001)

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.

Control biológico mediante enemigos naturales (Infoagro, 2001)

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

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

Especies parasitoides empleadas en sueltas: *Diglyphus isaea*.

Control químico

Materias activas: 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).

2.9.1.6. Gusano alfiler

Keiferia lycopersicella (Walshingham) este insecto es la plaga más importante en Sinaloa. Su daño en los frutos puede alcanzar hasta un 80%; a pesar de las aplicaciones continuas de insecticidas (Alvarado y Trumble, 1999).

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

Control Legal (Infoagro, 2001)

Destrucción oportuna de las socas y de los lotes abandonados. Estableciendo un periodo libre del cultivo durante el verano y mantener libre de maleza los canales de riego.

Control Biológico (Infoagro, 2001)

El único parásito de huevecillo del gusano alfiler es la avispa (*Trichogramma pretiosum* Riley) y para larvas la avispa de los endoparásitos (*Apanteles scutellaris* Muesebeck) y del ectoparásito (*Parahormius* prob. *Pallidipes* Ashmead) (Infoagro, 2001).

Uso de feromonas como Control

Las feromonas sintéticas se usan como un método de confusión en el apareamiento de gusano, son efectivas, deben colocarse cuando aparezcan en las trampas un promedio no mayor de 2 a 5 palomillas / trampa/ noche (Alvarado y Trumble, 1999).

Medina *et al.* (2001) indican que la feromona interfiere en la fecundación de la palomilla hembra por el macho, inhibiendo con esto la reproducción del gusano alfiler del tomate. En un estudio realizado muestran que la feromona CheckMate TPW-F a la dosis de 25 g.i.a. /ha proporciona un control positivo del gusano al igual que Nomate en la dosis de 25 y 40 g.i.a./ha.

Control Químico

Este insecto ha desarrollado resistencia prácticamente a todos los insecticidas. Su combate es difícil. El insecticida selectivo a base de Avermectina B1 es efectivo para larvas del gusano en la dosis de 20 g.i.a./ha, cuando el umbral económico este de 0.25 larvas/planta (Lacasa y Contreras, 2001).

2.9.1.7. Orugas

Spodoptera exigua (Hübner) *Spodoptera litoralis* (Boisduval), *Heliothis armigera* (Hübner), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff), *Chrysodeisis chalcites* (Esper), *Autographa gamma* (L.). La principal diferencia entre especies en el estado larvario se aprecia en el número de falsa patas abdominales (5 en *Spodoptera* y *Heliothis* y 2 en *Autographa* y *Chrysodeixis*), o en la forma de desplazarse en

Autographa y *Chrysodeixis* arqueando el cuerpo (orugas camello). La presencia de sedas (“pelos” largos) en la superficie del cuerpo de la larva de *Heliothis*, o la coloración marrón oscuro, sobre todo de patas y cabeza, en las orugas de *Spodoptera litoralis*, también las diferencia del resto de las especies (Lacasa y Contreras, 2001).

La biología de estas especies es bastante similar, pasando por estados de huevo, 5-6 estadíos larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas, preferentemente en el envés, en plastrones con un número elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que las demás lo hacen de forma aislada. Los daños son causados por las larvas al alimentarse. En *Spodoptera* y *Heliothis* la pupa se realiza en el suelo y en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma*, en las hojas. Los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares.

Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación (*Spodoptera*, *Chrysodeixis*), daños ocasionados a los frutos (*Heliothis*, *Spodoptera* y *Plusias* en tomate, y *Spodoptera* y *Heliothis* en pimiento) y daños ocasionados en los tallos (*Heliothis* y *Ostrinia*) que pueden llegar a segar las plantas (Belda y Lastre, 1999).

Métodos preventivos y técnicas culturales (Infoagro, 2001)

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 de feromonas y trampas de luz, vigilar los primeros estados de desarrollo de los cultivos, en los que se pueden producir daños irreversibles.

Control biológico mediante enemigos naturales (Infoagro, 2001)

Parásitos autóctonos: *Apanteles plutellae*.

Patógenos autóctonos: Virus de la poliedrosis nuclear de *S. exigua*.

Productos biológicos: *Bacillus thuringiensis*.

Control químico

Materias activas: Flufenoxuron, teflubenzuron, acefato, clorpirifos metomilo, piretroides triclorfon y teflubenzurón (Lacasa y Contreras, 2001; Belda y Lastre, 1999).

2.9.2 Enfermedades

Cano *et al.* (2002) menciona a la Cenicilla (*Leveillula taurina* Lev. Arnaud), el Tizón temprano (*Alternaria solani* Ell & Grout), y el Moho verde (*Cladosporium fluvum*) como las principales enfermedades que atacan al cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero en la Comarca lagunera. Además de lo anterior Brandt (2006) escribe que para los productores orgánicos la resistencia a plagas y enfermedades es muy importante, en particular a las enfermedades de los sistemas radiculares, es decir, *Rhizoctonia solani* (Lév.) *Pythium* spp. y *Fusarium* spp en cuanto a las plantas en la producción en invernadero y del mildiu (*Phytophthora*) en la producción al aire libre. En el invernadero, para el tomate de producción orgánica se utiliza el suelo, sustratos inertes como arena o sustratos orgánicos y raramente la lana de roca lo que trae como riesgo que estos sustratos estén infectados con alguna enfermedad.

2.9.2.1. Damping Off (secadera de plántula)

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:

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

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 *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.

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.

Control. 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.

2.9.2.2. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*)

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:

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 lámina 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.

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 (Blancard, 1996)

Control. 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.

2.9.2.3. Tizón Temprano (*Alternaria solani*)

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:

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 (Blancard, 1996).

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.

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

2.9.2.4. Cenicilla (*Leiveillula taurica*)

Oidiopsis sicula Scalia; Fase sexual, *Leiveillula taurica* (Lev.) G. Arnaud; fase asexual. *Oidiopsis taurica* E. S. Salomón. Las conidias de *L. taurica* pueden germinar a temperatura de 10 a 35°C. Bajo condiciones de invernadero, la infección es favorecida a temperaturas menores de 30°C. Las conidias germinan produciendo tubos germinativos cortos que penetran a través de los estomas. En la región mesofílica de la hoja, se desarrolla un crecimiento profuso de micelio intercelular inmediatamente después de la penetración. Los conidifóros emergen a través de los estomas y producen conidias de forma individual que son transportadas por el viento. Una vez que la infección se ha establecido en una hoja de tomate, las temperaturas superiores a 30°C pueden acelerar tanto el desarrollo de los síntomas como la muerte del tejido foliar (Paulus y Correll, 2001; Blancard, 1996).

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

Planteamientos de control para oidiopsis

Los cultivares comerciales actuales son altamente susceptibles al Oidio, mientras que *Lycopersicon parviflorum* Rick *et al.*, presentan una gran tolerancia a la enfermedad.

Control químico

Materias activas: azufre coloidal, azufre micronizado, azufre mojable, azufre molido, azufre sublimado, bupirimato, ciproconazol, ciproconazol+azufre, dinocap. Dinocap+azufre coloidal, fenarimol, tridimefon trioforina (Paulus y Correll, 2001; Berenguer, 2003).

2.10. Otras alteraciones

2.10.1 Deficiencia de Calcio

Los síntomas por deficiencias de calcio aparecen en el ápice terminal en crecimiento; Si la planta no ha sido podada, los puntos axilares de crecimiento son afectados posteriormente. Las hojas sin desarrollar que se encuentran en el punto de crecimiento desarrollan una clorosis internervial y necrosis marginal, y el ápice en crecimiento muere. Debido a que el transporte de calcio es dependiente de la corriente activa de transpiración, su movimiento ocurre sobretodo hacia las hojas completamente desarrolladas, con una amplia superficie disponible para la transpiración. Una vez depositado, la mayor parte del calcio es incorporada a compuestos orgánicos insolubles; por lo tanto la translocación a las hojas jóvenes es despreciable (Blancard, 1996).

Los frutos al igual que las hojas no desarrolladas, presentan unas tasas de transpiración muy baja; en consecuencia son objeto de la deficiencia de calcio, la cual se manifiesta como una podredumbre apical del fruto. Las condiciones que restringen la absorción o el transporte de calcio, incluso a concentraciones adecuadas de calcio en el sustrato, son las concentraciones altas de cationes

competidores (como NH_4^+ , K^+ , Mg^{++}), salinidad, temperatura baja, suelo seco y humedad alta.

2.10.2. 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 (Tello y Del Moran, 1999; Blancard, 1996).

2.10.3 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).

2.10.4. 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).

2.11 Sustratos

2.11.1 Generalidades

Actualmente en México se están extendiendo rápidamente los sistemas de producción de frutos o partes comestibles de hortalizas en condiciones de invernadero. El sistema más comúnmente utilizado es el producir utilizando sustratos con o sin recirculación de la solución nutritiva. Antes de utilizar un sustrato en explotaciones comerciales es muy importante el conocimiento de las propiedades físicas, químicas y biológicas del mismo; de esto depende el éxito o el fracaso de una buena producción de las partes que se comercializan de un cultivo hortícola. Por otro lado es importante tomar en consideración el costo del sustrato. Es posible que un sustrato barato no posea todas las propiedades físicas, químicas y biológicas

adecuadas de un sustrato caro, sin embargo es importante considerar que éstas se pueden adecuar por medio del manejo, de tal manera que la relación costo/beneficio se puede incrementar utilizando un sustrato barato. (Burés, 1998).

2.11.2 Definición de sustrato

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, ya sea natural o de síntesis, residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de la planta, desarrollando el papel de soporte para la planta. (Bures, 1998)

2.11.3. Características de los sustratos

Antes de utilizar un sustrato para el desarrollo de una planta es necesario caracterizarlo. Caracterizar un sustrato es evaluar sus propiedades físicas, químicas y biológicas, para establecer si son adecuadas para el desarrollo de un cultivo, o bien es necesario hacer alguna adecuación para utilizarlo. (Ansorena , 1994)

2.11.4. Propiedades físicas de un sustrato

Las principales propiedades físicas que se necesitan determinar en un sustrato para caracterizarlo son: densidad aparente, densidad real, granulometría, porosidad total, porosidad de aire, porosidad de agua, agua fácilmente disponible, agua de reserva y agua difícilmente disponible. Las propiedades físicas en un sustrato son fundamentales; si un sustrato no cumple con las propiedades físicas deseables, se pueden cambiar antes de que el sustrato se encuentre en el contenedor con la planta en desarrollo. (Ansorena, 1994)

2.11.5. Propiedades químicas de un sustrato

Las principales propiedades químicas que se deben determinar en un sustrato son: pH, conductividad eléctrica, capacidad de amortiguamiento, capacidad de intercambio catiónico (CIC), nutrimentos disponibles en la solución, elementos pesados y compuestos fitotóxicos. (Ansorena, 1994)

2.11.6. Propiedades biológicas de un sustrato

La bioestabilidad es la principal propiedad biológica y se refiere a la estabilidad de un sustrato orgánico frente a los organismos que lo pueden degradar (Lemaire, 1997). Esta propiedad nos permite saber si un sustrato orgánico permanece sin alterar o con poca alteración durante el ciclo de un cultivo. Para conocer si un material ha sufrido alteración biológica se cuantifica el contenido de materia orgánica inicial y después de un tiempo (varios meses), y estimar el grado de degradación del material utilizado. El contenido de materia orgánica se determina por calcinación (Ansorena, 1994). Otra propiedad biológica importante es la sanidad del sustrato, esto es, si un sustrato es estéril o es necesario esterilizarlo. Algunos sustratos tienen patógenos para algunas especies de hortalizas.

2.11.7. Tipos de sustratos

Los sustratos comerciales tienen mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos y aditivos. Los sustratos más utilizados son: Turbas, las cuales son clasificados según su origen en ; turberas bajas, transición y altas que a su vez subdividen en turba rubia y turba negra, perlita, pumita, vermiculita, compost de cáscara de cacao, tierra volcánica, gravas, arenas, lana de roca, poli estireno y poliuretano (Handerck y Black, 1991).

2.12. Compost

La compost, es un abono orgánico que aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo. Para elaborar compost se puede usar prácticamente cualquier material, difiriendo únicamente en el tiempo de descomposición; es decir, que el compostear es someter la materia orgánica a un proceso de transformación biológica en el que millones de microorganismos actúan sin cesar para así obtener nuestro propio abono natural "el Compost" (Anónimo, 2004).

El estiércol se ha venido utilizando, con fines agrícolas, prácticamente desde que existe ganado; sin embargo, su manejo ha sido deficiente, ya que generalmente se amontona en lugares adyacentes a los establos o donde el ganado pasa la

noche, con la consiguiente pérdida de nutrimentos y deterioro del material al estar sujeto a la acción del sol, la lluvia y el viento; propiciando condiciones de anaerobiosis que provoca la producción de gas metano que contamina el medio ambiente con malos olores. Por tales descuidos en el manejo de este subproducto, se favorece también la proliferación de insectos transmisores de enfermedades, además, la recolección, transporte y aplicación se dificulta al estar el material disperso (Quintero, 2004).

El estiércol contiene valiosos nutrientes que devienen accesiblemente a las plantas cuando se entierra en el suelo. Pero cuando la fermentación se produce al aire libre, gran parte del valor nutritivo se pierde por evaporación y lavado. Muchos nutrientes gaseosos producto de la primera descomposición, como el CO₂, NH₃ y H₂S, se escapan al aire, otros subproductos de la descomposición, como el nitrógeno, la potasa, algo de fósforo y demás micronutrientes, se pierden fácilmente por lavado (Quintero, 2004) .

2.12.1. Generalidades

La alta producción y el elevado consumo de fertilizantes de origen químico, en los sistemas de agricultura intensiva han creado la alternativa de usar sustratos orgánicos, ya que con esto se elimina el riesgo de contaminación por uso racional. El sustrato orgánico a base de estiércol de bovino es una materia prima que en la Comarca Lagunera existe en grandes cantidades; Figueroa y Cueto, (2002) mencionan que se generan aproximadamente 45, 773 toneladas mensuales de estiércol sobre la base de materia seca, provenientes de 239, 099 cabezas de ganado.

2.12.2. Características

La característica principal de los abonos orgánicos: es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una gran cantidad de materia de microorganismos benéficos para la planta, además de una gran cantidad de elementos nutritivos como: N, P, K, Ca, etc., Los sustratos orgánicos provenientes de composteo están libres de patógeno, son inodoros y diferente material original y se obtienen por

procesos aerobios y anaerobios. El proceso aerobio requiere oxígeno lo cual se proporciona por aireación y/o mezclado ya que los microorganismos presentes de este tipo de procesos son aerobios o anaerobios facultativos; mientras que en el proceso anaeróbico, sus poblaciones son anaerobias facultativas (Melgarejo y Ballesteros, 1997).

El uso de abonos orgánicos en terrenos cultivados se remonta casi al nacimiento mismo de la agricultura y presentan las siguientes ventajas: 1) Aumento en la capacidad de retención de humedad del suelo: a través de su estructura granular, la porosidad y la densidad aparente, 2) Formación de complejos orgánicos, con elementos nutritivos que se mantienen en forma aprovechable para las plantas, 3) Menor formación de costras y terrones en el suelo.

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 nutrición de las plantas. Los efectos benéficos generales de la adición de abonos orgánicos al suelo, se traducen en altos rendimientos, que muchas veces no se logra con los fertilizantes químicos (Toyes, 1992).

2.12.3. Nutrientes en la compost

N, P, y K son los símbolos de los tres principales nutrientes que requieren las plantas; por ley, todo producto que se venda como abono debe estar respaldado por un análisis de estos tres minerales: el Nitrógeno para el crecimiento de las partes verdes de la planta, para formación de proteínas y como fuente de alimento en los montones de compost; el Fósforo para la energía de la planta y para las flores y semillas; el Potasio para la síntesis de proteínas y la translocación (o transporte) de los carbohidratos para fabricar tallos robustos. Las plantas requieren también un buen abastecimiento de Materia Orgánica para obtener cantidades suplementarias de nitrógeno, fósforo, azufre, cobre, zinc, boro y molibdeno. Existen otros ocho nutrientes necesarios para las plantas, que sólo en condiciones ideales se encuentran originalmente entre los minerales del suelo. La naturaleza requiere un abastecimiento completo de nutrientes y es nuestra responsabilidad, como buenos

guardianes del suelo, cubrir ese requerimiento. Un análisis de laboratorio para determinar la aplicación de abonos no siempre contempla las necesidades reales del sistema suelo-planta (Quintero, 2004).

En la compost, fertilizante orgánico por excelencia, del 70 al 80 % de fósforo y del 80 al 90 % de potasio, están disponibles el primer año. En el caso del nitrógeno, debido a que todo es orgánico, se tiene que transformar a formas iónicas para poder ser asimilado por la plantas, con una tasa de mineralización alrededor del 11% (Rosen and Bierman, 2005).

2.12.4. Relación Compost – Tomate

Existen trabajos que mencionan que los nutrimentos de la compost cubre los requerimientos del tomate, parcial o totalmente (Márquez y Cano, 2004; Raviv *et al.*, 2004; Raviv *et al.*, 2005). Aunque hay trabajos de investigación que indican lo contrario (Subler *et al.*, 1998; Atiyeh *et al.*, 2000)

Rincón (2002) determinó los coeficientes de extracción de nutrientes del tomate en invernadero en kilogramos por tonelada producida como sigue: 3.0, 1.0, 5.0, 2.5 y 1.0 de N, P₂O₅, K₂O, Ca y Mg, respectivamente.

Hashemimajd *et al.* (2004) menciona que es necesario suministrar elementos nutritivos ya que, la demanda de éstos por la planta, sobrepasa a los contenidos en la compost. En base a lo anterior, Márquez y Cano (2004) mencionan que probablemente las diferencias se pueden atribuir al contenido de los elementos nutritivos de cada compost.

Heeb *et al.* (2005) menciona que los tomates fertilizados con abonos orgánicos tienen mejor sabor que los que únicamente reciben fertilizantes de origen inorgánico.

2.12.5. Empleo de yeso en la agricultura

Los fertilizantes representan agro-insumos fundamentales de los esquemas modernos de producción y constituyen tecnologías cada vez mas necesarias y utilizadas para sostener e incrementar el rendimiento de los cultivos y la producción de alimentos. Bajo estas perspectivas los fertilizantes forman parte vital del desarrollo sustentable de la agricultura ya que permiten hacer frente a la creciente demanda de alimentos de una población en progresiva expansión (Godínez., 2003).

El yeso agrícola ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) es un mineral muy importante debido a que es posible utilizarlo tanto como fertilizante azufrado y también como corrector de suelos sódicos. Una de las propiedades mas detectables del yeso es su alta solubilidad en agua, considerablemente mayor que la de la calcita, pero mucho menor que las sales solubles (Porta *et al.*, 2003).

El yeso agrícola en su forma mineral lógica pura (sulfato de calcio deshidratado) contiene 18.6 y 23 % de Ca. Sin embargo, los yesos comercializados para la agricultura normalmente contienen una riqueza menor de nutrientes debido a la presencia de impurezas, de las cuales las mas comunes son minerales silicatados, calcita, dolomita, etc.

La utilización del yeso como fertilizante azufrado en la agricultura latinoamericana es muy escasa, siendo el uso más común como corrector de pH en suelos alcalinos o salino-alcalinos (Rhoades, *et al.*, 1992).

2.13. Agricultura Orgánica

2.13.1. Generalidades

Zamorano (2005) señala que la agricultura orgánica ha 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 ha 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 ha revolucionado sin perder la esencia de su fundamento, la materia orgánica.

En FAO (2001) se menciona que Japón, la Comunidad Europea y Estados Unidos, son los principales consumidores de productos orgánicos, los cuales tiene un sobre precio del orden del 40%, mientras que en México, López (2004) menciona que el precio es 30 o 40% mas bajo que las convencionales.

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 dólares 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 sorpresa (Gómez *et al.*, 1999).

2.13.2. Conceptos

Comúnmente el término Orgánico se utiliza para designar los compuestos complejos del carbono; pero en agricultura Orgánica, se califica en el sentido más amplio, los materiales compuestos, total o principalmente de substancias de origen animal o vegetal (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 agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agro ecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico. En el intento de describir más claramente el sistema orgánico se usan también términos como "biológico" y "ecológico". 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".

Koepf (1981) menciona que el objetivo primordial de la agricultura orgánica es el de trabajar el suelo lo menos posible, con ello, no se quiere decir que se puede sembrar en un suelo duro y compacto, sino que, tenemos que alimentar a los labradores del suelo, las raíces, lombrices y a todos los seres vivos que allí habitan, para lograr un suelo siempre mullido que requiere por lo tanto de una mínima labor, donde se desarrollaran plantas mas vigorosas y sanas libres de parásitos y optimas de desarrollo a tal grado que sus propias condiciones de defensa-lucha biológica natural son suficientes para combatir un parásito.

Aubert (1981) agrega que al trabajar con agricultura orgánica se lleva una seguridad de que es la actividad más sana que pueda haber, el hombre y la planta trabajan de una forma natural y armoniosa en su propio ritmo. El productor aprende a vivir con las plantas, a conocerlas y a respetar este ritmo, obedeciendo siempre las

leyes de la naturaleza, lo que los lleva a un reencuentro subestimado del hombre con la tierra en un perfecto balance.

Gerbe (1981) considera que para poder llevar a cabo la agricultura orgánica se rechaza el monocultivo, considerado como antiecológico, respetando además los árboles, barreras y demás elementos del entorno natural.

2.13.3. Objetivos

Anónimo (2004) menciona lo siguiente: a) Producir alimentos sanos libres de venenos sin contaminar el medio ambiente, eliminando los insumos químicos, b) Producir alimentos de importancia económica accesibles a la población, c) adoptar tecnologías apropiadas de producción y disminuir insumos externos. d) Producir de forma rentable, de forma sostenible y viable, e) Trabajar en el rescate y conservación de la biodiversidad genética, f) Promover la integridad de los ciclos biológicos, g) Recuperar, conservar y potencializar la fertilidad del suelo, h) Trabajar en el reciclaje de nutrientes y conservar la materia orgánica, i) Utilizar al máximo el potencial natural, genético y productivo de las plantas y animales, conociendo las limitaciones y potencial de las unidades productivas, j) Que los productos orgánicos puedan competir en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, en función de los parámetros de calidad y cantidad.

2.13.4. Ventajas de la Agricultura Orgánica

Según EDUSAT (2003) las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes: a) Establece un sistema productivo compatible, amigable y respetuoso con el medio ambiente, b) Conserva el equilibrio de los recursos naturales, c) Proporciona oportunidades comerciales emergentes, d) Combina los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadoras, e) Fomenta el debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

2.13.5. 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. 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).

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).

2.13.6 Situación de la Agricultura Orgánica en México

Gómez *et al.* (2000) señala que la superficie orgánica presenta un dinamismo anual de 45% a partir de 1996; y para el 2002 se estimó un total de casi 216 mil hectáreas. Para el año 2000, esta agricultura fue practicada por más de 33 000

productores en 262 zonas de producción de 28 estados de la República, lo cual generó 139 millones de dólares en divisas y 16.4 millones de jornales por año. De acuerdo con las estimaciones de 2002 el número de productores se ha incrementado a más de 53 mil, mientras que las divisas han alcanzado más de 280 millones de dólares, también la agricultura orgánica es un sistema de producción con alta utilización de mano de obra, (alrededor de 169 jornales h^{-1}), por lo que generó alrededor de 16.4 millones de jornales.año en el 2000.

La agricultura orgánica ha llamado la atención no sólo de los pequeños productores, sino también de productores medianos y grandes, quienes también buscan opciones que les permitan obtener mejores ingresos. En el año 2000, los productores orgánicos estaban principalmente representados por los pequeños productores (98% del total) de tipo campesino e indígenas organizados (con promedio de 2 ha por productor), quienes cultivaban 84% de la superficie y generaban 69% de las divisas del sector orgánico. En el caso de los productores medianos y grandes (menos del 2% del total), estos cultivaban el 15.8% de la superficie orgánica y generaban el 31% del total de divisas de este sector (Gómez *et al.*, 2001).

2.13.7. Antecedentes de la producción de tomate orgánico en invernadero

Herrera (2001) condujo una investigación en producción orgánica de tomate bajo condiciones de invernadero durante la temporada 2000-2001, donde evaluó cuatro niveles de fertilización orgánica, para lo que utilizó un diseño de bloques al azar. El cultivo se estableció con una densidad de 3,1 plantas. m^2 . Los tratamientos 2 y 3 (175 y 225% de fertilización estándar, respectivamente) arrojaron los más altos rendimientos total y comercial, siendo estadísticamente iguales y superando las 117 t/ha; diferenciándose de los tratamientos 0 y 1 (100 y 75% de fertilización estándar, respectivamente).

San Juan (2005) encontró trabajando con fertilizantes orgánicos bajo invernadero un rendimiento de 134.39 ton. ha^{-1} con el híbrido Boski, y 140 ton. ha^{-1} en el híbrido Big Beef bajo las mismas condiciones.

De León (2004) obtuvo como resultado una producción de 93.91 ton ha⁻¹ con el híbrido Andre con un tratamiento de vermicompost y arena al 50%, 89.88 ton ha⁻¹ con el material Boski bajo el mismo tratamiento, mientras que también obtuvo 71.27 ton ha⁻¹ con el híbrido Andre con un tratamiento de Biocompost y arena a razón de 50%.

Así también Chávez (2004) después de estudiar siete híbridos bajo diferentes tratamientos de arena más compost y arena más perlita en diferentes porcentajes concluyó que sus mejores rendimientos se obtuvieron en arena y compost (37%) y el híbrido Andre con un rendimiento de 89.33 ton ha⁻¹, seguido de perlita y compost (50%) con 77.54 ton.ha⁻¹ con el híbrido Boski, aunque también concluye que los costos por el uso de perlita en lugar de arena aumentan considerablemente.

Por su lado Partida (2005) demostró que el híbrido Red Chief bajo condiciones de invernadero produce un rendimiento de 224.74 ton.ha⁻¹ con un sustrato de arena con compost (de manera graduada) a razón de 50% y quelatos, y 123.1 ton.ha⁻¹ con arena y compost (50%) sin fertilizante.

Dentro del mismo tema Márquez y Cano (2004) reportan un rendimiento de 89.64 ton.ha⁻¹ en la producción de tomate orgánico utilizando compost y arena (50%) sin agregar algún fertilizante más.

Lara (2005) coincide con San Juan (2005) con un rendimiento de 142.1 ton.ha⁻¹ con el cultivar Big Beef con un tratamiento de arena y vermicomposta (50%) y Lara supera a San Juan con un rendimiento de 216.23 ton.ha⁻¹ con el mismo sustrato pero difiere al suministrar la cantidad total de vermicompost de manera fraccionada a lo largo del ciclo productivo, aunque el máximo rendimiento de 235.38 ton ha⁻¹ lo obtuvo con el híbrido Red Chief bajo éste último tratamiento.

Hernández (2003) utilizando el genotipo Gironda bajo invernadero con fertilización química obtuvo un rendimiento de 147.46 ton.ha⁻¹.

En cuanto a la utilización del te de compost Rodríguez *et al.* (2007) lo llaman extracto de vermicompost y mediante su utilización en producción de tomate bajo invernadero obtuvieron un rendimiento de 203 ton.ha⁻¹ con el genotipo Red Chief.

Fonseca (2001) señala que para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15 Kg. m⁻². De acuerdo a Cotter y Gómez (1981) para que una producción se considere exitosa se deben producir bajo invernadero al menos 100 t.acre.año es decir aproximadamente 200 ton.ha⁻¹.año.

Estudios realizados en la Comarca Lagunera por diversos autores, se presentan a continuación: Rodríguez (2002) en un estudio realizado para evaluar la producción de tomate en invernadero en el ciclo otoño-invierno encontró diferencias significativas para todas las variables evaluadas; en el caso de rendimiento, éste fluctuó entre 100.1 y 87.6 ton.ha⁻¹.

Aguilar (2002) evaluando tomate de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero plástico, sin calefacción ni sistema control de temperatura reporta rendimiento de 173.7 ton.ha⁻¹. López (2003) evaluando siete híbridos de tomate en condiciones de invernadero en otoño-invierno encontró diferencias altamente significativas en las variables de calidad excepto en espesor de pulpa. Reportó los mejores híbridos y estadísticamente iguales en rendimiento y presentaron la mayor altura: Bosky, Andre y Gabriela con 221.5, 215.9 y 199.3 ton.ha⁻¹; y una media de 264.4 cm.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del Bajío, Guanajuato y en el municipio de Texcoco Estado de México, con este tipo de estructura se pueden lograr rendimientos de 15 kg. m⁻² con un ciclo de producción de 6 a 7 meses, mientras que en invernaderos de alta tecnología se puede obtener producciones de 52 Kg. m⁻² con un ciclo de cultivo de once meses (Hoyos y Duque, 2002).

Márquez y Cano (2004 y 2005) mencionan que es posible producir orgánicamente tomate bola y tomate cherry con rendimientos superiores a las producciones en campo, suministrando únicamente los nutrientes contenidos en la compost.

III MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización Geográfica y Clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura sobre el nivel del mar de 1 100 metros. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-calido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvias son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992). Palacios (1990) citado por Melo (2007) menciona que los registros de temperatura indican una media anual de 21°C , presentando su valor mas bajo en enero y mas alto en julio. La precipitación promedio es de 220mm anuales, situación que limita la practica de una agricultura de temporal. Las heladas ocurren de noviembre a marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de abril a octubre; la humedad varia en el año, en primavera tiene un valor promedio de 30.1%, en otoño de 49.3% y finalmente en invierno un 43.1% (CENID-RASPA, 2000).

3.2. Localización del experimento

El experimento se estableció en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), localizado en el Km. 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, en las coordenadas geográficas de 103° 14' de longitud Oeste al meridiano de Greenwich y 52° 32' de latitud Norte, con una altitud de 1120 msnm, en el municipio de Matamoros, Coahuila, dentro de la Comarca Lagunera (CETENAL, 1970).

3.3. Tipo y condiciones del invernadero

El experimento se realizó bajo un invernadero semicircular con sistema de ventilación y calefacción de 250 m² con estructura totalmente metálica, cubierto lateralmente por láminas de policarbonato y doble capa de plástico en el techo; el sistema de enfriamiento consiste en una pared húmeda colocada en el extremo

opuesto a la puerta de acceso, además de dos extractores colocados a ambos lados de la misma puerta. Mientras que la calefacción fue suministrada con un quemador de gas, ambos programados automáticamente. El sistema de riego fue por goteo. Para el drenaje de los lixiviados de las macetas, el invernadero cuenta con estructuras de concreto en el centro donde coinciden dos hileras de macetas, este lixiviado corre por dicho concreto, se unen todos y salen a través de una tubería que descansa en la parte externa del invernadero en una cisterna.



Pared húmeda

Invernadero

Extractores

Figura 3.1. Invernadero y sistemas de extracción y enfriamiento. CELALA-INIFAP. 2007.

3.4. Genotipo

Se evaluó un genotipo de tomate de crecimiento indeterminado el cual se caracteriza por su larga vida y tamaño grande de excelente sabor, este genotipo fue Big Beef, dicho híbrido se caracteriza por su larga vida de anaquel así como a su alta resistencia sobre el Virus del mosaico del tomate, *Verticilium albo-atrum*, *Verticilium dahliae*, *Fusarium oxysporum f. Sp. Lycopersici*.

3.5. Sustratos

Para la realización de este trabajo de investigación se utilizaron tres tipos de sustratos, estos son: arena, compost normal y compost con yeso.

La arena fue, arena de río, este sustrato inerte fue utilizado tanto para la fertilización orgánica como para la fertilización inorgánica, así también para la mezcla con los dos tipos de compost.

Por otro lado la compost tiene su origen en estiércol de ganado bovino, el cual fue procesado por un lapso promedio de dos meses.

El yeso que se utiliza en la agricultura tiene como objetivo la neutralización de los suelos alcalinos y salinos, como también mejora la permeabilidad de los materiales arcillosos, además de aportar azufre. Todo ello contribuye a incrementar la productividad de los cultivos, también contribuye a mejorar la estructura del suelo y condiciones de irrigación, a la vez que modifica la acidez de los mismos.

Otro efecto benéfico es la estabilización de la materia orgánica y la disminución de la toxicidad de los materiales pesados (porta et al 2003).

El sulfato de calcio en su forma mineral de yeso y anhidrita, tradicionalmente ha tenido un uso esencialmente destinado a la fabricación de cemento u otro producto de la industria de la construcción. En los últimos años la aplicación de estos minerales a los fines agrícolas esta desarrollando un interés creciente por su acción en el rendimiento de los cultivos.

3.6. Diseño Experimental

Se utilizo un diseño Completamente al Azar con 10 repeticiones, para lo cual se utilizaron los siguientes tratamientos: el tratamiento T1; consistió en arena al 100 % como sustrato con una fertilización orgánica, T2; arena al 100% con una Fertilización Inorgánica, T3; arena como sustrato con compost normal y fertilización inorgánica, T4; arena y compost normal con fertilización de Té compost, T5; arena y compost normal con fertilización orgánica, T6; arena y compost con yeso y fertilización inorgánica, T7; arena y compost con yeso y fertilización orgánica, T8; arena y compost con yeso y fertilización con Té de compost.

Cuadro 3.1. Diseño de tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.

Tratamiento	Sustrato	Fertilización	Genotipo
T1	Arena	Organica	Big Beef
T2	Arena	Inorganica	Big Beef
T3	Arena y compost normal	Inorganica	Big Beef
T4	Arena y compost normal	Té de compost	Big Beef
T5	Arena y compost normal	Organica	Big Beef
T6	Arena y compost con yeso	Inorganica	Big Beef
T7	Arena y compost con yeso	Organica	Big Beef
T8	Arena y compost con yeso	Té de compost	Big Beef

3.7. Fertilización

Para la realización y buen desarrollo de esta investigación se utilizaron tres tipos de fertilizaciones, una a base de té de compost, una orgánica y otra inorgánica.

3.7.1. Té de compost.(extracto de compost)

Este té se preparó diariamente durante el desarrollo de la investigación, para tal efecto se desarrollo la siguiente metodología.

1. En un tambo se colocan 75 lts. de agua, esta tenía su origen en agua de pozo.
2. En una bolsa porosa (“morral” de plástico) se pesan y colocan 2.5 Kg. de compost.
3. En una cubeta (20lts) se coloca agua a la mitad de ésta y se introduce la bolsa con la compost dentro, en esta cubeta se lava la compost dos o tres veces, ésto con la finalidad de eliminar el exceso de sales que contiene dicha compost.
4. Una vez lavada se introduce la bolsa con la compost al tambo donde previamente fue colocada el agua.
5. Se agregan 40 grs. de azúcar o piloncillo (supliendo a la melaza) como alimento para los microorganismos.
6. Se agregan 12 ml. de Biomix N y 8 ml. de Biomix P, ésto con la finalidad de complementar las deficiencias nutrimentales de la compost.
7. Se coloca una bomba de aire (“oxigenador” o bomba de pecera) con la finalidad de que produzca un flujo continua de oxigeno dentro de la solución,

esta realizaba su función justo en la parte baja del tambo, esta acción se lleva a cabo durante un lapso de 24 horas.

8. Una vez transcurrido el tiempo se encuentra listo para usarse.

Preparación del té de compost.

Figura 3.2. Pasos para la preparación del Té de compost. CELALA-INIFAP. 2007.



Este té se aplicó en los tratamientos T4 y T8 a razón de medio litro (500 ml.) por maceta diariamente a partir del 20 de diciembre de 2006, pues se considera que la composta que contiene el sustrato tiene los suficientes nutrientes para abastecer la planta a partir del trasplante y hasta esta etapa, siendo después de este lapso que se han presentado las mayores deficiencias cuando solo se utiliza compost, y se agudiza más el problema para el caso del elemento Nitrógeno, pues Raviv *et al* (2004) citados por Rodríguez *et al* (2007) indican que después de dos meses del trasplante las plantas crecidas en vermicompost requieren ser fertilizadas, porque el sustrato resulta deficiente en nutrientes al ser lixiviados o absorbidos por la planta.

3.7.2. Fertilización orgánica

Para el caso de la fertilización orgánica que son los tratamientos T1, T5 y T7, se empezó a suministrar a partir del 20 de diciembre de 2006. Esta fertilización fue a base de productos de carácter orgánico que ya se comercializan como tales. Par tal efecto la dosis de fertilización fue como continuación se presenta:

Cuadro 3.2. Fertilización orgánica aplicada en las diferentes etapas. CELALA-INIFAP. 2007.

Primera etapa		Segunda etapa	
Elemento	ml. o grs.	Elemento	ml. o grs.
Biomix N ¹	171.6 ml.	Biomix N	171.6 ml
Biomix K ²	312.0 ml.	Biomix K	312.0 ml.
		Bioquel Fe ³	8 grs.

Para 150 lts. de agua.

¹ (30-00-00)

² Compuesto de K₂O (16.5) %; P₂O₅ (4.5 %); Vitaminas, Ac. Pantoténico y Glutámico (3.1%); Aminoácidos libres (2.72%); Fitorreguladores de crecimiento (Auxinas, Giberelinas, Citocininas) (110 ppm.) y promotores biológicos (62.87%).

³ Compuesto de Hierro (6 %); Azufre (10,2 %) y EDDHSA (83.8 %)

Durante la primera etapa (antes de la floración y producción) se aplicó una cantidad de 250 ml. por cada maceta para que durante la segunda etapa se duplicará la cantidad suministrándose 500 ml. por cada maceta por día.

3.7.3. Fertilización inorgánica

En lo que respecta a los tratamientos T2, T3 y T6, la fórmula de fertilización fue inorgánica, y esta se componía con los siguientes elementos y cantidades, (para 150 lts. de agua).

Cuadro 3.3. Fertilización inorgánica aplicada en las diferentes etapas. CELALA-INIFAP. 2007.

Primera etapa		Segunda etapa	
Fertilizante	Cantidad (grs.)	Fertilizante	Cantidad (grs.)
N	171.6 ml	Fósforo	1600
K	312.0 ml	Ferticare NK	3850
		Nitrato de Calcio	3600
		Nitrato de Magnesio	1800
		Maxiquel multi ¹	100
		Bioquel Fe	100

¹El Maxiquel multi es un fertilizante quelatizado constituido por fierro (4%), zinc (2%), manganeso (1%), boro (1%), EDDHA (57%) y acondicionadores orgánicos (35%).

La cantidad aplicada en la segunda etapa al igual que los tratamientos anteriores se dividió en dos partes; primero se aplicó 250 ml por maceta diariamente, esto a partir del 28 de octubre de 2006 y hasta el 27 de noviembre, mientras a partir del 28 de noviembre la dosis fue de 500 ml. por maceta

3.8. Riego

Este se realizó a cabo mediante el sistema de goteo y programación vía computacional; como inicio del experimento se regaron las macetas hasta que estas empezaron a drenar, para después programar los riegos en función del sustrato, del tiempo atmosférico y por supuesto las necesidades de la planta. El gasto que arrojó cada gotero fue de 280 ml. en 5 minutos de riego, aspecto que se mantuvo constante durante todo el experimento. Los riegos consistieron en dos o tres riegos diariamente con una duración de cinco minutos cada uno. Sin considerar la fertilización.

3.9. Drenaje

Este se llevaba a cabo mediante orificios en igual número y dimensiones para todos los tratamientos, hechos en la parte inferior de las bolsas (macetas) que contenían el sustrato, así también mediante una canaleta de concreto donde coincidían los escurrimientos de las macetas y por donde escurrían hacia un tinaco

colocado en la parte exterior del invernadero y el cual se vaciaba cada que era necesario.

3.10. Control de Plagas y Enfermedades

Con la finalidad de muestrear, prevenir y controlar se establecieron trampas amarillas en los pasillos del invernadero, también se llevaron a cabo inspecciones para detectar e identificar organismos que estuviesen dañando a la planta. En los casos de presencia de algún posible enfermedad y agente vector de esta o presencia de plagas se identificaron vía microscopio y asesoría de la M. C. Yasmín I. Chew Madinaveitia especialista en la materia

La enfermedad que se presentó con mayor incidencia fue *Fusarium*, seguida con muy poca presencia de *Alternaria* y Cenicilla. En cuanto a las plagas insectiles se tuvo presencia de Mosquita blanca, Pulgón negro y Paratrioza, cabe mencionar que en el caso de las plagas el problema se agudizó en la etapa final del ciclo, es decir, cuando las plantas se encontraban ya en producción de los últimos racimos. Es de mencionar también que para el caso de la Paratrioza muy específicamente presentó un crecimiento exponencial en la etapa final del cultivo, para lo cual se realizó el control correspondiente aunque no fue suficiente y ésta se mantuvo hasta el final del ciclo, situación similar de *Fusarium*, la cual ocasionó la muerte de algunas plantas disminuyendo el número total de estas, viéndose más afectados los tratamientos T2, T3 y T6.

Para la prevención y control de estas situaciones se realizaron las aplicaciones (Cuadro 3.4.), las cuales fueron con productos orgánicos.

Cuadro 3.4. Productos utilizados para el control de plagas enfermedades. CELALA-INIFAP. 2007

Producto	Aplicaciones	Problema de controla	
Amistar	4	Cenicilla	Funguicida
Bio F y B	3	Hogos y bacterias de raíz	Certificado por IFOAM
Bio-Insect	6	Mosquita blanca	Certificado por IFOAM
Decis	1	Grillos	Insecticida
Endosulfan-Mitac	2	Mosca negra	Insecticida
FLY-NOT	5		
MYCOBAC <i>Mignorum trichoderma</i>	2	Fusarium, Phytoptoor, Phytium,	Fungicida biológico
Kell-Nemm	1	Mosquita blanca	
Sedric	2	Alternaria y cenicilla	Fungicida orgánico

3.11. Manejo del Cultivo

3.11.1. Siembra y trasplante

La siembra se llevó acabo el día ocho de septiembre del 2006 en charolas de 200 cavidades, en cuanto al trasplante , éste se realizó el día veinte de octubre del mismo año en bolsas de polietileno negro de 18 Kg., éstas fueron previamente perforadas para favorecer el drenaje y se colocó el sustrato en función de cada tratamiento. Para la realización del trasplante se humedeció completa y previamente (un día antes) cada maceta, colocándose una planta por maceta a una profundidad aproximada de 15 cm. Las bolsas fueron llenadas de sustratos de acuerdo a los tratamientos, quedando de la siguiente manera: A) Para los tratamientos T3, T4 Y T5 se preparó una mezcla de arena y compost normal (1:1); B) Para los tratamientos T6, T7 Y T8 se utilizo como sustrato una mezcla de arena y compost con yeso (1:1); C)Para los tratamientos T1 Y T2 el sustrato consistió al 100% en arena.

3.11.2. Entutorado

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo sosteniendo cada planta con rafia, hincándose cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm. con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello evitar que las hojas y frutos queden en contacto con el suelo y/o sustrato. Esta labor se llevo a cabo con un amarre de la

rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento de éste, para posteriormente y conforme la planta presentó crecimiento se enredaba la rafia a la planta, labor realizada generalmente cada semana.

3.11.3. Podas

Poda de axilares. Con la finalidad de mantener la planta a un solo tallo se realizó esta actividad que consiste en eliminar los brotes con capacidad de convertirse en ramas y las cuales salen en la parte baja de las hojas, tratando siempre que se eliminaran en el estado más tierno posible para evitar daños a la planta. La finalidad es evitar competencia con el tallo principal.

Poda de hojas senescentes. Esta labor se realizó para evitar que estas hojas se vuelvan parásitas, ya que en este estado dejan de producir fotosintatos, además de que por encontrarse en las partes bajas de la planta forman un microclima propicio para el desarrollo de hongos y enfermedades y por otro lado favorecer la aireación. En esta poda se eliminaron las hojas bajas hasta donde se encontraba el primer racimo (de abajo hacia arriba) en producción a lo largo del ciclo.

Poda de frutos o aclareos. Con ayuda de tijeras de poda se eliminaron los frutos excedentes en cada racimo, dejando de esta manera los primeros cinco frutos en el primer racimo y los cuatro primeros en los racimos siguientes; éstas son las densidades que más se recomiendan en las producciones comerciales.

Poda de yema apical. Esta se realizó cuando la planta completaba sus primeros ocho racimos, pues de esta manera estaba planteado el experimento, esta actividad varió en tiempo entre tratamientos y entre genotipos.

3.11.4. Bajado de plantas

Con las finalidades de que por un lado facilitar la toma de datos, polinización y cosecha, y por otro evitar que la planta se encuentre en la zona de máxima acumulación de calor del invernadero (zona alta) se realizó esta actividad, bajando

todas plantas en una misma dirección por cuestiones de estética , pero sobre todo para tenerlas planamente identificadas a cada una.

3.11.5. Polinización

Esta labor se realizó manualmente para ello nos auxiliamos de un vibrador, procurando siempre realizarla al medio día, ya que en esa hora coinciden luminosidad, temperatura y humedad relativa los más óptimo posible para que el polen esté disponible y sobre todo viable. Consistiendo en hacer pasar el vibrador por un lapso de 5 segundos en el pedúnculo de cada flor.

3.11.6. Fertilización

Aunque hay otro apartado para esta actividad, es de mencionar, que el Té de compost por su granulometría presentaba la dificultad de poder tapar los goteros, así que esta labor se realizó diariamente de manera manual con los fertilizantes y cantidades para cada tratamiento.

3.11.7. Cosecha

Figura 3.3. Grados de madurez del fruto de tomate: 1, Verde maduro; 2, Inicio de color; 3, Pintón; 4, Rosado; 5, Rojo pálido y 6, Rojo. (Hazera, 1999).



Esta actividad se realizó una vez por semana, pero dividida en dos partes, en la primera, se cosecharon los frutos de producción, la cual, se llevó a cabo cuando el fruto presentaba una coloración rosada o el 30% pero no más del 60 % de rojo en promedio, también conocido como 1/3 y hasta 2/3 de coloración, mientras que para la segunda, la cosecha de calidad, para la cual se dejaba que el fruto dos y tres de cada racimo superará el 60% de su coloración.

3.12. Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, número de nudos y rendimiento en ton ha^{-1} e inicio y fin de floración por cada racimo, los tres primeros fueron medidos semanalmente, mientras que la floración cada tercer día. En cuanto a la calidad, ésta fue cuantificada al medir las variables de diámetro polar y ecuatorial (vernier), peso del fruto (bascula granataria de precisión de hasta 600 grs.), grados Brix (refractómetro) ATARGO, con una escala de 0-32 °Brix, espesor de pulpa (regla milimétrica), color (tabla de colores) y número de lóculos.

La forma de fruto se evaluó de acuerdo la siguiente clasificación:

Figura 3.4. Formato para evaluar forma del fruto en tomate bola (Hazera, 1999).



3.13. Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza, considerando cada una de las características evaluadas; cuando se encontraron diferencias significativas se realizó una comparación de media por el método de D.M.S al 5% y Contrastes Ortogonales para fertilizaciones y los diferentes tipos de compost. Los análisis de varianza se llevaron a cabo mediante el paquete estadístico *Statistical Analysis System (SAS)* versión 6.12 (SAS, 1998).

Para analizar las variables de floración, se obtuvieron ecuaciones de regresión para el inicio y fin de la floración, donde “y” son días después de trasplante (ddt) en que inicia o finaliza cada racimo; mientras “x” es el número de racimos estimados.

Posteriormente se estimó los ddt en que aparecerán las flores de los racimos uno y ocho con la finalidad de hacer una comparación para los diferentes tratamientos en que aparecerán y finalizaran (ddt) los racimos. (Cuadro 4.4).

Aplicando la misma metodología que se utilizó para analizar floración, ahora aplicada a las variables altura de planta (Cuadro 4.2) y número de nudos estimando de esta manera el incremento en altura (cm) y número de nudos (Cuadro 4.3) para ambas variables a los 100 y 200 ddt.

Dentro de las variables que determinan la calidad de fruto, la forma, hombros, color interior y exterior se consideraron las clasificaciones ya establecidas para cada variable reportándose la media modal de cada uno.

IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Rendimiento en Ton.Ha⁻¹

El análisis de varianza para este parámetro señalo diferencia estadística entre ellos, en donde el tratamiento (T5) a base de arena y compost normal y fertilización orgánica con 195.75 ton.ha⁻¹; (T1) a base de Arena como sustrato y fertilización orgánica con 177.31 ton.ha⁻¹; (T7) a base de arena y compost con yeso y fertilización orgánica con 171.80 ton.ha⁻¹ y estadísticamente iguales entre sí, superando al resto de los tratamientos con producciones que fluctúan desde 41.81 ton.ha⁻¹ y 104.55 ton.ha⁻¹ para el caso específico del tratamiento con arena y compost con yeso y fertilización inorgánica (T6), y al tratamiento de arena y compost normal con fertilización inorgánica (T4) respectivamente.

El estudio económico no llevado de la manera mas estricta, ya que solamente se consideraron las fuentes de Fertilización y sustratos, sin considerar los demás factores que influyen en un sistema de producción, nos da una clara idea de que los tratamientos que fueron estadísticamente iguales y superiores al resto de los tratamientos en cuanto a rendimiento pueden llegar a tener entre ellos diferencias en la relación Costo-Beneficio, que es finalmente lo de mayor importancia para el productor.

De los tres mejores tratamientos orgánicos se distingue el sustrato de arena con compost-normal y el de arena (100%), donde ambos reportan utilidades económicas muy similares, siendo el de arena con compost normal (T5) el que registra rendimientos y utilidades minimamente superiores con respeto al sustrato a base de arena (T1). A expensas de considerar el resto del los factores de producción se pude decir que T1 y T5 son económicamente mas rentables.(Cuadro A-14.)

Cuadro 4.1. Resultados de los rendimientos promedios en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.

Fertilización	Sustrato	Rendimiento promedio (ton/ha)		Tratamiento
Orgánica	Arena y compost normal	195.75	a	5
Orgánico	Arena	177.31	a	1
Orgánica	Arena y compost con yeso	171.80	a	7
Té de compost	Arena y compost normal	104.55	b	4
Inorgánica	Arena y compost normal	80.12	bc	3
Té de compost	Arena y compost con yeso	68.88	bc	8
Inorgánica	Arena	66.91	bc	2
Inorgánica	Arena y compost con yeso	41.81	c	6

Melo (2007), reportó rendimientos en fertilización orgánica de 167.02 ton ha⁻¹ para la variedad BS, mientras que para Big Beff reportó 140.47 ton.ha⁻¹ y para la variedad Bosky reportó 128.3 ton.ha⁻¹. Los cuales son rendimientos inferiores al rendimiento promedio de 181.62 ton.ha⁻¹ de los tres tratamientos fertilizados de manera orgánica. Hecho que manifiesta lo significativo y bondades de este factor en la obtención de rendimientos superiores en volumen y calidad del producto.

La adición de algunos fertilizantes orgánicos o té de compost a un sustrato que ya tenga compost puede incrementar los rendimientos ya que De León (2004), reporta rendimientos de 93.91 ton.ha⁻¹ con el híbrido Andre con un tratamiento de vermicompost y arena al 50 % , 89.88 ton.ha⁻¹ con el híbrido Bosky bajo el mismo tratamiento, mientras que también obtuvo 71.27 ton.ha⁻¹ con el híbrido Andre con un tratamiento de biocompost y arena a razón de 50 %; siendo estos promedios inferiores al rendimiento promedio de 181.62 ton.ha⁻¹ que se obtuvo en el presente trabajo.

San Juan (2005), encontró trabajando con fertilizantes orgánicos bajo condiciones de invernadero un rendimiento de 134.39 ton.ha⁻¹ con el genotipo Bosky y 140 ton.ha⁻¹ con el híbrido Big Beef, siendo estos inferiores al rendimiento promedio de 181.62 ton.ha⁻¹ de los tres tratamientos fertilizados de manera orgánica.

Rodríguez *et al.* (2007) utilizando té de compost en la producción de tomate bajo invernadero obtuvieron un rendimiento de 203 ton.ha⁻¹ con el genotipo Red Chif,

siendo este resultado superior al rendimiento promedio de 181.62 ton ha⁻¹ e incluso mayor al rendimiento mas alto (195.75 ton.ha⁻¹) de la fertilización Orgánica que se obtuvo en este trabajo.

Hernández (2003), utilizando el genotipo Girona bajo invernadero con fertilización Inorgánica, obtuvo un rendimiento de 147.46 ton.ha⁻¹; superando el rendimiento promedio de 62.95 ton.ha⁻¹ obtenido mediante la fertilización inorgánica que aquí se analiza.

Oton (2005), reporta un rendimiento de 183.48 ton.ha⁻¹ en la producción de tomate bajo invernadero para el genotipo BS en arena y vermicompost con fertilización Inorgánica, mientras que en el rendimiento promedio obtenido en este trabajo fue de 62.95 ton.ha⁻¹ utilizando fertilización inorgánica.

Partida (2005), bajo las anteriores consideraciones, en lo sucesivo se requerirá de un análisis económico de los tratamientos evaluados para efectuar un estudio de su rentabilidad, dadas las grandes diferencias en producción de los tratamientos probados.

4.2. Altura de planta

Se obtuvieron ecuaciones de regresión para cada una de las interacciones estudiadas (Cuadro 4.2). Posteriormente se estimó la altura a partir de las ecuaciones obtenidas a los 100 y 200 días después del trasplante (ddt). El uso de esta regresión nos resulta de utilidad para predecir los valores y el tiempo al que abra que efectuar nuestras practicas culturales tendientes a regular este carácter con la finalidad de atender la máxima eficiencia productiva.

La mayor altura, a los 100 ddt, se presento en la fertilización orgánica con un sustrato de arena y compost con yeso a razón (1:1), siguiéndole la misma fertilización pero con un sustrato de arena y compost norma a razón (1:1) y a los 200 ddt, las mayores alturas coinciden con la misma fertilización y el sustrato que se presentó a los 100 ddt. Respecto a las combinaciones que presentaron menor altura a los 100 ddt fueron la fertilización inorgánica con un sustrato de arena y compost

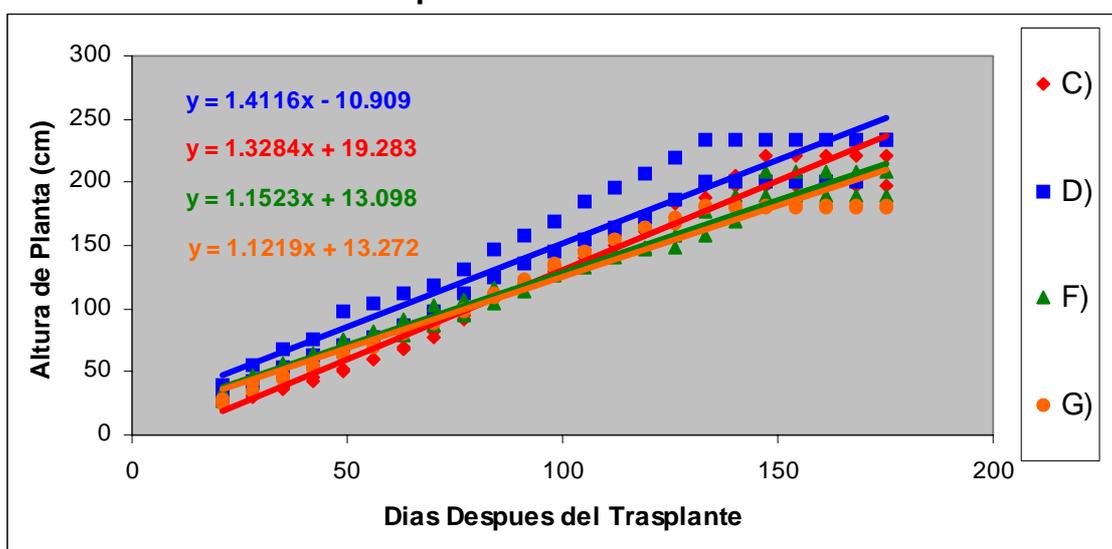
con yeso a razón (1:1) y la misma fertilización con un sustrato de arena al 100 %, y para los 200 ddt coinciden las mismas fertilizaciones con los respectivos sustratos.

Márquez y Cano (2004) mencionan un rango de alturas, obtenidas evaluando porcentajes de compost y sustratos inertes en un ciclo de 135 días, entre 36.7 y 141.79 cm. Moreno *et al.* (2005) mencionan que no existe variación de alturas a diferentes niveles de vermicompost, producidas de diferente fuente.

Cuadro 4.2. Ecuaciones de regresión para la variable Altura de Planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007

Fertilización	Sustrato	Ecuación de regresión	R ²	Altura estimada cm	
				100(DDT)	200(DDT)
Inorgánica	Arena y compost yeso	6 y = 0.3194x + 30.969	0.46	62.29	94.85
Inorgánica	Arena y compost normal	3y = 0.5956x + 38.682	0.76	98.24	157.80
Orgánica	Arena y compost yeso	7y = 1.3284x + 19.283	0.96	152.12	284.96
Orgánica	Arena y compost normal	5y = 1.4116x - 10.909	0.93	130.25	271.41
Té compost	Arena y compost yeso	8y = 0.9323x + 8.0863	0.81	101.31	194.55
Té compost	Arena y compost normal	4y = 1.1523x + 13.098	0.98	128.33	243.56
Orgánica	Arena	1y = 1.1219x + 13.272	0.95	125.46	237.65
Inorgánica	Arena	2y = 0.6206x + 16.24	0.71	78.3	140.36

Figura 4.1. Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable altura de planta. CELALA-INIFAP. 2007.



- C) arena y compost yeso con fertilización orgánica
- D) arena y compost normal con fertilización orgánica
- F) arena y compost normal con Té de compost
- G) arena con fertilización orgánica

4.3. Numero de Nudos

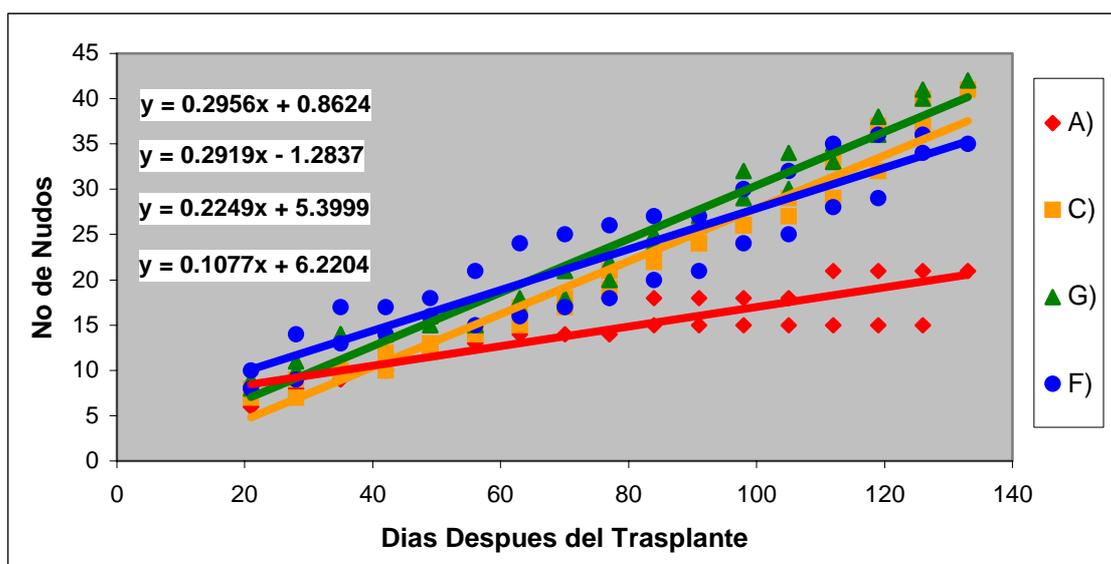
A mayor numero de nudos que presente una planta aumentaran los fotosintatos producidos por la planta.

Utilizando las ecuaciones de regresión para la variable nudos a 100 ddt la fertilización inorgánica con el sustrato arena y compost con yeso presentan aproximadamente 32.21 nudos y manteniéndose esta fertilización y sustratos hasta los 200 ddt estimados como la fertilización que mayor numero de nudos produce. (Cuadro 4.3.)

Cuadro 4.3. Ecuaciones de regresión para la variable numero de nudos en la planta en tomate en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP. 2007.

Fertilización	Sustrato	Ecuación de regresión	r ²	Nudos Estimados	
				100(ddt)	200(ddt)
Inorgánica	Arena y compost yeso	$y = 0.2915x + 3.0551$	0.70	32.21	61.36
Inorgánica	Arena y compost normal	$y = 0.2939x - 1.3983$	0.86	28	57.38
Orgánica	Arena y compost yeso	$y = 0.1977x + 6.9277$	0.97	26.70	46.47
Orgánica	Arena y compost normal	$y = 0.1x + 6.6556$	0.93	16.66	26.66
Té compost	Arena y compost yeso	$y = 0.2957x - 0.1255$	0.90	29.44	59.01
Té compost	Arena y compost normal	$y = 0.2371x + 3.7653$	0.92	27.48	51.19
Orgánica	Arena	$y = 0.2364x + 0.6446$	0.96	24.28	48
Inorgánica	Arena	$y = 0.1754x + 2.4955$	0.87	20.03	37.58

Figura 4.2. Gráficos que se comportaron de la mejor manera en cuanto a la variable numero de nudos. CELALA-INIFAP. 2007.



- A) arena y compost yeso con fertilización inorgánica
- C) arena y compost yeso con fertilización orgánica
- F) arena y compost normal con Té de compost
- G) arena con fertilización orgánica

4.4. Floración

El primer racimo floral aparece a los 23.20 ddt con una fertilización inorgánica con arena y compost con yeso, seguida a los 23.54 ddt la fertilización de té con arena y compost normal, mientras que el octavo racimo floral aparecerá a los 121.21 DDT con una fertilización orgánica con arena y compost normal siendo estas combinaciones las mas precoces con respecto a los demás tratamientos evaluados. (Cuadro 4.4.)

Cuadro 4.4. Ecuaciones de regresión y estimaciones de racimos en los diferentes tratamientos. CELALA-INIFAP.2007.

Tratamiento	INICIO FIN		r ²	Racimos estimados	
				1°(ddt)	8°(ddt)
T3	INICIO	y = 17.994x + 5.2143	0.97	23.20	149.17
	FIN	y = 18.607x + 24.018	0.92	42.63	173
T4	INICIO	y = 18.381x + 5.1607	0.97	23.54	152.81
	FIN	y = 16.232x + 36.518	0.88	53	166.37
T5	INICIO	y = 12.935x + 17.732	0.98	30.67	121.21
	FIN	y = 13.595x + 29.571	0.97	43.17	138.33
T8	INICIO	y = 18.982x + 21.018	0.95	40	172.87
	FIN	y = 20.548x + 35.395	0.93	56	200
T2	INICIO	y = 13.988x + 25.804	0.99	40	137.71
	FIN	y = 13.244x + 47.964	0.97	61.21	154
T1	INICIO	y = 13.131x + 31.536	0.98	44.65	136.6
	FIN	y = 12.411x + 53.339	0.98	66	152.62
T6	INICIO	y = 14.97x + 30.196	0.99	45.15	150
	FIN	y = 11.744x + 61.464	0.92	73.20	155.41
T7	INICIO	y = 15.696x + 33.679	0.92	49.38	159.25
	FIN	y = 11.916x + 71.628	0.73	83.55	167

T1:arena 100% y fertilización orgánica; T2: arena 100% y fertilización inorgánica; T3: arena con compost-normal fertilización inorgánica; T4: arena con compost-normal y Té de compost; T5: arena con compost-normal y fertilización orgánica; T6: arena con compost-yeso y fertilización inorgánica; T7: arena con compost-yeso y fertilización orgánica; T8: arena y compost-yeso con Té de compost.

El tratamiento mas precoz aquí obtenido tarda mas días en emitir el primer racimo en comparación a De León (2004) quien reporta menos tiempo (primer racimo aparece entre los 16.86 y los 20.49 ddt) .

4.5. Calidad de Fruto

Cuadro 4.5. Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Rendimiento, Peso de Fruto, Diámetro Ecuatorial y Diámetro Polar. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento	Rendimiento	Peso de Fruto	Diámetro Ecuatorial	Diámetro Polar
	t/ha ⁻¹	g	Cm	Cm
T1	177.31 a	194.53 ab	7.36 c	5.92 bc
T2	66.91 bc	126.31 cd	6.05 e	4.99 d
T3	80.12 bc	92.88 d	5.67 e	4.78 d
T4	104.55 b	160.14 bc	6.75 cd	5.52 c
T5	195.75 a	213.37 a	7.41 b	6.55 a
T6	41.81 c	43.9 e	4.01 f	3.60 e
T7	171.80 a	207.79 a	7.49 a	6.11 b
T8	68.88 bc	142.19 c	6.37 d	5.55 c

4.5.1. Peso de Fruto

El análisis de varianza con un coeficiente de variación (c.v) de 40.85 mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados. Siendo los tratamientos T5 y T7 significativamente iguales y mejores con respecto a los demás, mientras que el tratamiento T6 fue el que presentó el peso promedio mas bajo. (Cuadro 4.5.)

Melo (2007) reporto analizando el genotipo Big Beef un peso promedio de 236.11g con una fertilización orgánica y 265.33g con una fertilización inorgánica, siendo estos superiores a los obtenidos en este análisis.

4.5.2. Diámetro Ecuatorial

El análisis de varianza con un coeficiente de variación de 15.53 arrojo significancia con respecto a los tratamientos evaluados. El tratamiento T7 fue superior a los demás tratamientos con un diámetro de 7.49 cm y el que presento un menor diámetro ecuatorial fue el tratamiento T6.(Cuadro 4.5.)

Los resultados obtenidos en el tratamiento T5 y T2 (cuadro 4.5.) no concuerdan con Partida (2005) ya que reportó un diámetro de 7cm con una fertilización orgánica con arena y compost a razón (1:1) y 7.41cm con una fertilización inorgánica.

4.5.3. Diámetro Polar

El análisis de varianza mostró un coeficiente de variación de 13.78 con diferencia significativa resultando el experimento diferente estadísticamente, donde el tratamiento T5 resulto el mejor con un diámetro polar de 6.55cm mientras que el que obtuvo menor diámetro fue el tratamiento T6.

Borrallas (2006) con fertilización de Té de compost y arena al 100% obtuvo 6.7cm de diámetro polar y 6.8cm con sustrato arena y compost a razón (1:1) superando al tratamiento T7 que presento 6.11cm, siendo éste el mejor de todos los tratamientos evaluados.(Cuadro 4.6.)

Cuadro 4.6. Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Numero de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento	Sólidos Solubles	Espesor de Pulpa	NUMERO DE LÓCULOS
	°Brix	cm	
T1	4.28 c	0.76 a	4.27 bc
T2	7.63 b	0.65 b	4.72 a
T3	8.28 b	0.613 bc	4.86 a
T4	3.53 d	0.615 b	5.05 a
T5	3.96 c	0.79 a	4.50 ab
T6	11.70 a	0.57 c	3.61 c
T7	4.48 c	0.75 a	5.04 a
T8	3.76 cd	0.64 b	4.77 a

4.5.4. Sólidos Solubles

El análisis de varianza realizado, arrojó diferencias significativas para todas las fuentes evaluadas con un coeficiente de variación de 25.44. Al evaluar grados brix resulto que el tratamiento T6 fue el mejor con 11.70 siendo éste diferente

estadísticamente a todos los tratamientos restantes y el tratamiento que presentó resultados mas bajos fue el tratamiento T4. (Cuadro 4.6.)

Los resultados obtenidos se contradicen a lo encontrado con Márquez y Cano (2004) quienes mencionan que el uso de compost favorecen el incremento de grados brix, siendo que en esta investigación la fertilización Inorgánica fue la que incremento dichos sólidos solubles e incluso con compost normal y fertilización de Té de compost (todo orgánico) fue la que registro menos grados brix.

4.5.5. Espesor de Pulpa

El análisis de varianza resume una diferencia significativa para todos los tratamientos evaluados, dando un coeficiente de variación de 18.34 y donde las tres fertilizaciones orgánicas (T1,T5 y T7) mostraron los mayores grosores de pulpa y son iguales estadísticamente y diferentes a los tratamientos restantes; siendo dos de las fertilizaciones inorgánicas (T3 y T6) los que mostraron resultados mas bajos.(Cuadro 4.6.)

Los resultados aquí obtenidos con la Fertilización Orgánica son muy ligeramente superiores al que encontró Melo (2007), quien reporta 0.78cm de espesor de pulpa bajo esta fertilización y el mismo genotipo evaluado.

4.5.6. Numero de Lóculos

El análisis de varianza demostró una diferencia significativa para los tratamientos evaluados con un coeficiente de variación de 28.36.

Como ya se menciona el análisis de varianza arrojo diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, es decir, que la combinación de diferentes sustratos y fertilizaciones influye en la cantidad de numero de lóculos, lo cual se contra pone a los resultados encontrados por Melo (2007), quien concluye que la interacción de Fertilización Orgánica e Inorgánica con los genotipos BS, Bosky y Big Beef no influye en el numero de lóculos.

Cuadro 4.7. Comparación de medias de los diferentes tratamientos para las variables Sólidos Solubles, Espesor de Pulpa y Numero de Lóculos. CELALA-INIFAP. 2007.

Tratamiento	Forma	Hombros	Color Interior	Color Exterior
T1	2 (37.93%)	U (65.52%)	31-B (17.24%)	30-A, 33-A, 32-B (13.79%)
T2	1, 2 (31.03%)	U (75.86%)	39-A (20.69%)	34-A (27.59%)
T3	1 (45.45%)	U (68.18%)	35-B (13.64%)	32-A, 33-A (13.64%)
T4	2 (50%)	U (65%)	39-A (15%)	33-A (25%)
T5	1 (46.43%)	U (60.71%)	39-B (17.86%)	33-A, 33-B 3A-A (14.29%)
T6	1 (66.67%)	U (76.14%)	32-B (14.29%)	31-A, 43-B (1A.29%)
T7	2, 3 (28.57%)	U (61.90%)	35-B (14.29%)	32-A (19.05%)
T8	1, 2 (38.89%)	U (55.56%)	39-A (11.11%)	24-A, 32-A, 40-A (11.11%)

4.5.7. Forma de Fruto

De acuerdo a las medias modales, los tratamientos evaluados influyen en la forma del fruto siendo la forma 1 (globoso profundo) y 2 (globoso) de acuerdo a la clasificación de Hazera (1999), de las dos formas la 1 es la que se presentó con mayor frecuencia (T2, T3, T5, T6 Y T7) y en segundo la forma 2. (cuadro 4.7.)

Estos resultados difieren a lo reportado con Ochoa (2007), quien mediante diferentes tratamientos (fertilización inorgánica, Té de compost, Té diluido y compost fraccionada) encontró formas dentro de la misma clasificación que van de 2.68 a 2.72, es decir las formas más frecuentes que ella encontró son globoso y achatado profundamente.

4.5.8. Hombros

De acuerdo a los Hombros que se presentaron con más frecuencia en cada tratamiento se puede determinar que los diferentes tratamientos puestos en práctica no difieren en la forma de Hombros, coincidiendo por lo encontrado por Melo (2007), quien bajo el estudio del mismo genotipo y fertilización Orgánica e Inorgánica encontró el mismo tipo de Hombros.(Cuadro 4.7.)

4.5.9. Color Interior y Exterior

En los tratamientos se obtuvo una gran diferencia de color entre ellos ya que fueron evaluados bajo diferentes tipos de fertilizaciones y sustratos. (Cuadro 4.7.)

V CONCLUSIONES

Al evaluar los efectos de la fertilización orgánica e Inorgánica, se observó una superioridad al utilizar la fertilización orgánica sobre la inorgánica arrojando la primera un rendimiento promedio de $181.62 \text{ ton.ha}^{-1}$, mientras que la fertilización inorgánica tuvo un rendimiento promedio de $62.95 \text{ ton.ha}^{-1}$. Al comparar la fertilización orgánica con el Té de compost el rendimiento promedio de la fertilización Orgánica ($181.62 \text{ ton.ha}^{-1}$) es claramente superior al obtenido con Té de compost ($86.71 \text{ ton.ha}^{-1}$). de las compost evaluadas la normal fue la que produjo los mayores rendimientos ($195.75 \text{ ton.ha}^{-1}$), siendo esta superior a los demás tratamientos.

Para la determinación de la calidad de fruto que cada tratamiento los que han sido fertilizados con productos orgánicos presentan los mejores resultados en las variables evaluadas, a excepción de sólidos solubles donde la inorgánica registra los mayores grados Brix.

Los mayores registros de altura, nudos y floración mas precoz favorece a los tratamientos con fertilización orgánica.

VI RESUMEN

Hoy en día la agricultura está basada en el uso de agroquímicos, mientras que la madre tierra y el medio ambiente sufre los estragos de esta agricultura, por otro lado la población crece y crece exigiendo mayor calidad en los productos frescos para poder consumirlos con la tranquilidad de que son productos que no causaran problemas en su salud. Dado esta problemática, la agricultura orgánica crece poco a poco para poder satisfacer las necesidades del consumidor y tratar de salvar el medio ambiente que día con día está siendo contaminado.

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la fertilización orgánica e inorgánica con diferentes sustratos en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero. El estudio de este trabajo se realizó en el Campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), donde se utilizó un diseño Completamente al Azar con 10 repeticiones, para lo cual se utilizaron los siguientes tratamientos: el tratamiento T1; consistió en arena al 100 % como sustrato con una fertilización orgánica, T2; arena al 100% con una fertilización inorgánica, T3; arena como sustrato con compost normal y fertilización inorgánica, T4; arena y compost normal con fertilización de Té compost, T5; arena y compost normal con fertilización orgánica, T6; arena y composta con yeso y fertilización inorgánica, T7; arena y composta con yeso y fertilización orgánica, T8; arena y compost con yeso y fertilización con Té de compost. Analizando el rendimiento de los diferentes tratamientos y las variables para la calidad de fruto en el genotipo Big Beef.

Dándonos como resultado que los tratamientos a base de fertilización orgánica fueron los que presentaron mayores rendimientos con respecto a los demás, siendo el tratamiento de compost-normal y arena el que reporto un rendimiento de 195.75 ton.ha⁻¹, seguido por el tratamiento de arena al 100% con un rendimiento de 177.31 ton.ha⁻¹ y finalmente el tratamiento de arena y compost-yeso con un rendimiento de 171.80 ton.ha⁻¹. Para lo que fue la calidad de fruto el tratamiento T5 y T7 fueron los que de manera general presentaron las mejores características confirmando que la fertilización orgánica fue la que mejores resultados presentó sobre la fertilización inorgánica.

VII LITERATURA CITADA

Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México p.46.

Alpi, A. y F. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª ed. ediciones Mundi, prensa Madrid., México pp. 76-77

Alvarado, R. B. y T. Trumble J. 1999. Manejo integrado de plagas en el cultivo del Tomate en Sinaloa, pp. 435-456. *En*: Anaya R. y Romero N. (Ed.) Hortalizas , Plagas y Enfermedades. Editorial trillas México. D.f.

Anderlini, R. 1976. El cultivo del tomate. Tercera. Ed. Ediciones Mundiprensa. Madrid, España

Anónimo, 2004. La composta. Consultado el día 5 de Septiembre en www.coedehgo.gob.mx/Servicios/educa/composta.htm

Ansorena M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y Caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. p 107, p 109.

Atiyeh R., M.; Subler, S.; Edwards C., A.; Bachman, G. and Metzger J., D. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiología (Germany)* 44: 579-590.

Aubert, C.1981. El Huerto Biológico. Edit. Posada, México DF. pp. 42-45.

Avila, J. 1989. Evaluación de nueve tratamientos con insecticidas para control de *Bemisia tabaci* en Chile. XXIV Congreso Nacional de Entomología. Oaxtepec, Morelos, Méx. Pag. 351

Baytorun, A. N., S.Topcu , K. Abak and Y. Dasgan, 1999. Growth and production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels. *Univ. Cokurova, Depto Agri-Engn/Adanal. Turkey.* 64(1). pp. 33-39

Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. pp. 1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. pp.1-9. *Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía*

Berenguer, J. J. 2003. Manejo del Cultivo de tomate en Invernadero. *En: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero*. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. pp. 147-174

Borrallas, L. 2006. Producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero fertilizando con te de composta. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 66-76

Burés, S. 1998. Introducción a los sustratos. Aspectos Generales. *En: Tecnología de sustratos. Aplicación a la producción viverística, ornamental, hortícola y forestal*. Narciso Pastor Sáez. Coordinador. Ediciones de la Universidad de Lleida. p19

Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en invernadero, Diapositivas 102-104. *En: Memorias del 1^{er} Simposio Nacional de Técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.

Cano, P; Ávila, R. y Nava, V. 2004. Especies de mosquita blanca presentes en la Comarca Lagunera. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. pp. 15-26.

Cano, P; Ávila, R. y Nava, V. 2004. Identificación de las plantas hospedantes de la mosquita blanca de la hoja plateada en la Comarca Lagunera. SAGARPA, INIFAP, Campo Experimental, La Laguna. Matamoros, Coahuila, México. pp. 1-18

Cano, P; Moreno, A; Márquez, C; Rodríguez, N y Martínez, V. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. *En IV Simposium Nacional de Horticultura. Memorias. U.A.A. Antonio Narro. U. L. (10;2004)*. Torreón, Coahuila, México. pp. 105-118.

Cano, P; Moreno, A; Márquez, C; Rodríguez, N y Martínez, V. 2005. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. *En XVII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias. (9; 2005)*. Gómez Palacio, Durango, México. pp. 48-54.

Cano, P; Rodríguez, N; Chávez, J. F y Chef, Y. 2002. Producción de híbridos de tomate en condiciones de invernadero en época de escasez. *En XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2002)* Gómez Palacio, Durango, México. UJED. pp. 220-225.

Cano, P; Rodríguez, N; Chef, Y; Jiménez, F. y Nava, V. 2002. Identificación de plagas y enfermedades del tomate bajo condiciones de invernadero. *En XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Memorias (9; 2002)* Gómez Palacio, Durango, México. UJED. pp. 226-230.

Canovas, M. F. 1993. Principios Básicos de la Hidroponía. Aspectos Comunes y Diferencia de los Cultivos con y sin Suelo. Curso Superior Sobre Especialización: Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España. Pp. 29-42

Casseres E. 1984. Producción de hortalizas. Tercera edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. Pp. 71-105.

Castilla P. N. 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191-225. En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-Prensa. México

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.

CENID-RASPA. 2000. Datos climatológicos históricos de 1975 al 2000. Centro Nacional de investigaciones, Relación Agua-Suelo-Planta-Atmósfera, Gómez Palacio, Dgo. Méx.

CETENAL. 1970. Carta topográfica. Escala 1:50,000. México, D. F.

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.

Chávez, J. 2004. Efecto de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) bajo condiciones de invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 87-89.

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., y Gómez, R .E. 1981. Cooperative extension service. University New México. Estados Unidos de América. pp. 4

Cuartero J.; Baugena, M.1990. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. Pp. 196 – 211. Cultivo del tomate. Editorial Mundi – Prensa, México.

De León, W. 2004. Evaluación de compostas y sustratos inertes en tomate bola bajo invernadero. Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 84 y 85

Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. Pp. 93 – 129 En: F. Nuez(Ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi – Prensa, México.

EDUSAT. 2003. Agricultura orgánica. Transmitida el 24 de Abril. Canal 18. Telesesión No. 8. INCA-RURAL

Esquinas, A. J. y F. V. Nuez 2001. Situación Taxonómica, Domesticación y Difusión del Tomate, pp. 13-23. *En*: F. Nuez (ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Reimpresión

FAO. 2001. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia

Figuroa, V. U. y Cueto W. J. A. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. Ponencia presentada como parte del curso: "Abonos Orgánicos", Impartido dentro del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 15 de Octubre de 2002. Torreón, Coah.

FIRA. 2003. Agricultura orgánica. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. México, D. F.

Fonseca, E. 2001. Costos de la producción hidropónica de tomate. pp. 399-408. *En*: Castellanos, J. Z.; Guerra, O. F.; Guzmán, P. M. (Eds.) Ingeniería, manejo y operación de invernaderos para la producción intensiva de hortalizas. Instituto de Capacitación para la Productividad Agrícola, S. C. México. Guadalajara, Jalisco. México.

Gerbe, V. 1981. Tu Huerto Biológico. Edit. Sertebi, Paris, Francia.

Gispert, G. M. del C. 1987. Influencia Del Riego en la Fluctuación Poblacional del Acaro del Tomate (*Aculops lycopersici* Masse). Tesis de Maestría Colegio de Postgraduados. Centro de Entomología y Acarología. Chapingo Mexico.

Godinez, J.A 2003. los Fertilizantes en México *En*: fertilizantes y enmiendas de origen mineral. H. Nelson y R. Sarudiasky Ediciones Panorama Minero.

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.

Gómez, C. M. A. y Gómez, T. L. 1999. El mercado mundial de la Hortifruticultura orgánica en México. VII Congreso de Horticultura. 25 al 30 abril de 1999, Manzanillo, Col.

Gómez, C., M. A., Gómez T. L., y Schwentesius R. R. 2001. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización, Mundi-Prensa-Universidad Autónoma Chapingo, tercera edición, México, 224 p.

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, Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México. 46 p.

Gonzalez, R. A. 1967. Efectos de Diferentes Sistemas de Podas, sobre rendimiento y calidad del fruto del tomate. Tesis Ingeniero Agrónomo. Escuela Nacional de Agricultura Chapingo. México.

Handreck K. A y Black, N. D 1991 Growing Media for Ornamental Plants and turf. New South Wales University Press, Kensington, 401

Hashemimajd, K.; Kalbasi, M.; Golchin, A. and Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. *Journal of plant nutrition (USA)* 27 (6): 1107-1123.

Hazera. 1999. Quality Seeds Ltd (HAZERA) quality seeds tomato. Ficha técnica. Israel

Heeb, A.; Lundegårdh, B.; Ericsson, T. and Savage, G. P. 2005. Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture (USA)* 85: 1405-1414

Hernández, A. 2003. Producción de cuatro híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 75-77

Herrera, G. 2001. Fertilización del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) bajo manejo orgánico en invernadero. Tesis de licenciatura (En línea) <http://dspace.utalca.cl/retrieve/1822/GHerrera.pdf> (Consulta: 28-08-07)

Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. pp. 163-171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166pp. Brurin Israel.

Hoyos, P. y A. Duque, 2002 E.U.I.T. Agrícola, Univ. Politécnica Madrid. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. **C.E.C. Agraria. Consejería de Agricultura. Junta de Castilla-La Mancha. Marchámalo (Guadalajara) Sevilla Es.

Imas, P. 1999. Manejo de Nutrientes por Fertirriego en Sistemas Frutihortícolas. pp. IPI International Potash Institute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura - International Potash Institute, Coordination India. c/o DSW, Potash House, P.O.Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel. E-mail: patricia@dsw.co.il

Infoagro, 2001. "<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>. el cultivo de tomate de primavera en invernadero. Fuente: Documentos Técnicos Agrícolas. Estación Experimental "Las Palmerillas". Caja Rural de Almería.

Infoagro, 2003. El cultivo de tomate. Consultado en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp> (10 sep de 2007)

Infoagro. 2004. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2004).

Johnson, H. Jr. y C. R. Rock . 1975. Extensión Vegetable Specialist, University of California, Riverside. greenhouse tomatoes production. División of Agricultural Sciences Printed December 1975.

Kinet, J. M. 1977. Efecto de las condiciones de luz en el desarrollo de la inflorescencia en el tomate. *Sci. Hort.* 6: 15-26.

Koepf, Hubert. 1981. ¿Que es la agricultura biodinámica? Edit. Rudolf Steiner. Londres, Inglaterra.

Lacasa, A. y J. Contreras. 1999. Las plagas, pp. 387-463. *En:* F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México.

Lara, E. 2005. Evaluación de genotipos de Tomate Orgánico bajo Invernadero en la Comarca Lagunera. Tesis Licenciatura.. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah. México. pp. 52-57

Lemaire, F. 1997. The problem of biostability in organic substrates. *Acta Horticulturae.* 450: 63-69.

Lomelí, Z. H. 1999. Agricultura. Hidroponía, ventajas y beneficios comerciales. Edición número 60. Ocotlan, Jalisco, México

López E. J. I. 2003. Producción de siete híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo invernadero Tesis. Licenciatura.. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.

López, A. 2004. Productos orgánicos ganan popularidad en el mercado. El financiero. 19 Septiembre.

López, J., M. Dorais , N. Tremblay and A. Gosselin. 1996. Effects of varying sulfate concentrations and vapor pressure deficits (vpd) on greenhouse tomato fruit quality and foliar mineral and amino acid components. Horticultural Research Center, Plant Science Department, Laval University, Sainte-Foy, QC, G1K 7P4, Canada.

Lupin, M., H. Magen and Z. Gambash. 1996. Preparation of solid fertilizer based solution fertilizers under "grass root" field conditions. *Fertiliser News, The Fertilizer Association of India (FAI)*, 41:69-72.

Magán C., J. J. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivos sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Estación Experimental las Palmerillas- Caja Rural de Almería pp. 173 - 205.

Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbácea especial. Cuarta ed. Editorial Mundiprensa, Madrid España. Pp. 355 – 399.I.

Márquez, H. C.; Cano, R. P. 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. Pp.1-11

Márquez, H. C.; Cano, R. P. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura 5: 219-224

Medina, M. R. , C. Reyes R., C. Ceceña D. y D. Legasti F. 2001. Efectividad biológica de la feromona Checkmate TPW-F en el control de gusano alfiler del tomate. *Keiferia licopersicella*, Costa de Ensenada, Baja California, pp.E-112. XXXVI Congreso Nacional de Entomología ITEMS Qro. Méx.

Mejía, G. H., S. Anaya R. y J. Romero N. 1999. Diagnósis Comparativa De la Mosquita Blanca Bemisia tabaci Genn y B. Argentifolli B. Y P. (Homoptera:Aleyrodidae) pp.132-146. En :Anaya R. S. (ed.). Hortalizas Plagas y Enfermedades 1ed. Ed Trillas. Méx. D. F.

Melo, J., 2007. Fertilización Orgánica e Inorgánica en Tomate bajo condiciones de Invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coah. México.

Melgarejo R., M. y I. Ballesteros M., 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Universidad Nacional de Colombia. Revista colombiana de Química. 26(2): 3-7.

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- Ramos, J. J. 2003. El cultivo del tomate en invernadero. P. 226 – 262. En: J.J 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.

Nelson V. R. 1994. Intensificación y conducción del cultivo del tomate. Segundo congreso Internacional de nuevas tecnologías agrícolas. Nayarit, México. 155-159

Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp 626-669. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.

Ochoa, E. 2007. Té de composta en la producción del cultivo de tomate en invernadero. Tesis de maestro en ciencias del suelo. Instituto de Torreón. Torreón, Coahuila, México. pp. 37-62

O'keeffe-Swank, K. 2004. Coctel de soluciones. Productores de hortalizas. 27 de Septiembre. Año 13. No. 9. p. 38.

Ohnesorge, G. and G. Rapp 1986. Monitoring *Bemisia tabaci* : a review. *En: Agriculture, ecosystems and environment*, vol. 17, pp. 21-27.

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.

Palacios, G. M. de la L. 1990. Efecto del Regulador Biozyme en Tomate en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coah. Pag. 14.

Partida, R. 2005. Evaluación de híbridos de tomate bola en vermicomposta bajo invernadero. Tesis de licenciatura.. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Torreón, Coah. México. pp. 32-35

Paulus, O. A. y Correll C. J. 2001 Enfermedades Infecciosas. Pp. 18-19. *En: Plagas y Enfermedades del Tomate. The American Phytopathological Society (Ed.) Ediciones Mundi-Prensa. México*

Porta J.L Acevedo, M; Roquero C. 2003. edafología para la agricultura del medio ambiente. Tercera edicion. Editorial mindi-prensa 929 p

Philouze, J. Duffe P.: Miless, M. 1992. Recherches sur la tomate. Rapord d' Activite 1991-1992 de la Satation d' Amelioration des Plantes Maraicheres, Montfaves. Pp. 59-61.

Quintero A. 2004. La composta. Curso sobre agricultura orgánica. Guadalajara, Jal. INCAPA

Raviv, M.; Oka, Y.; Katan, J.; Hadar, Y.; Yogevev, A.; Medina, S.; Krasnovsky, A. and Ziadna, H. 2005. High nitrogen compost as a medium for organic container-growth crops. *Bioresource technology (USA)* 96(4):419-427

Resh H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275,279,425-471.

Rincón S. L. 2002. Bases de la fertirrigación para solanaceas y cucurbitáceas cultivadas en invernadero bajo planteamiento de producción integrada. *In: 12º Symposium Internacional. Ecología y producción integrada en cultivos hortícolas en invernadero. PYTOMA (España)* 135: 34-46

Rodríguez, N.; Cano, P.; Favela, E.; Figueroa, U.; De Paúl, V.; Palomo, A.; Márquez, C. y Moreno, A. 2007. "Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero". En Revista Chapingo serie Horticultura. México Vol. XIII. Núm. 2. pp. 195-192.

Rodríguez M. R. y Jiménez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. *En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED*. Venecia, Durango. Pp. 58-65.

Rodríguez R., R.; Tabares R.J. Y J. Medina S. 1997. Cultivo moderno del tomate. Segunda Edición. Editorial Mundi – Prensa. Madrid España. Pp. 65- 81.

Rodríguez, D. N. 2002. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño invierno la Comarca Lagunera. Tesis. Maestría. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México 81p

Romero, R. Arad. T. y Soria (1999) Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34

Rosen J., C and Bierman M., P. 2005. Using manure and compost as nutrient sources for vegetable crops. University of Minnesota, Extension Service. USA. 12p.

Rhoades J.D Kandich y A.M Mashali. 1992. the use of salina waters for crop production. FAO. Irrigation an drainage. Paper No 48. Roma.

Sade, A. 1998; Sade A. 1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.

Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, Ensayo Monográfico. Tipográfica Reza S.A. Torreón Coahuila México. Pag. 14.

SAGARPA. 2004. Cultivos orgánicos y no tradicionales permiten exportaciones por alrededor de 140 millones de dólares.(En línea)(México). <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2004/enero/B003.pdf> (Consulta 31/08/07)

San Juan, J. 2005. Fertilización Orgánica en Tomate bajo condicione de Invernadero. Tesis de licenciatura.. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. pp. 57-65

Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión.45 paginas

Sanchez, C. M. A. 2001. Enfermedades del tomate,, enfermedades de las hortalizas, dir. V.J. Ramírez, UAS, México

Sánchez, L. A. y Sandoval, M. M., 1999. Sistemas de podas en líneas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de larga vida de anaquel. Horticultura Mexicana, VII Congreso de Horticultura 7:1 Pp. 116.

Sanz, M. A, A. Blanco, E. Monge y J. Val.J. 2001. Caracterización de la Deficiencia de Calcio en la Planta de Tomate Utilizando Parámetros Fisiológicos. ITEA Vol. 97 N° 1 pag. 26-38.

SAS. 1998. Statistical Analysis System (SAS). Version 6.12. Edition Cary N. C. USA

Schlermeler, Q., 2004. organic World View. Nature 428: 794-795.

Serrano, C.Z., 1979. Cultivo de Hortalizas en invernaderos. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A Barcelona, España.

Sharaf . 1982. Determination of the proper height, direction position and distance of a Yellow sticky trap for monitoring adults sweet potato whitefly population *Bemisia tabaci* gen *Homoptera: Aleyrodidae*). Dirisat 9: 169-182.

Subler, S.; Edwards C., A. and Metzger, J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. Biocycle (USA) 39: 63-66.

Stevens, M. A.; Rick, C. M. 1986. Genetics and breeding. *En*: " Atherton, J. G. And Rudich, J." Ediciones 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 víricas del tomate. Pp525-567. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.

Towrer, E. Moshkuits, H., Rosenfeld, K. Shaked R. and M. Cohen. 1998. Varietal difference in the susceptibility to pointed fruit malformation in tomatoes: historical studies of the ovaries. *Scientia Horticulturae Elsevier* 77(1998) 145-154

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

Trigui, M.; S.F. Barrington, and L. Gauthier, 1999. Effects of humidity on tomato (*Lycopersicon Esculentum* cv. Truss) water uptake, yield, and dehumidification cost *Canadian Agricultural Engineering*. Vol. 41-3. pag. 135-140.

Van de Vooren, J. G. , W. H. Welles and G. Hayman. 1989. Glasshouse crop production. *En*: Atherton J. G. Rudich, J. (Ed. The Tomato crop Chapman and hall. London : 581-623.)

Williams, D.E. 1990. A review of sources for the study of nahuatl plant classification. *Adv. Econ. Bot.* 8. pp. 249-270.

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

APÉNDICE

Cuadro A-1. Análisis de Varianza para Rendimiento. CELALA-INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	218583.32	31226.18	13.58	0.0001
Error Experimental	63	144815.87	2298.66		
Totales	70	363399.19			

C.V. 39.31

Cuadro A-2. Análisis de Varianza para Forma de Fruto. CELALA-INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	61.88	8.84	7.45	0.0001
Error Experimental	180	213.60	1.18		
Totales	187	275.48			

C.V. 49.23

Cuadro A-3. Análisis de Varianza para Peso de Fruto. CELALA-INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	567187.95	81026.85	21.32	0.0001
Error Experimental	180	684136.03	3800.75		
Totales	187	1251323.99			

C.V. 40.85

Cuadro A-4. Análisis de Varianza para Diámetro Polar. CELALA-INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	137.08	19.58	35.02	0.0001
Error Experimental	180	100.65	0.55		
Totales	187	237.74			

C.V. 13.78

Cuadro A-5. Análisis de Varianza para Diámetro Ecuatorial. CELALA-INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	217.22	31.03	30.90	0.0001
Error Experimental	180	180.78	1.00		
Totales	187	398.00			

C.V. 15.53

Cuadro A-6. Análisis de Varianza para Sólidos Solubles. CELALA. INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	1336.25	190.89	83.48	0.0001
Error Experimental	180	411.58	2.286		
Totales	187	1747.83			

C.V. 25.44

Cuadro A-7. Análisis de Varianza para Espesor de Pulpa. CELALA-INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	1.12	0.16	10.26	0.0001
Error Experimental	180	2.82	0.01		
Totales	187	3.95			

C.V. 18.34

Cuadro A-8. Análisis de Varianza para Numero de Lóculos. CELALA-INIFAP.2007.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios	F Calculada	F. Tablas
Tratamientos	7	34.31	4.90	2.89	0.0069
Error Experimental	180	305.14	1.69		
Totales	187	339.46			

C.V. 28.36

Cuadro A-9. Aportación nutrimental de cada sistema de fertilización (unidades de cada elemento) para los tres principales elementos (N, P, K) por hectárea de producción. CELALA-INIFAP. 2007

	Té de Compost		Fertilización Orgánica	
	Compost (sustrato)	Té de compost	Primera etapa	Segunda etapa
N	9.74	72.23	98.51	746.77
P	18.4	73.28	26.87	203.66
K	151.11	1171	98.51	746.77

Cuadro A-10 Necesidades de cada insumo para la fertilización Orgánica en el sustrato de compost-normal. CELALA-INIFAP.2007.

T5: Compost-Normal con Fertilización Orgánica			
	Compost-Normal	Fertilización	
	(Sustrato)	Primera etapa	Segunda etapa
Biomix N (Lt)	---	328.41	2160.89
Biomix K (Lt)	---	597.04	3928.88
Bioquel Fe (Kg)	---	---	101
Compost (Ton)	370.37	---	---

Cuadro A-11 Necesidades de cada insumo para la fertilización Orgánica en el sustrato de arena. CELALA-INIFAP.2007.

T1: Arena con Fertilización Orgánica			
	Arena	Fertilización	
	(Sustrato)	Primera etapa	Segunda etapa
Biomix N (Lt)	---	328.41	2160.89
Biomix K (Lt)	---	597.04	3928.88
Bioquel Fe (Kg)	---	---	101
Arena(Ton)	740.74	---	---

Cuadro A-12 Necesidades de cada insumo para la fertilización Orgánica en el sustrato de composta-yeso. CELALA-INIFAP.2007.

T7: Compost-Yeso con Fertilización Orgánica			
	Compost-Yeso	Fertilización	
	(Sustrato)	Primera etapa	Segunda etapa
Biomix N (Lt)	---	328.41	2160.89
Biomix K (Lt)	---	597.04	3928.88
Bioquel Fe (Kg)	---	---	101
Compost (Ton)	370.37	---	---

Cuadro A-13 Costos estimados para una hectárea con Fertilización Orgánica y diferentes sustratos. CELALA-INIFAP.2007.

Trat.	Rendimiento Ton.ha ⁻¹	Precio.ton (\$)	Ingresos (\$)	Costos por Fertilización (\$)	Utilidad (\$)
5	195.75	800.00	1,566,000.00	465,990.95	1,100,009.05
1	177.31	800.00	1,418,480.00	330,805.90	1,087,674.10
7	171.80	800.00	1,374,400.00	558,583.45	815,816.55

T1:Arena 100% y Fertilización Orgánica

T5: Arena con composta-normal y Fertilización Orgánica

T7: Arena con composta-yeso y Fertilización Orgánica

Cuadro A-14 Análisis Económico de los tratamientos que presentaron mejores rendimientos. CELALA-INIFAP.2007.

Tratamiento 5 (195.75 ton.ha⁻¹)			
Sustrato	Requerimiento	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Composta Normal	370.37 Ton/Ha ⁻¹	400.00	148,148.00
Arena	370.37 m ³	35.00	12,962.95
FERTILIZACIÓN			
Biomix N	2,490 Lt	40.00	99,600.00
Biomix K	4,526 Lt	40.00	181,040.00
BioquelFe*	101 Kg	240.00	24,240.00
			465,990.95
Tratamiento 1 (177.31 ton.ha⁻¹)			
Sustrato	Requerimiento	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Arena	740.74m ³	35.00	25,925.90
FERTILIZACIÓN			
Biomix N	2,490 Lt	40.00	99,600.00
Biomix K	4,526 Lt	40.00	181,040.00
BioquelFe*	101 Kg	240.00	24,240.00
			330,805.90
Tratamiento 7 (171.80 ton.ha⁻¹)			
Sustrato	Requerimiento	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Compost-Yeso	370.37 ton.ha ⁻¹	650.00	240,740.50
Arena	370.37 m ³	35.00	12,196.95
Fertilización			
Biomix N	2,490 Lt	40.00	99,600.00
Biomix K	4,526 Lt	40.00	181,040.00
BioquelFe*	101 Kg	240.00	24,240.00
			558,583.45

T1:arena 100% y fertilización orgánica

T5: arena con compost-normal y fertilización orgánica

T7: arena con compost-yeso y fertilización orgánica

Cuadro A-15 Aportación nutrimental de cada sistema de fertilización (unidades de cada elemento) para los tres principales elementos (N, P, K) por hectárea de producción. CELALA-INIFAP. 2007

	Té de Compost		Fertilización Orgánica	
	Compost-normal (sustrato)	Compost-yeso	Primera etapa	Segunda etapa
N	9.74	25.8	98.51	746.77
P	18.4	22.8	26.87	203.66
K	151.11	229.6	98.51	746.77

Cuadro A-16 . Resultados de los análisis practicados a la Compost, Té de compost y Agua utilizados. CELALA-INIFAP. 2007.

Fertilidad	Compost normal	Té de compost	Compost yeso	Agua
pH (disolución 1:1)	9.24 FA	8.15 MA	7.74 MA	7.01
Materia orgánica (M. O.) %	47.02 A	0.51 P	35.50 A	
Nitratos de Nitrógeno (N-NO ₃) p.p.m	26.31 M	24.26 M	69.71 A	27.06
Fósforo disponible (P) p.p.m.	49.67 A	21.63 M	61.47 A	
Carbonatos Totales (C. T.) %	21.00 A	4.90 B	19.90 A	
Potasio (K) p.p.m.	408.0 A	402.0 A	620.0 A	
Hierro (Fe) p.p.m.	8.78	4.04	4.78	0.02
Cobre (Cu) p.p.m.	2.86	0.32	2.20	0.01
Zinc (Zn) p.p.m.	4.30	0.10	4.17	N. D.
Manganeso (Mn) p.p.m.	5.76	0.73	4.11	N. D.
SALINIDAD: (En extracto de Saturación)				
Ph	9.37 FA	7.94 FA	7.71 MA	
Conductividad Eléctrica (mScm ⁻¹)	8.45 FS	9.82 FS	7.57 MS	
Cationes Solubles: Calcio meq/Lto.	30.62	50.13	45.63	5.43
Magnesio meq/Lto.	1.60	2.64	7.40	0.72
Sodio meq /Lto.	49.59	42.98	19.36	3.21
Potasio meq/Lto.	2.14	2.01	2.97	0.01

Suma de Cationes Solubles meq/Lto.	83.95	97.76	75.36	
Aniones Solubles: Carbonatos meq/Lto.	1.38	0	0	
Bicarbonatos meq/Lto.	16.0	9.01	11.71	4.01
Cloruros meq/Lto.	43.83	69.74	47.27	2.30
Sulfatos meq/Lto.	23.81	20.13	17.33	2.61
Suma de Aniones Solubles meq/Lto.	85.02	98.88	76.31	
Relación de Adsorción de Sodio (RAS)	12.36	8.37	3.76	
Porcentaje de Sodio Intercambiable (PSI)	14.50	9.98	4.11	
Nitrógeno Total %		0.06		
Fósforo Total %		0.02		
Potasio Total %		0.03		
RAS ajustado				4.11 (meqL ¹) _{1/2}
Clasificación				C ₃ S ₁ ¹
Dureza Total				307.5 mg L ⁻¹
Alcalinidad Total				200.5 mg L ⁻¹
Sólidos Totales				870.0 mg L ⁻¹

Fuente. Cooperativa Agropecuaria (25/11/06)

