

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EFFECTO DE CUATRO NIVELES DE COMPOSTA EN HÍBRIDOS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

Por

JOSÉ DE JESÚS CHÁVEZ CARMONA

T E S I S

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

INGENIERO AGRÓNOMO

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EFFECTO DE CUATRO NIVELES DE COMPOSTA EN HÍBRIDOS DE
TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill.) BAJO CONDICIONES DE
INVERNADERO EN LA COMARCA LAGUNERA**

**Por
CHAVEZ CARMONA JOSE DE JESUS**

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

COMITÉ PARTICULAR

**Asesor
principal:**



DR. PEDRO CANO RÍOS

Asesor :



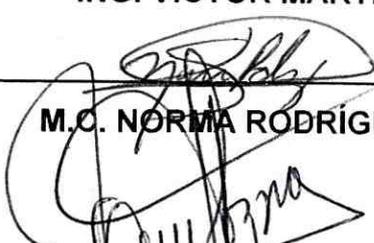
M.C. CANDIDO MARQUEZ HERNÁNDEZ

Asesor :

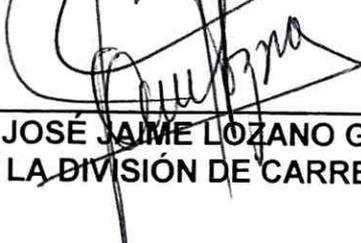


ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Asesor:



M.C. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS



**M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCÍA
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DEL C. JOSE DE JESUS CHAVEZ CARMONA QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO**

PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE



DR. PEDRO CANO RÍOS

VOCAL



MC. CANDIDO MARQUEZ HERNANDEZ

VOCAL

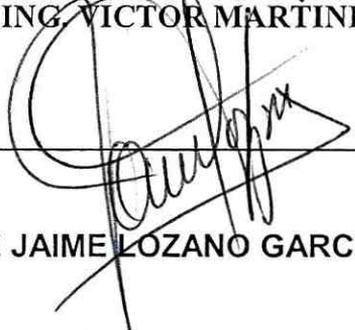


MC. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

VOCAL SUPLENTE



ING. VICTOR MARTINEZ CUETO



M.C. JOSÉ JAIME LOZANO GARCIA

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**Coordinación de la División
de Carreras Agronómicas**



ÍNDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CUADROS.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	II
DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	V
I INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Meta.....	3
1.3 Hipótesis.....	3
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 GENERALIDADES DEL TOMATE.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.1.2 Taxonomía Y morfología.....	5
2.2 Valor nutritivo.....	8
2.3 Generalidades de un invernadero.....	8
2.3.1 Ventajas de la producción en invernaderos.....	9
2.3.2 Posibles desventajas.....	10
2.4 Exigencias de clima.....	10
2.4.1 Generalidades.....	10
2.4.2 Temperatura.....	11
2.4.3 Humedad relativa.....	13
2.4.4 Luminosidad.....	14
2.4.5 Radiación en invernadero.....	15
2.4.6 Contenido del CO ₂ en el aire.....	16
2.5 Elección del genotipo.....	17
2.5.1 Adaptación al sistema y ciclo del cultivo.....	17
2.5.2 Resistencia a enfermedades y plagas.....	18
2.5.3 Usos.....	19
2.6 Labores culturales.....	19
2.6.1 Producción de plántula.....	19
2.6.2 Trasplante.....	20

2.6.3 Poda de formación.....	20 ✓
2.6.4 Tipos de poda.....	21 ✓
2.6.5 Despuntado.....	22 ✓
2.6.6 Despunte de inflorescencia y aclareo de frutos.....	23 ✓
2.6.7 Efectos fisiológicos de la poda.....	24
2.6.8 Efectos de la poda en la distribución de la cosecha.....	24
2.7 Aporcado y rehundido.....	25 ✓
2.8 Tutorado.....	25 ✓
2.9 Bajado de plantas.....	26
2.10 Polinización.....	27
2.11 Arreglo topológico.....	29
2.12 Fertirrigación.....	29
2.12.1 Solución Nutritiva.....	31
2.13 Plagas y enfermedades.....	32 ✓
2.13.1 Plagas.....	32 ✓
2.13.2 Enfermedades.....	42 ✓
2.13.3 Otras alteraciones.....	45
2.14 Sustratos.....	46
2.14.1 Generalidades.....	46
2.14.2 Características de los sustratos.....	47
2.14.3 Clasificación de los sustratos.....	48
2.14.4 Sustratos orgánicos.....	48
2.15 Biofertilizantes.....	52
2.16 Compostas.....	54 ✓
2.16.1 Desechos orgánicos.....	56 ✓
2.16.2 Compostaje.....	59 ✓
2.16.3 Elaboración de composta.....	61
2.16.4 Factores que intervienen en el compostaje.....	61
2.16.5 Otros materiales posibles y su importancia.....	65
2.16.6 Materiales que no se deben de utilizar.....	69
2.16.7 Cuidados de la composta.....	70 ✓
2.17 La agricultura orgánica.....	72 ✓
2.18 Producción de tomate orgánico.....	74

2.19 Antecedentes de rendimientos de tomate en invernadero.....	77
III MATERIALES Y METODOS.....	79
3.1 Localización geográfica de la comarca lagunera.....	79
3.2 Localización del experimento.....	79
3.3 Clima de la región lagunera.....	79
3.4 Condiciones de invernadero.....	80
3.5 Sustrato.....	81
3.6 Diseño experimental.....	82
3.7 Manejo del cultivo.....	83
3.8 Fertilización y riegos.....	84
3.9 Control de plagas y enfermedades.....	84
3.10 Cosecha.....	86
3.11 Variables evaluadas.....	86
IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	87
4.1 Rendimiento.....	87
4.2 Peso del fruto.....	88
4.3 Diámetro polar de frutos de tomate.....	88
4.4 Variable Brix.....	90
4.5 Variable espesor de pulpa.....	91
4.6 Variable numero de lóculos.....	92
4.7 Altura de planta.....	97
4.8 Floración inicial.....	99
4.9 Color, Forma de fruto y hombros.....	101
V.- CONCLUSIONES.....	103
VI.- LITERATURA CITADA.....	106

INDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1.	Principales componentes del fruto del tomate (Chamorro, 2001).....	8
Cuadro 2.2.	Concentración de nutrientes en el agua de riego (gotero) (ppm) (Zaidan y Avidan, 1987).....	30
Cuadro 3.1.	Tabla de aplicaciones contra plagas y enfermedades durante el ciclo del cultivo, en la producción de tomate bola, 2004.....	85
Cuadro 4.1.	Rendimiento de cuatro híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero producido orgánicamente CELALA - INIFAP, 2004.....	89
Cuadro 4.2.	Variable de calidad de fruto "peso" de cuatro híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero producido orgánicamente CELALA - INIFAP, 2004.....	90
Cuadro 4.3.	Variable de calidad de fruto "Diámetro polar" bajo condiciones de invernadero producido orgánicamente CELALA - INIFAP, 2004.....	92
Cuadro 4.4.	Variable de calidad de fruto "Grados Brix" bajo condiciones de invernadero producido orgánicamente CELALA - INIFAP, 2004.....	94
Cuadro 4.5	Variable de calidad de fruto "espesor de pulpa" bajo condiciones de invernadero producido orgánicamente CELALA - INIFAP, 2004.....	94
Cuadro 4.6	Variable de calidad de fruto "Numero de lóculos" bajo condiciones de invernadero producido orgánicamente CELALA - INIFAP, 2004.....	96
Cuadro 4.7	Altura estimada a los 30 y 80 DDT, plantas de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004.....	98
Cuadro 4.8	Ecuaciones de regresión para la floración inicial de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004.	100
Cuadro 4.9	Variables de calidad de fruto; forma del fruto, colores, interno externo y hombros de tomate en invernadero. CELALA-INIFAP 2004.....	102

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Tiempo que tarda en degradarse el material si este es volteado con una cierta frecuencia y la temperatura que puede este alcanzar.....	64
Figura 2.2	Relación entre temperatura y PH con respecto al tiempo de composteo y la actividad microbiana.....	65
Figura 3.1	Invernadero del INIFAP-CELALA, donde se llevo a cabo la presente investigación, CELALA-INIFAP, 2004.....	80
Figura 3.2	Temperaturas máximas y mínimas al interior del invernadero durante la producción de tomate orgánico bajo invernadero CELALA-INIFAP, 2004.....	81
Figura 3.3	Toma de datos de tomate bola bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004.....	86

DEDICATORIA

A mis padres: Sr. Lucino Chávez López y Sra. Fe Carmona Prestegui, Con amor, respeto y admiración por todo el apoyo que me brindaron durante toda mi carrera, por inculcarnos valores tan importantes como el respeto, la humildad y la perseverancia para poder alcanzar el éxito. Por el gran amor que siempre han mostrado a sus hijos y su esfuerzo día a día por sacarlos adelante. Por que no importando que sufrir dieron todo de sí para que este día por fin llegara, quizás con un "Gracias" no alcanzo a agradecerles todo lo que han hecho por mí, pero papa y mama les dedico este trabajo con todo mi corazón y que dios me los bendiga siempre su hijo que los ama mucho.

A mi esposa Edith, por todo su amor, comprensión y apoyo en la realización de este trabajo Gracias Amor Te Amo, con todo mi corazón.

A mi hija Juana Paola, por que ha sido mi mayor motivación para salir adelante y por que me dio la dicha de convertirme en papa, Te amo hija.

A mis abuelitos por haber formado una familia ejemplar donde reunían valores únicos como la unión, el respeto y el trabajo.

A mis abuelitos paternos:

Sr. Abel Chávez Ramírez

Sra. Juana López Morales (+)

En especial a mi abue Juana que aunque ya no esta con nosotros se que desde el cielo me esta mirando abue te dedico este trabajo con todo mí corazón.

A mi abuelito Abel por todo el apoyo que siempre me ha brindado gracias abue te quiero mucho.

A mis abuelitos maternos:

Sr. Demetrio Carmona

Sra. Ósea Prestegui (+)

A mi abuelita Ósea que aunque no la conocí se que desde el cielo siempre me apoyo y por darme una madre ejemplar, gracias abue.

A mi abuelito Demetrio por todo su apoyo durante toda mi carrera gracias abue te quiero mucho.

A mis tíos: Sr. Tobías, Sr. Román, Sr. Alfredo, Sr. Jaime, Sra. Herma, Sra. Rosalina Chávez López y a toda su familia por que de una u otra forma han colaborado para poder ver reflejada una meta tan importante en mi vida.

Sr. Donaciano, Sr. Heriberto, Sr. Nicolás Sra. Doris, Sra. Nora, Sra. Imelda, Sra. Norma, Sra. Irais Carmona Prestegui y a toda su familia por que directa o indirectamente hicieron posible este trabajo.

A mis suegros, Sr. Pedro Martínez y Sra. Rosario Arguello, por el gran apoyo que me brindaron.

A mis Hermanos: Brenda, Iván, Víctor Manuel Chávez Carmona por todo su apoyo y comprensión y sobre todo a Tete por los momentos que compartimos en la Universidad en el ultimo semestre de mi carrera, los quiero mucho hermanos échenle ganas y salgan adelante.

A mis primos: Cornelio y Oscar Álvarez Chávez, Daniela y Daniel Evelio Prestegui Valente, Román y Alfredito Chávez Lagunas.

En especial a Beto y Corne que siempre me brindaron su apoyo en la universidad Gracias primos se les quiere bien.

AGRADECIMIENTOS

Primero que a nadie a Dios, por darme la oportunidad de vivir, además por darme una familia tan maravillosa que se siempre me apoyo durante toda mi carrera, gracias dios mio y dame fortaleza para romper todas las adversidades que haya en mi vida profesional.

A MI ALMA MATER, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente y haberme adoptado durante cinco años en los cuales me brindo cobijo y me dio herramientas suficientes para afrontar mi vida como profesionista.

A las autoridades del Campo Agrícola Experimental de la Laguna (CELALA), por las facilidades otorgadas para la realización de la presente investigación.

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

Con todo el respeto que se merece al Dr. Pedro Cano Ríos, por la gran paciencia que tuvo conmigo para la realización de este trabajo además de compartir sus experiencias y por dejarme ser parte de este proyecto, por que es un privilegio trabajar a su lado y poder aprender grandes cosas que me ayudarán para desarrollarme profesionalmente.

Al Doctorante Cándido Márquez Hernández por su gran apoyo incondicional en la realización de esta investigación además por sus conocimientos transmitidos y por su enorme amistad.

A la MC Norma Rodríguez Dimas, por su gran apoyo en la elaboración de esta investigación, además por sus consejos.

Al Ing. Víctor Martínez Cueto, por su gran amistad, sabios consejos y su apoyo incondicional para la elaboración de la presente investigación.

A todos aquellos profesores que me transmitieron sus conocimientos durante toda la carrera.

A mis compañeros con los cuales compartí durante mi estancia en la Universidad: Maurilio, Saúl, Heriberto, Samuel, Esteban, Julio, Bonifacio, Wilber, Alejandro, Elpidio, Uziel, Feliciano Gracias por tantos momentos compartidos.

A mis compañeros y amigos Wilber y Bonifacio, por su valioso apoyo para la realización de esta investigación, pero sobre todo por que en ellos encontré a unos hermanos más Gracias compás y Échenle ganas en su vida profesional.

RESUMEN

Las especies hortícolas juegan un papel importante en la dieta diaria de la población y en la economía de México. Estos cultivos requieren de condiciones edáficas apropiadas para desarrollarse adecuadamente, sin embargo muchos suelos que actualmente se utilizan, tienen deficiencias de materia orgánica y microorganismos benéficos.

Una alternativa de solución es el uso de las compostas como medio para proporcionar materia orgánica al suelo y mejorar sus características físicas, químicas y biológicas. El proceso denominado vermicomposteo ocurre en el intestino de la lombriz (*Eisenia foetida*) del que se obtiene una mezcla de elementos minerales, microorganismos y fermentos, cuyo valor nutritivo depende de la calidad del alimento consumido por la lombriz, sin embargo, en México hay pocas investigaciones donde se haya evaluado su efecto en especies hortícolas.

En la agricultura orgánica se evita el uso de plaguicidas, ya que es un factor clave en el problema por residuos en verduras y frutas y niveles excesivos de hormonas en animales.

Con base a estos antecedentes, este estudio se realizó con el fin de evaluar dosis de composta sobre el rendimiento y calidad de cuatro híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero, en la comarca lagunera, durante el ciclo Otoño-Invierno del 2003. El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental La Laguna, bajo un diseño completamente al Azar con cuatro repeticiones.

Los mejores rendimientos orgánicos fueron Bosky y Andre con 91.16 y 89.33 ton/ha, para el caso de rendimiento obteniendo un peso promedio de fruto de 225.19 g.

I.- INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es en la actualidad la hortaliza más cultivada en el mundo con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas que suponen una producción de casi 85 millones de toneladas; además es el cultivo más intensamente explotado bajo condiciones de invernadero debido principalmente a su alta capacidad de producción. La producción potencial de este cultivo bajo condiciones de invernadero rebasan las 400 T/ha/año (Cotter y Gómez, 1981; Papadopoulos y Pararafasingham, 1988; Bay torun *et al.*, 1989; Egea *et al.*, 1999). La producción hortícola en invernaderos se ha incrementado gradualmente en la Republica Mexicana y estos están destinados principalmente al cultivo del tomate (Nelson, 1994).

Aunado a lo anterior, y en gran medida como consecuencia del aumento de la población mundial, existe la necesidad de que las investigaciones sobre este cultivo se dirijan a la búsqueda de alternativas que sean más eficientes en la producción de hortalizas por unidad de superficie.

Por otro lado en los últimos años la producción de hortalizas ha tenido cambios tecnológicos muy significativos en la aplicación de nuevas técnicas de producción como lo son: riego por goteo, acolchados, invernaderos, abonos orgánicos, etc. Estas tecnologías además de elevar los rendimientos, mejoran la eficiencia del agua y nutrientes, reduciendo la contaminación y favoreciendo la calidad del fruto.

Así mismo la agricultura orgánica apunta a proteger el equilibrio natural y producir sin dañar el ambiente, existiendo una tendencia mundial por consumir

productos sanos y preferentemente orgánicos, dicho mercado registra tasas de crecimiento tanto en la producción como en la demanda sin embargo la producción es menor a la demanda, siendo Europa, Japón y América del Norte las principales regiones consumidoras de estos productos; lo anterior, genera nuevas oportunidades de exportación, sin embargo, la problemática de la agricultura orgánica, en parte, es el tiempo que debe transcurrir sin aplicación alguna de agroquímico incluyendo los fertilizantes que es de tres a cinco años, por lo que es necesario encontrar un sustrato que elimine dicho tiempo de espera, además de suministrar nutrientes y soporte, siendo una buena opción las compostas debido a la gran cantidad de nutrientes contenidos en este, sin embargo es difícil usarla como tal debiéndose mezclar con un sustrato inerte ya sea arena o perlita, entre otros que garantice cierto grado de aireación y un buen desarrollo radicular. Actualmente existen en el mercado productos comerciales de composta factibles de utilizar; siendo una de estas la Biocomposta. Una mezcla ideal entre Biocomposta y sustratos inertes garantiza que además de producir orgánicamente y originando la generación de un sobreprecio, el evitar la aplicación excesiva de fertilizantes dando como resultado un producto libre de fertilizantes sintéticos, además, por tratarse de un producto ya comercial, las cantidades requeridas serían suministradas en tiempo y cantidades según fueran solicitadas.

1.1 OBJETIVOS

- Evaluar Niveles de compostas en sustratos inertes, que permitan la producción de tomate orgánico en invernadero
- Evaluar híbridos de tomate bajo condiciones de invernadero
- Desarrollar tecnología de producción para tomate orgánico bajo condiciones de invernadero.

1.2 METAS

- Obtener la mezcla óptima de sustrato orgánico
- Determinar el mejor genotipo bajo un manejo orgánico

1.3 HIPOTESIS

- Los sustratos orgánicos satisfacen las necesidades nutricionales para producción de tomate en invernadero.
- Los rendimientos en los 50, superan a las producciones en campo.

II.- REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.1.1 Origen

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, quizá porque crecería como mala hierba entre los huertos. Durante el siglo XVI se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, pero por entonces ya habían sido traídos a España y servían como alimento en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Infoagro, 2004)

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). Como consecuencia del empleo del tomate como una voz genérica, no siempre resulta fácil interpretar la especie concreta a la que se refieren los cronistas de la conquista. No obstante, parece seguro que en el México de los tiempos pre – colombinos el tomate de cáscara (*Physalis Philadelphica*) era mucho mas apreciado que el tomate (*Lycopersicon esculentum*), consumiéndose éste fundamentalmente como aquel, esto es, asociado al chile en salsas y guisos. Fuera del área mesoamericana el tomate o fue desconocido o simplemente se hizo un consumo incidental de formas espontáneas (probablemente *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* var *cerasiforme*). Guaman Poma de Ayala citado por Esquinas y

Nuez (2001), hace referencia al consumo esporádico de tomate silvestre en el Imperio Inca.

El lugar donde se produjo la domesticación ha sido controvertido, los nombres de mala peruviana o pomi del Perú dados a los tomates por algunos botánicos del siglo XVI hicieron suponer a De Candolle, que la planta se había recibido del Perú, donde presumiblemente se habría domesticado. Sin embargo, estos nombres no parecen tener una base fundada. Hay motivos que inducen a creer que el origen de la domesticación de los tomates esta en México (Esquinas y Nuez, 2001).

2.1.2 Taxonomía y morfología

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

Familia:	Solanaceae.
Nombre científico:	Lycopersicon esculentum Mill.
Clase:	Dicotiledóneas.
Orden:	Solanales (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, cortex 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 en 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 Valor nutritivo del tomate

Lara (2000), menciona que el fruto en fresco es rico en vitamina C, el poder calórico del tomate es bastante modesto debido a su escaso contenido en materia seca y grasas. En el cuadro 2.1 se dan valores orientativos de los componentes de mayor interés.

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

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

2.3 Generalidades de invernadero

Definición de invernadero. Es un espacio delimitado por una estructura metálica cubierta por materiales tan diversos como vidrio, plásticos transparentes o placas de policarbonato PVC o acrílico y en cuyo interior se cultivan hortalizas y

plantas ornamentales en épocas en que las condiciones climáticas del exterior no son favorables para conseguir un desarrollo, floración y fructificación adecuados. Un cultivo forzado se define como aquél que durante todo el ciclo productivo o en una parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. (Rodríguez y Jiménez, 2002)

El cultivo bajo invernadero ha permitido obtener producciones de primera calidad y mayores rendimientos, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de cultivo, permitiendo producir en las épocas del año más difíciles y obteniéndose mejores precios (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>,2004)

Carvajal (2000), menciona que una de las técnicas empleadas durante 15 años han sido los invernaderos., que permiten incrementar la producción, hasta en 300 por ciento en relación al método tradicional del cultivo. Menciona también que al utilizar el riego por goteo, el ahorro de agua puede ser del orden del 40 % en relación al método de riego por superficie.

2.3.1 Ventajas de la producción en invernadero:

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

1. Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
2. Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
3. Aumento del rendimiento hasta en un 300 %, respecto a los cultivos desarrollados a la intemperie.
4. Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son mas uniformes, sanos y de mejor calidad.
5. Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 % al 80 % del agua aplicada que se evapotranspira.

6. Mejor control de plagas y enfermedades.
7. Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
8. Balance adecuado de agua y elementos nutritivos.
9. No se depende de fenómenos meteorológicos

2.3.2 Posibles desventajas de cultivar en invernadero:

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

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

2.4 Exigencias de clima

2.4.1 Generalidades

Muñoz (2003), menciona que la productividad de los cultivos de tomate en cierto grado, suelen estar limitada por luz, temperatura, nutrición y abastecimiento de agua. A gran escala, la importancia relativa de estos factores depende de la latitud y a nivel región o área depende de la fisiografía y condiciones ambientales particulares del lugar.

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. Por otro lado, a temperaturas superiores a 25° C la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influida en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, de forma que valores cercanos a los 10° C así como superiores a los 30° C originan tonalidades amarillentas (infoagro, 2004)

Sade (1998), indica el rango de temperatura para el desarrollo de tomate en

- Temperatura mínima 0 – 2 °C
- Temperatura mínima biológica 8 – 18 °C
- Temperatura óptima durante la noche 13 – 16 °C
- Temperatura óptima durante el día 22 – 26 °C
- Temperatura máxima biológica 26 – 30 °C
- Temperatura mínima para germinación 9 – 10 °C
- Temperatura máxima para germinación 20 – 30 °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; (Infoagro, 2004)

La temperatura del sustrato interviene en el crecimiento y absorción de raíces temperaturas inferiores a 14°C el crecimiento se inhibe y entre 18°C y 12°C la absorción de fósforo disminuye en un 50 %. La temperatura tiene acción directa sobre el rendimiento final y el calibre del fruto (Chamarro, 2001).

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 3.717 kg/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/m y 19.047 kg/m .

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 disminuyen la producción.

2.4.3 Humedad relativa

La humedad relativa óptima oscila entre un 60% y un 80%. (infoagro 2004).

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 periodo 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 (Infoagro, 2004).

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

2.4.4 Luminosidad

Una baja luminosidad pueden incidir de forma negativa en los procesos de la floración fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta crucial la interrelación existente entre la temperatura diurna y nocturna y la luminosidad. La luz es una variable climática fundamental que influye en el crecimiento del tomate. El tomate es una hortaliza exigente en luz. Lo es durante todo su desarrollo, pero muy especialmente en las etapas vegetativas y de floración. La luz interactúa fuertemente con la temperatura y es así que para niveles bajos de luz, las temperaturas que favorecen al cultivo son distintas a las necesarias para niveles altos de luz. De hecho se ha demostrado que cuando falta luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate se resiente en los rendimientos de forma irreversible, ya sea por menos producción de hojas, por menor número de flores diferenciadas por racimo, por menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración (Resh, 1997); éste mismo autor menciona que durante la época nubosa las hojas de tomate presentan un bajo contenido de azúcares y tanto estas como los tallos se vuelven pálidos y delgados, pudiéndose ser pequeños los racimos de frutos o incluso no llegar a cuajar. Con tiempo brillante y soleado la producción de azúcar es muy elevada, siendo éstas oscuras y gruesas con tallos de color verde oscuro y robustos, los racimos tendrán numerosos frutos bien cuajados y el sistema radical será muy vigoroso, pudiendo

aportarse el nitrógeno a mayores niveles durante este periodo. Cuando el tiempo está nublado durante más de uno o dos días puede ser necesario:

- Reducir las temperaturas del día y de la noche en el invernadero.
- Utilizar la menor cantidad de agua posible para que no se marchiten las plantas

2.4.5 Radiación en invernadero.

Bouzo y Garingilio (2002), mencionan que la intensidad de la radiación, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radicación diaria. Sin embargo, la orientación del invernadero, la forma de la techumbre y la pendiente de la cubierta pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de cubierta elegidos.

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 transmisividad 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.*, 1991). En el caso de la radiación en el cultivo del tomate, Howard (1995), señaló que el tomate es insensible al fotoperiodo. 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 interceptación de radiación por el cultivo, especialmente en época invernal cuando la radiación es más limitante, por que la reducción implica una reducción lineal de la cosecha una radiación total diaria de 0.85 Mj/m es la mínima requerida para el cuajado y floración del tomate siendo preferible mayor

iluminación en menor periodo tiempo que iluminaciones más débiles en mayor tiempo. (Horward, 1995).

Van 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 practica 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 mas eficiente (ventanas cenitales) y evitar las practicas que reducen la radiación por lo tanto la producción. Con baja iluminación la polinización seria insuficiente y el tamaño del fruto menor.

2.4.6 Contenido de CO₂ en el aire.

La concentración de CO₂, de la atmósfera es de 340 ppm aproximadamente, sin embargo, esta cantidad es muy variable dentro de un invernadero. Se puede ver que en las primeras horas de la mañana en un día despejado la concentración de CO₂ en invernadero es mas alta que en la atmósfera. En cuanto aumenta la intensidad lumínica y por lo tanto, el proceso de fotosíntesis, hay una disminución rápida de CO₂ que alcanza niveles muy bajos, cercanos a las 200 ppm (Alpi y Tognoni, 1999), el CO₂ es el factor de producción que más limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo gratuitamente a las plantas a partir del humo del calentamiento. Pero desgraciadamente, las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no son los mismos. Los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO₂ elementos base, pero también la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares. Una hectárea de invernadero tiene alrededor de 40 000 m³ de aire, es decir 14 m³ de 0 27 Kg. de

CO₂ para una hora de fotosíntesis a 350 w/m, sin ventilación. El enriquecer con CO₂ cuando la luz es insuficiente no debe de realizarse por que nos se aprovecharía. En el verano, el aporte de CO₂ es mayor, dado que la luz es mas intensa. Pero, como es necesario airear permanentemente, se deberá utilizar un porcentaje bajo de CO₂, para evitar perdidas. Para llegar a niveles elevados, es decir 1000 a 1500ppm, se deben inyectar de 70 a 100 Kg. De CO₂ por hora por hectárea de invernadero (Ferreira, 2002).

(Nelson 1994) dice que el objetivo de la aplicación de CO₂ es el incrementar la concentración del mismo para estimular ala planta. Con ello se obtiene un mayor desarrollo de la planta, incremento en rendimientos, mejor calidad de cosecha, precocidad a floración y desarrollo de frutos.

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 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), así como para producción en invernadero o en campo.

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 más graves y mayor dificultad para encontrar nuevas resistencias. Así, lo más conveniente sería cultivar híbridos con las resistencias a las enfermedades, en función de cada zona. (Cuartero y Báguena, 1990).

2.5.3 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).

2.6 LABORES CULTURALES

2.61 Producción de plántula

Tradicionalmente el propio agricultor establecía el semillero en cama caliente y con protección térmica utilizando una lamina de plástico o carrizo, la siembra era al voleo o chorrillo para transplante a raíz desnuda. La preparación de la planta en semillero tiene una duración variable según el tamaño deseado. El alto costo de la semilla (debido al empleo de híbridos) ha generalizado el uso de tacos prensados de turba, macetillas de papel o plásticos rellenas de sustrato, bandejas de alvéolos o procedimientos similares para transplantar con cepellón. El tratamiento previo a la semilla es, hoy día, practica usual que permite partir de mejores condiciones fitosanitarias. El sustrato más empleado es una mezcla de turba rubia (80%) y turba negra (20%) enriquecida con fertilizantes. Los riegos por microaspersión, se efectúan de una a dos veces diarias, según la demanda evaporativa y la fertirrigación (a partir de los 15 días de la siembra) se basa en equilibrio tipo 1/1/1 de N/P₂O₅/K₂O, evitando los excesos para no enternecer la planta. Con ese mismo fin pueden emplearse retardadores de crecimiento (derivados de cobre o similares). La práctica de endurecer la planta es útil para aclimatar las plantitas

progresivamente al cambio de condiciones ambientales, especialmente si se destinan a cultivos al aire libre. (Castilla, 2001).

La siembra se efectúa en seco y, tras el riego, se introducen las bandejas en cámara de germinación (25°C, 90% de humedad) durante 3 días, tras los cuales pasa a invernadero donde se mantienen temperaturas mínimas de 11°C. La germinación de la semilla tiene lugar a valores óptimos de temperatura entre 18°C y 24°C. A los 30 – 35 días de la siembra, la planta con 3 hojas verdaderas (unos 12 cm de altura) esta en condiciones de trasplante al terreno. (Wittwer y Honma, 1979).

2.6.2 Trasplante

Rodríguez *et al* (1997) y Castilla (2001), señalan que el trasplante bajo invernadero debe realizarse con cepellón. Debiendo tener los siguientes cuidados cuando la plántula este preparada para el trasplante:

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

2.6.3 Poda de formación

Es una práctica imprescindible para las variedades de crecimiento indeterminado. Se realiza a los 15-20 días del trasplante con la aparición de los primeros tallos laterales, que serán eliminados, al igual que las hojas más viejas, mejorando así la aireación del cuello y facilitando la realización del aporcado. Así

mismo se determinará el número de brazos (tallos) a dejar por planta. Son frecuentes las podas a 1 o 2 brazos, aunque en tomates de tipo Cherry suelen dejarse 3 y hasta 4 tallos.(Infoagro, 2004)

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

Ruiz (2002), establece que la poda consiste en eliminar los brotes laterales del tallo con el fin de conservar el tallo principal. De acuerdo con el sistema de cultivo, tamaño de la variedad y densidad de plantas, existen variantes de poda, que consisten en dejar crecer, además del tallo principal a 1, 2, o 3 tallos más.

También menciona que los objetivos de podar son los siguientes:

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

2.6.4 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.

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)

Favaro y Marano (2002), evaluaron el raleo de frutos pequeños sobre la calidad y producción total en diferentes cultivares de tomate en condiciones de invernadero. Los genotipos estudiados fueron Carmelo, Libra y Bella vista efectuándose la extracción de frutos pequeños menores de 1 cm de diámetro para dejar 4 frutos por racimo en la primera y segunda inflorescencia y 3, 5, o 7 por racimo entre la tercera y sexta inflorescencia. También se efectuó raleo de flores en el cultivar Tommy, entre primer y quinto racimo y en el cultivar Angora entre el

séptimo y décimo, dejando solo tres flores por racimo. En este estudio se observó un aumento en la productividad a medida que disminuyó la intensidad del raleo. Tanto el raleo en frutos jóvenes, como de flores en anthesis, no produjeron aumentos en el tamaño. Por lo tanto el raleo debería ser manejado en función de las condiciones climáticas y del cultivo, con riesgo de disminuir la cosecha.

2.6.7 Efectos fisiológicos de la poda

Si la poda no se realiza en el momento indicado los brotes se encuentran muy desarrollados, la planta sufre una pérdida de material orgánico que podía haber llegado a la parte vegetativa que nos interesa, dando lugar a trastornos vegetativos y en el caso de que ésta sea muy enérgica puede presentarse una suspensión en el desarrollo vegetativo. (Serrano, 1979).

Wolk *et al* (1985), afirman que la planta tiene la capacidad para soportar cierto grado de defoliación sin reducir su rendimiento, lo que puede deberse a un incremento en la fotosíntesis de las hojas remanentes, resultando una mayor traslocación de fotosíntesis desde los sitios donde se sintetizan hacia los sitios de almacenamiento.

2.6.8 Efectos de la poda en la distribución de la cosecha

Si la poda se realiza cerca del primer y segundo racimo, junto con espaciamientos cortos de las plantas, se reduce el periodo a cosecha, y con la eliminación de algunas hojas cercanas a los racimos, se acelera la maduración de los frutos, pero el rendimiento por hectárea disminuye. (Pimpini, 1987)

2.7 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 rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas. (infoagro, 2004)

2.8 Tutorado

Es una práctica imprescindible 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 (destallado, recolección, etc.). Todo ello repercutirá en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. 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 determinada altura por encima de la planta (1,8-2,4 m sobre el suelo). (infoagro 2004). El entutorado permite una mejor aireación del cultivo, facilita las operaciones de tratamientos fitosanitarios y permite obtener frutos más limpios y sanos, evitando roces con el suelo (Nuez, 2001).

2.9 Bajado de plantas

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

1. Bajar la planta descolgando el hilo, lo cual conlleva un costo adicional en mano de obra. Este sistema está empezando a introducirse con la utilización de un mecanismo de sujeción denominado “holandés” o “de perchas”, que consiste en colocar las perchas con hilo enrollado alrededor de ellas para ir dejándolo caer conforme la planta va creciendo, sujetándola al hilo mediante clips. De esta forma la planta siempre se desarrolla hacia arriba, recibiendo el máximo de luminosidad, por lo que incide en una mejora de la calidad del fruto y un incremento de la producción.
2. Dejar que la planta crezca cayendo por propia gravedad
3. Dejar que la planta vaya creciendo horizontalmente sobre los alambres del emparrillado

Atherton y Rudich (1986), señalan que persisten dudas en el sector productivo acerca de la severidad y frecuencia con que debe realizarse el bajado de planta para no afectar los rendimientos. Considerando la mano de obra y las posibilidades de transmisión de enfermedades, se recomienda que el bajado de las plantas se realice el menor número de veces durante el ciclo del cultivo.

Pilatti y Bouso (2000), realizaron un experimento para medir efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero. Mencionan que el bajado debe realizarse cuando las plantas alcanzan una altura que ya no permite un adecuado manejo del cultivo, sin

embargo, este descenso de las plantas puede afectar la interceptación de radiación solar por el dosel y consecuentemente al rendimiento del cultivo. Los tratamientos consistieron en el bajado de plantas según el siguiente criterio: 1) 25 cm por semana, 2) 50 cm cada 14 días, 3) 75 cm cada 21 días y 4) 100 cm cada 28 días. Las plantas que sufrieron un menor y más frecuente bajado (25 cm por semana) interceptaron más luz que el resto de los tratamientos, sin embargo, ninguno de los tratamientos estudiados modificó la producción de frutos comerciales.

2.10 Polinización

En el invernadero se tienen problemas de polinización frecuentemente, 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 o bien la introducción de abejorros.

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 sí 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).

2.11 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 m. Entre líneas y 0.5 m 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 de una línea a otra formando una cadena sin fin, dejando pasillos amplios para la bajada de las 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 espaciamiento entre plantas que oscila entre 25 – 30 cm en hileras sencillas y 40 – 50 cm en hileras dobles. En términos generales normalmente oscila entre 2.0 a 2.5 plantas por m² (Horward, 1995).

2.12 Fertirrigación

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

En los cultivos protegidos de tomate el aporte de agua y gran parte de los nutrientes se realiza de forma generalizada mediante riego por goteo y va ser función del estado fenológico de la planta así como del ambiente en que ésta se

desarrolla (tipo de suelo, condiciones climáticas, calidad del agua de riego, etc.).(Infoagro, 2004)

En el Cuadro 2.2. Se observa la concentración de nutrientes que debe prevalecer para cada etapa por gotero

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

Estado de la planta	N	P	K	Ca	Mg
Plantación y establecimiento	100 – 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

La baja capacidad de retención de agua y la pequeña reserva de nutrientes existente en estos sistemas con sustratos, hacen que éstos sean muy sensibles y con poca capacidad de recuperación frente a cualquier error o desajuste en el fertirriego. Esto implica que los ciclos de fertirriego deben ser frecuentes, homogéneos y precisos. El aporte de nutrientes debe ser completo (N, P, K, Ca, Mg y micronutrientes) y el pH debe ser mantenido constantemente dentro de los valores adecuados. El monitoreo del agua de riego y de drenaje debe ser exhaustivo (Asaf, 1990).

2.12.1 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 práctica se divide el ciclo de crecimiento del cultivo según las etapas fenológicas y se definen las diferentes concentraciones o cantidades de nutrientes a aplicarse, con sus respectivas relaciones. Por ejemplo, en tomate se consideran cuatro etapas: Establecimiento – floración, floración – cuajado de frutos, maduración – 1° 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), (Cuadro 2.3) 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)

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 micronutrientes (Fe, Zn, Mn, Cu, B, Mo). El hierro debe ser 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).

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

NUTRIMENTO	CONCENTRACIÓN (mg/L)			
	Mínima	Optima (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
Hierro	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

2.13 Plagas y enfermedades

2.13.1 Plagas

En la producción de hortalizas en invernadero el daño por plagas puede causar el fracaso de la producción. Para que esto no ocurra es importante

identificar y determinar cuales son las plagas que en un momento dado se lleguen a presentar. Las plagas más comunes en invernaderos son:

Artrópodos

Schuster (2001), señala: los artrópodos constituyen un gran grupo de animales que poseen exoesqueleto y apéndices articulados. Los ácaros poseen un aparato bucal picador – succionador y el daño que ocasionan puede ser confundido con alteraciones de origen ambiental o nutricional del tomate. Los insectos tiene varios tipos de aparatos bucales, y el tipo de perjuicio que producen viene determinado por bucal del estado vital que causa el daño. Muchos insectos poseen aparato bucal masticador o una adaptación de este, por lo que los daños que producen se manifiestan como agujeros en hojas o frutos, túneles en hojas, enrollado de hojas etc., y es mas fácil su identificación, no así otros muchos insectos que tienen aparato bucal picador succionador o adaptaciones de este, y el daño ocasionado en tomate puede ser confundido con el causado por alteraciones bióticas o abióticas. Además los insectos con aparato bucal succionador o chupador pueden transmitir numerosas enfermedades de importancia para el tomate, principalmente las causadas por virus.

Ácaros

Los ácaros presentan un cuerpo compuesto por dos partes, el cefalotórax y el abdomen y durante su ciclo vital desarrollan los estados de huevo, larva, ninfa y adulto. El estado ninfal puede comprender dos o más fases. Los estados larvares o ninfales se parecen al estado adulto. Los ácaros pueden ser diseminados de forma pasiva por el viento, el suelo, partes vegetales infestadas, semilleros de planta,

herramientas o dispersarse activamente caminado. Existen dos tipos principales de estos organismos *Tetranychus* spp y *Aculups Licopersisi Massae* los cuales se describen a continuación.

Tetranychus spp.

Los ácaros del genero *tetranychus* son de 0.3 a 0.5 mm de longitud y viven en el envés de las hojas más bajas de la planta. Las hembras adultas poseen una morfología oval, mientras que los machos son más pequeños y tienen un abdomen agudo. La eclosión de los huevos, que son depositados en el envés, da lugar a las larvas de primer estado o edad que presentan tres pares de patas. Los estados ninfales posteriores y los adultos poseen cuatro pares de patas. La araña roja, *T. Urticae* Koch, es la especie más común de las que atacan al tomate; *T. Evansii* Baker & Pritchard, es una especie muy relacionada que se encuentra habitualmente en Florida. Estos ácaros suelen presentar dos puntos oscuros en la superficie dorsal de sus cuerpo de color claro, pero ocasiones estos puntos pueden ser ausentes, o poseer un cuerpo de coloración rojo anaranjado uniforme. La sintomatología es la siguiente:

el envés de las hojas aparece cubierto de hilos sedosos, pero a medida que aumenta la densidad de la población los ácaros se trasladan hacia las hojas superiores donde producen un copioso entramado sedoso. Los individuos migratorios utilizan los hilos de seda para flotar en el aire. Los daños producidos por su alimentación se observan como un moteado de puntos pequeños y cloróticos sobre la superficie de las hojas afectadas.

Aculops lycopersici Massee

El ácaro del bronceado del tomate es más pequeño y alargado que *tetranychus spp*, y posee la parte posterior cónica. Se necesita de una pulpa de al menos 14 aumentos o un microscopio de disección para detectar su presencia. Este ácaro es de coloración clara y también posee ocho patas en los estados adulto y ninfal, y seis patas como larva de primera edad. El último par de patas del adulto suele estar colgado de la pata posterior del cuerpo, dando la apariencia de que el ácaro solo tiene seis patas. Los síntomas que presenta son los siguientes: Este ácaro ataca el envés de las hojas, a las cuales proporciona primero un aspecto plateado y clorótico que posteriormente se vuelve necrótico. A medida que la infestación se extiende, los tallos y pecíolos foliares se broncean y la parte anterior de la planta se seca. Si la población de ácaros no se controla, la sintomatología progresa hacia la parte superior de la planta hasta que toda ella se vuelve de color marrón y se seca. Las plantas pueden morir en tan solo unos días si el ambiente es cálido y seco, que son las condiciones que favorecen el desarrollo de este ácaro. Los daños foliares que causa *A. Lycopersici* pueden ser confundidos con síntomas que son consecuencia de ciertas deficiencias o desequilibrios nutricionales, o con estrés hídrico.

Como planteamiento para el control de los ácaros, se menciona la estrategia en el control depende, en buena medida, de época en que se efectuó el cultivo, el tipo o modalidad y de las condiciones en que se realice. En el caso de cultivo bajo protección plástica, las medidas culturales, las medidas preventivas, medios biológicos, utilizados depredadores generales o específicos y principalmente los medios químicos parecen ser los medios mas factibles. En cualquier situación, se

debe de evitar poner plantas que se contaminaron en los semilleros. Se deben de eliminar los restos vegetales de anteriores cosechas y las malas hierbas susceptibles de actuar como reservorio, el plástico y mallas densas en las aperturas laterales limitan las contaminaciones que puede acarrear el viento (Schuster, 2001)

Control químico: Azufre: especie de ácaro *A. lycopersici*, *P. latus*, *T urticae*; tiene acción contra oídios. Avermectina: especie de ácaro *P. latus*, *T urticae*; actúa sobre formas móviles. Endosulfan: *P. lycopersici*, *P. latus*,; actúa sobre formas móviles (Hance *et al.*, 1991)

Control biológico: Bailey y Keifer (1943), citado por Gispert (1987), mencionan como depredadores al fitoseiido *seiulus sp.* El cual se alimenta de todos los estados del desarrollo del ácaro del tomate. Otro enemigo natural es *Leptotris mali* (Fitch). Rice (1961), citado por Gispert (1987), cita a los fitosiidos *Typhlodromus occidentalis* Nesbitt y *Lasioseius sp.* Y al tideido *Pronematus ubiquitous* (McGrgor) alimentándose del ácaro del tomate, siendo este ultimo el depredador mas efectivo de afidos.

Pulgones

Los áfidos son insectos pequeños, piriformes y con un par de corniculos que se proyectan hacia arriba y hacia atrás en la parte posterior dorsal del cuerpo. Existen tres especies principales de afidos que atacan al tomate en invernadero. El pulgón de la patata, *Macrosiphum euphorbiae* Thomas, es un afido grande (3mm de longitud) que puede ser de color rosa o verde. El pulgón verde del melocotonero, *Myzus persicae* Sylzer, es mas pequeño (1.5 mm de longitud) y de

coloración verde claro a oscuro. *Aphis gossypii* (Sulzer), presentan polimorfismo, con hembras aladas y ápteras de reproducción vivípara, presentan sifones negros en el cuerpo verde o amarillento. Los afidos invaden los campos de tomate como adultos alados pero producen descendientes ápteros mediante partenogénesis. Están presentes en el envés de las hojas, en las cuales succionan los jugos vegetales con su aparato bucal picador – succionador. El aspecto más dañino de los afidos es su capacidad para transmitir numerosos virus de importancia en el tomate. Los síntomas son los siguientes:

En ausencia de enfermedades, las poblaciones altas de áfidos pueden producir daños directos e indirectos en la planta. De forma indirecta, los pulgones consumen más jugos vegetales de los que necesitan y como consecuencia excretan el exceso en forma de sustancias azucarada llamada melaza. Cuando esta sustancia es segregada en gran cantidad, puede crecer sobre ella un hongo denominado \Rightarrow fumagina \Leftarrow o \Rightarrow negrilla \Leftarrow . La melaza se deposita sobre hojas y frutos, resultando en una reducción de la fotosíntesis y de la calidad de los frutos. Mediante su alimentación directa, los afidos pueden producir un moteado clorótico, clorosis general y distorsión de las hojas, enanismo y marchitamiento de las plantas y abscisión de los botones florales. Cuando la densidad de la población de pulgones aumenta hasta niveles que causan la abscisión de botones florales, pueden ser desestimadas las dudas respecto si están implicados o no otros factores que también pueden generar abscisión de botones florales, tales como factores nutricionales, fisiológicos o ambientales (Schuster, 2001)

Como un Planteamiento para el control de los pulgones se mencionan los siguiente:

Métodos preventivos y técnicas culturales.- colocación de mallas en las bandas del invernadero. Eliminación de malas hierbas y restos del cultivo anterior. Colocación de trampas cromáticas amarillas.

Control biológico mediante enemigos naturales.- Especies depredadoras autóctonas: *Aphidoletes aphidimyza*. Especies parasitoides autóctonas: *aphidius matricariae*, *aphidius colemani*, *Lysiphlebus testaceipes*.

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

Moscas blancas

La mosquita blanca es una de las plagas que más impacto ha causado en los últimos años en el mundo. Los daños que ocasiona pueden ser de tipo directo o indirecto. El daño directo lo produce al alimentarse de los cultivos y provocar la muerte de las plantas, y el indirecto, por ser un importante vector de más de 40 enfermedades vírusas que se presentan en diversos cultivos y además por cubrir completamente el follaje con fumagina lo que provoca la obstrucción del proceso fotosintético de la planta y favorece el establecimiento de hongo del género *Capnodium* sp

A diferencia de otros insectos, la mosquita blanca es capaz de desarrollarse a temperaturas de 34° C y sobrevivir en condiciones extremas como son: temperatura máxima de 45° C y con una mínima de – 2° C, considerándose como

condiciones adversas para otros insectos. el ciclo de vida de la mosquita blanca dura aproximadamente 19 días a 32° C. El ciclo puede alargarse hasta 73 días a 15° C o a menos de 19 días a temperaturas superiores a los 32° C. Por su parte, Zalom, *et al.* (1995), determinaron que la mosquita blanca requiere de 316 unidades calor para completar su ciclo biológico. Los síntomas son los siguientes:

El daño producido por la alimentación de la mosquita blanca es similar al causado por los afidos e incluye la producción de melaza (y el hongo negrilla que crece en ésta), el moteado clorótico y clorosis foliar, el moteado del fruto y el enanismo y marchitamiento de las plantas. Algunos cultivares comerciales de tomate suelen exhibir cierta cantidad de tejido interno blanco cuya severidad aumenta al incrementar las poblaciones de mosca blanca (Schuster, 2001)

Como planteamientos para el control de mosquita blanca, se recomienda lo siguiente:

Utilizar malla antiafidos para cubrir los invernaderos por donde se realiza la ventilación. 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. Utilizar barreras físicas bandas amarillas de plástico con pegamento Pegafin 50 o biotac, rodeando los lotes comerciales. utilizar jabones agrícolas entre estos se mencionan los siguientes M-Pede (1.0 litros / ha) SAP (1.0 – 2.0 litros / ha), foca (1.25 litros / ha).

Control biológico.- Hongos entomopatogenos. Los que se han utilizado en México son: *Verticillium lecanii*, *Paecilomyces fumosoroseus* y *Beauveria bassiana*. (Caro, 2001)

Control químico.- Alpi y Togoni (1999), mencionan que para estos homópteros son necesarios tratamientos con esterés fosfóricos como medidatión o con piretroides como Bioresmetrina y Permetrina: alfa-cipermetrina, Beauveria bassiana, cipermetrina, malatión, diltametrina, Belda y Lastre (1999) señalan los siguientes agroquímicos: Buprofezin, Teflubenzuron imidacloprid, Metomilo lambda cihalotrin, metil-pirimifos, metomilo + peridanfention, piridaben, piridanfention, tralometrina.

Minador de la hoja. (*Liriomyza spp.*)

Existen varias especies de minadores de hojas que pertenecen al orden Díptera de la familia Agromyzidae, entre las que se encuentran: *Liriomyza munda*, *L. trifoli*, *L. pictella* y *L. sativae*. Los adultos miden aproximadamente de 2 a 3 milímetros de longitud, son de color negro brillante y se distinguen porque la región posterior de la cabeza es de color negro, el tercer segmento de la antena es pequeño, redondo, amarillo y pubescente, la parte dorsal del protórax y mesotórax es de color negro, metotórax amarillo; el abdomen ventralmente es de color amarillo. El ciclo de vida de huevo a adulto requiere de tres semanas bajo condiciones favorables de temperatura y humedad. la larva nace a los 4 días después de haber sido depositado el huevo y completa su desarrollo en un lapso de 10 días (Alvarado, 2001)

La pupa tiene una duración de 7 a 8 días para dar origen al adulto e iniciar una nueva generación. La hembra adulta oviposita individualmente, inserta los huevos en la epidermis, principalmente en el haz de las hojas, aunque existen ocasiones en que estos son depositados en el envés. La larva pasa todo su

desarrollo en el interior de la hoja, donde forma una mina sinuosa y alargada, fácil de observar a simple vista al colocar las hojas atacadas a contraluz. Para el monitoreo de adultos se utilizan trampas amarillas con pegamento. Las trampas se colocan en la parte media e inferior de la planta. Los insecticidas se deben aplicar cuando se encuentren del 20 al 25 % de hojas con una o más minas. Otro criterio para iniciar las aplicaciones es cuando se observe las primeras minas y repetir cada 8 a 10 días durante 4 a 6 semanas (Alvarado, 2001). Los síntomas son los siguientes:

Los adultos suelen escoger hojas con un grado de madurez para realizar la puesta y un poco más jóvenes para alimentarse. Las galerías suelen aparecer en las hojas más bajas desplazándose las poblaciones en sentido vertical, siguiendo la evolución fenológica del cultivo. En los invernaderos las inmigraciones de adultos hacen que, al principio, las mayores densidades de las plagas, se sitúen en la periferia. En el invierno, los adultos suelen elegir las zonas más soleadas de la planta y del cultivo (Lacasa y Contreras, 2001)

Control químico.- En tomate fresco una vez que la población alcance el umbral económico de 20 pupas/charola/día. Es necesario utilizar insecticidas para combatir este insecto a base de avermectina B1.

Control biológico.- Los enemigos naturales de esta plaga, identificados a la fecha son los siguientes parasitoides: el braconido *Opilus diminiatus* (Ashmead), el eulófido *Chrysocharis parksi* Crawford y los eucólidos *Ganaspidium utilis* Bearsdley y *Disorygma pacifica* (Yoshimoto) (Alvarado, 2001)

2.13.2 Enfermedades

Damping Off o secadera de plántulas

Sánchez (2001) menciona que ésta enfermedad es un problema fuerte en plántulas desde la preemergencia hasta un mes de edad. Las plántulas se pueden marchitar rápidamente causando una drástica reducción de la población. Esto obliga a efectuar labores de resiembra y afecta la programación de planteo; menciona además lo siguiente, referente a la 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. Para el caso de *Pythium*, las lesiones son oscuras y acuosas que se inician en las raíces y avanzan por el tallo hasta arriba del nivel del sustrato; en el caso de la *Rhizoctonia*, las lesiones son de 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.

Tizón tardío

Sánchez (2001) menciona que ésta enfermedad es considerada la enfermedad más destructiva del tomate y la papa. El patógeno que la produce tiene una capacidad de diseminarse y reproducirse rápida y abundantemente. Es la típica enfermedad causante de epifitias, cuyo daño pueden llegar a niveles catastróficos, añade lo siguiente; referente a la sintomatología. La enfermedad puede afectar rápidamente todos los tejidos aéreos de la planta. En las hojas aparecen manchas irregulares de tamaño variable. Las lesiones son primero de color verde oscuro con márgenes pálidos, los cuales, al haber humedad abundante, muestran filamentos de color blanquecino; después, las lesiones se tornan de color café y pueden invadir toda la lamina foliar. Esto provoca que pierda rigidez y que su pecíolo se doble hacia abajo; también los tallos y las ramas pueden ser afectados de la misma forma, y los frutos dañados presentan grandes manchas de color café rojizo que en ocasiones las cubren por completo.

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.

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-AI, Cymoxanil, y otros.

Tizón Temprano

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

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.

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 preventivo. Algunos de los productos más utilizados son Captofol, Captán, Clorotalonil y Mancozeb.

2.13.3 Otras alteraciones

Golpe de sol

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

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 (Blancard, 1996).

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, Cat-face o cicatriz leñosa pistilar, etc. (Blancard, 1996).

2.14. SUSTRATOS.

2.14.1 Generalidades de los sustratos.

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

Para el caso de los inertes podemos mencionar, la arena y la perlita, siendo las siguientes las características respectivas para cada material, según Muñoz (2003)

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

PERLITA: Es un material silicio de origen volcánico y tiene la capacidad de absorber de 3 a 4 veces su peso en agua, carece de capacidad de tampón y de intercambio cationico, no obstante es útil para incrementar aireación además tiene

una estructura rígida y se comercializa en diferente granulometría (García 1999), la perlita con diámetros de partículas de 0 a 1.5 mm y densidad de 80 a 90 kg/m, es la que se utiliza en semillero y también puede ser empleada para tapar la semilla. Por las características mencionadas se utilizara estos materiales como sustrato en la producción de las plántulas

Por otro lado, actualmente los aspectos relacionados con la conservación del medio ambiente, han quedado enmarcados en los conceptos de sustrato. Los ecologistas han hecho hincapié en este tema, ya que muchos sustratos provienen de yacimientos naturales, afectando el número de mantos protegidos como reservas naturales, por lo que se están tomando medidas para regular el uso de este tipo de sustratos. Aspectos como este han sido motivado para buscar alternativas rentables sin dañar al medio ambiente, siendo una de ellas, la utilización de lombrices como material biológico para producir vermicomposta (Zaidan, 1997 citado por Zárate, 2002).

2.14.2. Características de los sustratos

Algunos puntos importantes a considerar en la composición de sustratos, son los siguientes:

A). Características físicas.

Composición y estructura.

Isotropía e isometría

Granulometría y distribución

Porosidad

Densidad y peso

Conductividad térmica

B). Propiedades químicas.

Capacidad de intercambio catiónico

pH

Capacidad buffer

Elementos Tóxicos

C). Propiedades biológicas

Contenido de materia orgánica

Relación Carbón-Nitrógeno

2.14.3. Clasificación de los sustratos

Los sustratos pueden clasificarse en grupos de acuerdo a su origen y pueden ser: naturales, industriales y artificiales. El sustrato adecuado para el desarrollo de los cultivos, es aquel capaz de retener suficiente agua, aire y elementos nutritivos en forma disponible para la planta (García, 1996; Buras, 1997).

El uso de sustratos en la agricultura es común en cultivos intensivos, especialmente en invernadero, teniendo como ventajas principales que permite el : control y monitoreo sobre el riego y la fertilización, adelanto en la cosecha, incremento en calidad del fruto y reducción de riesgos por enfermedades y plagas (Ansorena, 1994).

2.14.4. Sustratos orgánicos

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 bovino, es una materia

prima que en la Comarca Lagunera existe de sobra, ya que según la SAGARPA (2001) se generan aproximadamente 45, 773 toneladas mensuales, provenientes de 239, 099 cabezas de ganado vacuno (Figuroa y Cueto, 2002).

La característica principal de los abonos orgánicos: es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos benéficos a la planta, además de una cantidad elevada de nutrientes como: N, P, K, Ca, etc. Los substratos orgánicos están libres de patógenos, 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 o anaerobias facultativas (Melgarejo *et al.*, 1997).

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

- Mayor efecto residual, por su lenta liberación.
- Aumento en la capacidad de retención de humedad: a través de su estructura granular, la porosidad y la densidad aparente.
- Formación de complejos orgánicos, con nutrientes que se mantienen en forma aprovechable para las plantas.
- Menor formación de costras y terrones.

Los abonos orgánicos tienen por objeto nutrir indirectamente a las plantas a través de los seres vivos del suelo, particularmente de los microorganismos. Estos seres vivos son los que realizan la producción del humus y 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).

Quintero (2004), menciona que las ventajas que los agricultores experimentan en la fabricación de los abonos orgánicos.

- Materiales baratos y fáciles de conseguir (independencia)
- Fáciles de hacer y guardar (apropiación tecnológica por los agricultores)
- Costos bajos, cuando comparados con los precios de los abonos de los abonos químicos (relación aproximada a 1:10 Centroamericana).
- Su fabricación exige poco tiempo y puede ser escalonada de acuerdo a las necesidades de los cultivos.
- Eliminan factores de riesgo para la salud de los trabajadores agrícolas.
- Le obtienen resultados a corto plazo y su dinámica permite crear nuevas formas alternativas de fabricarlos.
- No contaminan el medio ambiente
- Respetan la fauna y la flora
- Los abonos son más completos, al incorporar a los suelos macro y micronutrientes necesarios al crecimiento de las plantas.

Dicho autor, menciona que las ventajas que los agricultores experimentan con el uso de los abonos orgánicos son:

- Fáciles de usar.
- Eliminan factores de riesgo para la salud de los trabajadores y consumidores.
- Protegen el medio ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad.
- Mejorar gradualmente la fertilidad de los suelos asociada a su macro y microbiología.
- Estimula el ciclo vegetativo de las plantas (en hortalizas se observan ciclos vegetativos menores).
- Mayor rendimiento de número de plantas por hectárea.

- Son una fuente constante de materia orgánica.
- Los suelos conservan la humedad y amortiguan los cambios de temperatura.
- Reducen el escurrimiento superficial del agua.
- Mejora la permeabilidad de los suelos y su bioestructura.
- Favorecen la colonización del suelo por la macro y micro vida.
- Proveen al suelo de una alta tasa de humus microbiológico.
- Constituyen al logro de cosechas más seguras y eficientes.
- Mayor rentabilidad económica por área cultivada.
- Permite a los agricultores tener mayores opciones económicas y bajar los costos de producción.
- Los cultivos orgánicos, en los aspectos nutricionales (cantidad y calidad)) superan cualquier otro sistema de producción.

La restitución de la materia orgánica en el suelo es quizá la práctica más antigua que existe. Existen tratados de agricultura que datan aproximadamente del 400 a. C. al 300 d. C. Que ya mencionan la aportación del estiércol en los cultivos, como única alternativa deseada en este tiempo. El proceso de formación de los suelos se inicia cuando cultivamos repetidamente un suelo, con el tiempo la materia orgánica de este suelo se va mineralizando y pierde sus propiedades, en mayor medida cuando los cultivos son del tipo hortícola, como en el caso de la lechuga, cuya producción se retira completamente del campo, con lo que no se restituye prácticamente ningún tipo de materia orgánica al suelo. Con el tiempo, la materia orgánica del suelo se mineraliza por la acción de los microorganismos, devolviendo al suelo los elementos nutritivos (H, C, O, N, P, K, etc.). Al reducirse la materia orgánica del suelo, la capacidad de humus, con lo cual la fertilidad

disminuye. Además, como ya vimos, la materia orgánica contribuye a la capacidad de retención de agua de un suelo, a su porosidad (aireación) etc. Las zonas de cultivo deben ir aproximándose al máximo de su autosuficiencia: reciclando nutrientes, utilizando los recursos propios del lugar, encaminándose a una disminución de la energía consumida en la mecanización y al uso de energías renovables. Es necesaria una restitución de la materia orgánica para que el suelo no pierda su capacidad de retención de agua (estructura), nutrientes (C.I.C.) y aire (porosidad). Además con su mineralización, la materia orgánica libera los nutrientes que podrán ser aprovechados por las plantas. En el suelo se puede aportar cualquier tipo de residuos orgánicos. Cada uno tiene sus ventajas y sus inconvenientes, y es el agricultor quien tiene que decidirse por unos u otros, en función de sus ventajas, precio, facilidades de aplicación, durabilidad etc. (Quintero, 2004)

Cabe señalar que actualmente hay una controversia en el caso de la fertilización orgánica, ya que se menciona que los nutrientes, en todas sus formas, ya sea orgánicos o inorgánicos, son absorbidos en forma iónica (Resh, 2002)

2.15. Biofertilizantes

La FAO (2000), menciona que los requerimientos de fertilizantes para el 2030, serán de 180 millones de toneladas por año, lo que es conveniente tratar de producir biofertilizantes o bien aprovechar los desechos orgánicos, ya que las fuentes naturales se agotarán en un plazo no muy lejano

Quintero (2004), menciona lo siguiente sobre este tema:

Los biofertilizantes son todos aquellos organismos vivos capaces de brindar algún beneficio a las plantas, especialmente a aquellas de interés económico.

Los biofertilizantes se clasifican, de acuerdo a la acción que realizan en directos o indirectos

- ACCION INDIRECTA: El producto de la biofertilización (nutrimentos solubilizados, mejoramiento de la estructura del suelo, etc.) es aprovechado indirectamente por los cultivos, aunque estos pueden adicionalmente influir sobre los primeros.
- ACCION DIRECTA: Se agrupan microorganismos que total (fijadores de N) o parcialmente (micorrizas) habitan algún componente de los tejidos vegetales, y por ello la acción de la biofertilización se realiza en parte del vegetal y no en su medio circundante.

Otra clasificación es desde el punto de vista de distribución: amplia y restringida

RESTRINGIDA

- Fijadores biológicos de N simbióticos.
- Simbiosis Azolla-Anabaena
- Algunos tipos de endomicorrizas y ectomicorrizas.

AMPLIA

- Fijadores biológicos de N de vida libre.
- Microorganismos solubilizadores de P y K
- Microorganismos estimuladores del crecimiento vegetal
- Lombrices de tierra

- Micorrizas arbusculares

Los biofertilizantes se deben estudiar debido a los siguiente:

- Todos, de una u otra forma, contribuyen a mejorar la calidad y productividad de los cultivos, mediante la eliminación total o parcial de los fertilizantes químicos.
- Actualmente, existe la tendencia de desarrollar una Agricultura más sana y de disminuir el uso de agroquímicos.
- Los biofertilizantes pueden ser producidos por los propios productores y reducir la dependencia internacional por los fertilizantes químicos, disminuyendo los costos de producción.
- Agricultura orgánica.

En general, pues añade, que el uso de biofertilizantes representa una alternativa viable para la producción agrícola y que el uso de hongos micorrícicos arbusculares, es recomendado para la producción de plantas en vivero.

Actualmente, existen muchas formulaciones comerciales de biofertilizantes: BuRIZE, Micorriza NES, MICOFERT, ECOMIC, NITRAGIN, AlgaEnzims, Omeobios, Humistar, etc.

2.16. COMPOSTA

La composta, es un abono orgánico que aporta nutrientes y mejora la estructura del suelo. Para elaborar composta 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, 2003).

Figuroa (2004), menciona que la elaboración de composta, ya sea bacteriana o mediante lombrices, tiene varias ventajas:

- 1.- Reduce los olores del estiércol
- 2.- No atrae moscas
- 3.- Minimiza la concentración de patógenos
- 4.- Reduce la diseminación de malezas
- 5.- Adición de compuestos orgánicos estabilizados que mejoran la estructura del suelo

Mientras que como desventaja, añade es el costo que implica su elaboración

En la producción orgánica, las compostas son aceptadas dentro del proceso de producción, únicamente deben cumplir ciertos requisitos como es el de voltearla por lo menos cinco veces, manteniendo la temperatura entre 131 y 170 °F. por tres días y que la relación C:N sea entre 25:1 y 40:1 (NOP,2004)

La actual escasez de estiércol en algunas zonas ha promovido el estudio y utilización de otros compuestos orgánicos. Entre ellos, los más conocidos son los residuos de las cosechas, rastrojos, cañas de maíz, residuos de patata, partes vegetales de la remolacha, etc. A menudo se cultivan ciertas plantas solamente para enterrarlas en verde. Un ejemplo de este tipo de abonado es verde son la mayoría de forrajes de crecimiento rápido. El compost de residuos vegetales fermentado de similar forma que él, estiércol es una práctica habitual en jardinería. Últimamente, se ha estudiado el compost de algas, los orujos y sarmientos de vid triturados, la misma turba o el compost de residuos urbanos (Quintero, 2004)

2.16.1. DESECHOS ORGÁNICOS

Quintero (2004), menciona lo siguiente:

La creciente población requiere, además de los alimentos, de otros artículos; en la producción de ambos se generan residuos como son: el estiércol en la obtención de carne, huevo y leche; bagazo y Basura Orgánica en la obtención de azúcar; pulpa en la obtención de café; aguas negras por el uso del agua potable y basura en general producto del uso de diversos productos, sobre todo en las grandes ciudades que año con año incrementan su población debido a la búsqueda de un mejor nivel de vida, a la centralización de actividades y a la carencia de nuevos polos de desarrollo.

En consecuencia al crecer la población se incrementan las explotaciones agropecuarias, industriales y agroindustriales, lo cual ocasiona el aumento de los residuos mencionados que provoca problemas de contaminación ambiental, si no se manejan adecuadamente, factor que representa un reto para la ingeniería y otras disciplinas en el mundo entero.

Los residuos orgánicos contienen todos los elementos esenciales que requieren las plantas para su desarrollo en formas orgánicas complejas los cuales de ser transformados mediante un procesamiento adecuado, se convierten en formas aprovechables para las plantas, constituyéndose en valiosos auxiliares de los fertilizantes químicos coadyuvados en la nutrición vegetal o eficientizando el aprovechamiento de los mismos. Por ello, a los desechos orgánicos debe considerárseles como subproductos de las actividades mencionadas anteriormente al transformar en corto o mediano plazo en mejores de las propiedades químicas, físicas y microbiológicas de los suelos.

El problema de la degradación y pérdida de los suelos es una gran preocupación para la humanidad, ya que fértiles suelos se transforman en suelos estériles por el mal manejo del hombre, por otro lado las zonas ganaderas y avícolas han contaminado las aguas con los desechos orgánicos, los cuales tienden a acumularse sin ninguna utilidad y si exterminando la vida en los mantos acuíferos, tal como acontece en las ciudades y granjas donde la materia orgánica solo contamina, por esa razón se debe de iniciar un proceso para utilizar con más sabiduría el uso de un ecosistema, buscando resolver los problemas que hacen que éste haga crisis y desaparezcan las especies vivientes que ahí existían entre las que se encuentran, la raza humana.

Se han ensayado diversas opciones para el aprovechamiento de los subproductos orgánicos en varios países, existiendo en la actualidad bastantes procesos para su utilización cuya eficacia debe medirse en función de la velocidad y eficiencia en la transformación, en la retención de los nutrimentos durante el proceso y en su rentabilidad económica

Incorporar abonos orgánicos a los suelos que soportan una vegetación cultivada, para abastecerlos de humus constituye una excelente recomendación con sólidas bases técnicas y científicas.

La utilización de materiales orgánicos naturales deberá de ser la fuente de nutrimentos y no los productos de síntesis química, es decir, los fertilizantes químicos, los cuales solo deberán de ser complementarios ya que de otra manera, solo provocan serios impactos a la naturaleza como se ha venido demostrando con la agricultura moderna, cuyas bases se fincaron en el uso intensivo de los agroquímicos.

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.

La recolección, transporte y aplicación se dificulta al estar el material disperso.

Las compostas obtenidas a partir de subproductos de ingenieros azucareros, se han preparado y probado en campo a nivel experimental y las observaciones preliminares muestran que puede ser eficaz y trascendente su uso en suelos cañeros sujetos a monocultivos.

Las compostas de basura urbanas se han utilizado en jardinería a un precio elevado y otra parte de menor calidad trata de utilizarse como abono orgánico en cultivos extensivos como maíz, caña de azúcar, etc.; sin embargo, gran parte se encuentra sin utilizarse en las plantas donde se produce, debido a la falta de promoción y establecimiento de un programa de comercialización adecuado.

Parte de los residuos orgánicos de la industria vitivinícola, enlatadoras, cafetaleras y empacadoras, se han utilizado para preparar compostas en algunos casos y en otros no se utilizan, acumulándose sin ningún control.

Las aguas negras se están utilizando para el riego en terrenos agrícolas, sobre todo en el Distrito de Riego no. 03 de Tula, Hidalgo, el cual recibe las aguas negras de la Ciudad de México.

Hasta hace algunas décadas, los desechos sólidos urbanos se acumulaban en las afueras de las ciudades sin ningún tratamiento; al incrementar su volumen se buscaron o hicieron oquedades donde fueron depositados todo tipo de desechos ya sea domiciliarios, hospitalarios o industriales, generando un "tiradero". Posteriormente el relleno se fue implementando en capas de basura y tierra en forma alterna estableciéndose un "relleno sanitario"; en ambos casos, permanecía inalterados tanto los residuos metálicos como los plásticos y vidrios.

2.16.2 COMPOSTAJE

Quintero (2004), menciona lo siguiente:

El composteo es una forma de manejo de desechos sólidos, en donde los componentes orgánicos de estos productos son biológicamente descompuestos de una manera controlada, hasta convertirlos en un material húmico estable, el cual puede ser almacenado y manejado como abono orgánico sin perjuicios para el ambiente, a esta resultante se le llama composta.

La composta es el abono natural que se hace a partir de materia orgánica (restos de frutas, verduras, estiércol, tierra y agua).

En de gran beneficio porque ayuda a resolver el problema de la basura y sus costos, por otra parte es una forma muy económica de producir abono natural. La composta es un texturizador de suelos, regulador de pH, proveedor de nutrientes, microorganismos benéficos y ambióticos naturales, conservador de humedad, en

resumen, es un excelente fertilizante y generador de suelos para la producción de alimentos.

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 escapa al aire, otros subproductos de la descomposición, como el nitrógeno, la potasa, algo de fósforo y demás micronutrientes, se pierden fácilmente por lavado.

El objeto de preparar compostas utilizando subproductos orgánicos, es el de obtener de ellos elementos de fácil asimilación por las plantas.

La transformación de compuestos orgánicos a inorgánicos, es realizada por los microorganismos (bacteria) y hongos tanto aerobios como anaerobios. Los compuestos más importantes que van a ser transformados son los carbohidratos y las proteínas; por lo tanto, toda mezcla destinada a producir una buena composta deberá contener proporciones adecuadas de estas dos sustancias.

El método, más generalizado para la producción de compostas, consiste en la acumulación de basura, residuos vegetales, estiércol, hojarasca, y residuos industriales vegetales de origen orgánico (en forma separada o bien mezclados), formando pilas o montones en lugares dedicados a este propósito; ya sea directamente sobre el suelo o en plataformas especialmente diseñadas para este fin, o bien, en fosas construidas para contener el material depositado hasta que esté listo para su uso.

Existe una infinidad de procesos, tanto los que se pueden considerar como mecanizados, como aquellos que utilizan sustancias inoculante específicas para acelerar el proceso.

2.16.3 Elaboración de composta

El compostaje es un proceso de transformación biológica de la materia orgánica en un producto final, denominado compost, que presenta, respecto a los materiales de partida, las siguientes ventajas (Quintero, 2004):

- Mayor estabilidad biológica (eliminación de malos olores).
- Mayor contenido en humus.
- Menor relación C/N.
- Menor volumen aparente (compactación).
- Eliminación de los gérmenes patógenos.
- Inhibición del poder germinativo de las semillas.

2.16.4 FACTORES QUE INTERVIENEN EN EL COMPOSTAJE (Quintero, 2004)

Tamaño de la partícula. A menor tamaño de partícula el material orgánico mayor será el área superficial del ataque por los microorganismos. 50 mm es en tamaño apropiado.

Nutrientes. Los microorganismos requieren de una fuente de carbono que les proporcione energía y de nitrógeno para proteínas celulares. Este último es muy importante, es deseable la relación C/N 25 a 35:1 en la mezcla inicial, si es mayor, el proceso se alarga para eliminar carbono en forma de CO₂. si es menor, el N debe ser eliminado como amoniaco.

Humedad. Todos los organismos requieren agua para vivir, cuando la humedad es de 30% en peso fresco, las reacciones biológicas en una pila de composta se retardaran considerablemente, cuando es demasiado alta 60% los espacios entre partículas se saturan, de agua impidiendo el movimiento de aire dentro de la pila, el contenido óptimo está entre 45 y 60% de humedad.

Aireación. Esta tiene dos finalidades, suministrar oxígeno y extraer el calor producido eliminando el CO₂, la ausencia de aire (condiciones anaeróbicas) condiciona el desarrollo de distintos tipos de microorganismos, la aireación se logra mediante el volteo periódico del material.

Volteo. La aireación natural se da con mayor efectividad en las partes externas de la composta pero no en el centro. Deberá darse 2 o 3 volteos de las pilas de lo contrario encarece la mano de obra.

Aditivos. En agricultura orgánica no se deben agregar suplementos químicos o bacterianos a la pila de composta para aumentar la velocidad de descomposición de los materiales orgánicos.

Relación carbono nitrógeno

Factor de suma importancia pues son estos elementos los que son utilizados por los microorganismos para su desarrollo, degradando, por consiguiente, el sustrato orgánico sobre el cual se desarrollan.

Humedad

- El contenido de humedad va estrechamente ligado a la frecuencia de volteo del material composteado

- Su exceso (100%) tiene que ver con la presencia de malos olores, debido a que se obliteran los poros llevando a una anaerobiosis
- Su falta (entre el 45 % y el 50 %) influye en la disminución de la temperatura. y de un rezago en la realización del proceso, la cantidad de agua considerada optima se encuentra en un rango del 50 al 60 %

Aireación

Factor que tiene que ver con la presencia de oxígeno disuelto entre el material, para lo cual es importante que este material presente mayor área de superficie para que este en contacto con el oxígeno, esto se logra moliendo el material para que tengan un tamaño aprox. de 1" a 2" pero cuidando que no sea tan pequeño que dificulte por sí mismo el paso de aire al interior de la pila. Este mismo proceso de aireación también sirve para controlar tanto a la humedad, como a la temperatura, tampoco existe un parámetro fijo que nos señale cada cuando se deben de airear las pilas, aunque también de manera general se recomienda voltearlas cada semana, si por alguna causa la pila comienza a producir malos olores, este es un indicador de que la pila debe de voltearse de manera más continua (Figura 2.1).

Temperatura

Factor que es muy importante cuidar, pues de el depende tanto la velocidad del proceso así como, la presencia o ausencia de los microorganismos biodegradadores, como bacterias y hongos, los cuales por virtud de este factor son clasificados en:

***Mesófilos**, que son aquellos que se desarrollan de manera óptima a temperaturas entre los 25° C y los 45° C.

***Termófilos**, son aquellos que prefieren temperaturas entre los 45 y los 70°C.

pH

Al igual que la temperatura existen varios rangos de acidez o alcalinidad en los que los organismos operan de manera eficiente, siendo en general de 6.0 a 7.5 para bacterias y de 5.5 a 8.0 para algunos tipos de hongos. A diferencia de la temperatura este factor no se recomienda que sea modificado, pues también es un indicador del trabajo que se realiza en la composta y tiende a estabilizarse por si solo como efecto de la aireación y otros factores al ir finalizando el composteo (Figura 2.1.).

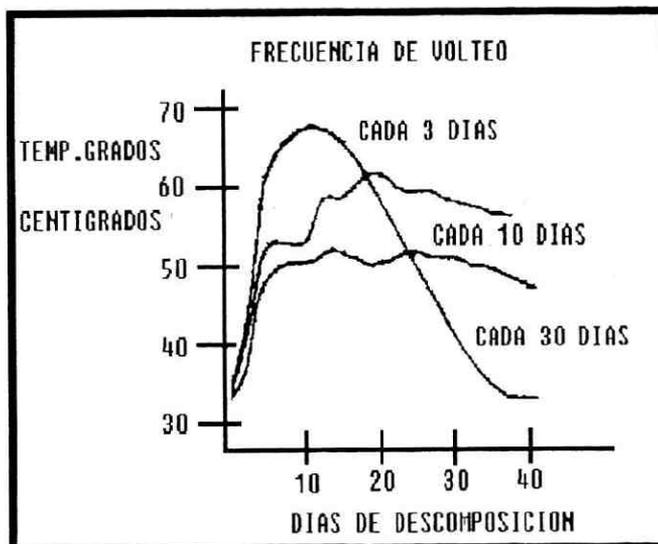


Figura 2.1. Tiempo que tarda en degradarse el material si este es volteado con una cierta frecuencia y la temperatura que puede este alcanzar

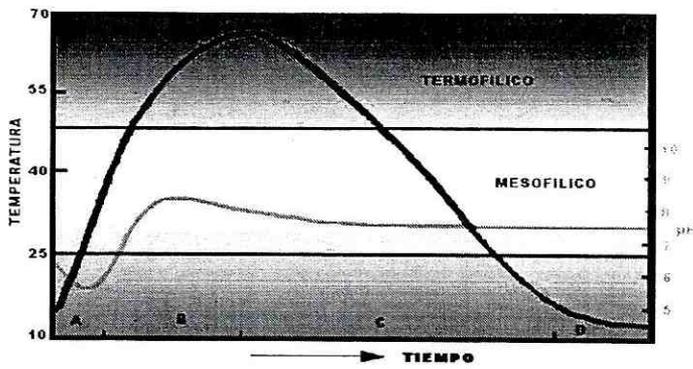


Figura 2.2. Relación entre temperatura y pH con respecto al tiempo de composteo y la actividad microbiana

En la Figura 2.2. se representa la y las letras A, B, C, y D indican fases de actividad microbiana. A= Fase mesofílica B= Fase termofílica C= Fase de enfriamiento D= Fase de maduración

El manejo adecuado de la temperatura permite a su vez eliminar la mayoría de los microorganismos considerados patógenos, así como desactivar algunos tipos de semillas.

2.16.5 Otros materiales posibles y su importancia (Quintero, 2004)

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 composta; 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.

NITROGENO

Harina de alfalfa.

8.4% de N; 7% de P; 2.25% de K. Libera nitrógeno durante 3 o 4 meses. Se pueden aplicar hasta 2.8 kg en 10 m². Una fuente de nitrógeno (y potasio) de efecto rápido.

Harina de sangre (cocida al vapor).

12.5% de N; 1.3% de P; 0.7% de K. Dura 3 o 4 meses. Aplicación máxima: 2.3 kg en 10 m². Es una fuente de nitrógeno de efecto rápido, apropiada para los montones de composta de lenta descomposición. Puede quemar las plantas si se usan más de 1.4 kg en 10 m², porque en un principio libera rápidamente nitrógeno. Cuando se apliquen cantidades mayores conviene esperar 2 semanas para sembrar.

Harina de pezuña y cuerno.

14 de N; 2% de P; 0% de K. Dosis: hasta 1.8 kg en 10 m². Esta es la más abundante fuente de nitrógeno, pero la liberación del nutriente se realiza con lentitud: durante 4 o 6 semanas no hay resultados visibles.

Harina de pescado.

10.5% de N; 6% de P; 0% de K. Dura 6 u 8 meses. Pueden aplicarse hasta 2.3 kg en 10 m². Es una fuente combinada de nitrógeno y fósforo.

FOSFORO.

Harina de hueso.

3% de N; 20% de P; 0% de K. Libera nutrientes durante 6 meses a un año. Dosis: hasta 2.43 kg en 10 m². Es una excelente fuente de fósforo. Especialmente adecuada para el cultivo de rosas y para abonar alrededor de los bulbos, de los árboles frutales y de las comas de flores.

Roca fosfórica.

33% de P; dura entre 3 y 5 años. Dosis de aplicación]: hasta 4.5 kg en 10 m². Liberación muy lenta del fósforo.

Fosfato coloidal.

18% de P; dura entre 2 y 3 años. Pueden aplicarse hasta 4.5 kg en 10 m². La base de arcilla lo hace más accesible a las plantas que el fósforo de la roca fosfórica, aunque pueden ser intercambiables.

POTASIO.

Ceniza de madera.

1 a 10% de K. Dura 6 meses. Dosis: hasta 7 kg en 10 m². Las cenizas de la madera tienen un alto contenido de potasio y ayudan a repeler los gusanos del suelo. Las cenizas tiene además un efecto alcalinizador sobre el suelo, por lo que hay que usarlas con cautela si el pH del suelo es superior a 6.5.

Granito triturado (molido fino).

3 a 5% de K. Dura hasta 10 años. Dosis: hasta 4.5 kg en 10 m². Libera lentamente el potasio y algunas microorganismos.

Mejoradores del suelo

Cal agrícola (cal dolomítica).

Es una buena fuente de calcio y de magnesio que se emplea cuando hay una deficiencia de tanto de magnesio como de calcio. No debe usarse para reducir la acidez de los montones de composta, ya que ello provoca una pérdida significativa de nitrógeno. Para evitar los olores y alejar a las moscas es mejor echar una capa de tierra.

Cal con alto contenido de calcio (calcita).

Una buena fuente de calcio cuando existe demasiado magnesio para poder aplicar dolomita. Puede ser sustituida por harina de concha de ostión.

Yeso (sulfato de calcio).

Se utiliza para corregir niveles excesivos de sodio intercambiable, aplíquese únicamente si así lo recomienda un análisis profesional del suelo.

Cáscaras de huevo trituradas.

Tienen un alto contenido de calcio. Especialmente apropiadas para los cultivos de la familia de la col. Ayudan a desdoblar las arcillas y liberan los nutrientes bloqueados en suelos alcalinos. Dosis: hasta 1 kg en 10 m².

En casi todos los medios rurales de nuestro país son abundantes los desechos provenientes de la actividad agropecuaria y forestal, por lo que no existen limitaciones para proveerse de materia como la que se cita a continuación:

- estiércoles diversos (de aves, ganado vacuno, bovino, caprino y caballar).
- rastrojos y otros esquilmos provenientes de la agricultura
- desechos forestales aserrines y corteza de pino.
- cenizas de origen vegetal, etc.
- desechos orgánicos de empresas frutícolas urbanas
- desechos orgánicos seleccionados de la zona urbana

2.16.6 Materiales que no se deben utilizar

- Plantas venenosas que dañen la vida del suelo.
- Ramas o madera entera y hojas como las de magnolia, cuya descomposición es muy lenta.
- Plantas que contiene ácidos tóxicos para otras plantas y la vida microbiana como son las hojas de eucalipto, el nogal, el pirul, el enebro, el sabino, las acacias y el ciprés.
- Plástico, vidrio y metales que no llegan a descomponerse y que van con la basura.

- Carne y sobras de cocina muy grasosas.
- Plantas infestadas con alguna enfermedad o que estén plagadas severamente y que puedan contener huevecillos o insectos adultos capaces de sobrevivir a pesar del calor generado por la fermentación.
- Plantas venenosas como la adelfa, la cicuta y el ricino, que son dañinas para la vida del suelo.
- Plantas demasiado ácidas o que sustancias que interfieran en el proceso de fermentación, como las agujas de pino.
- La hiedra y las suculentas, que pueden o no morir o morir en calor del proceso de descomposición y retoñar cuando se ponga la composta en un cama.
- La hierbas perniciosas como la batatilla o dondiego silvestre y el pasto bermuda, que probablemente sobrevivirán al proceso de fermentación y que obstruirán el desarrollo de otras plantas cuando vuelvan a echar brotes una vez incorporada la composta en las camas.
- El excremento de los gatos y los perros, que contienen patógenos dañinos para los niños. El calor que se produce en la composta no siempre logra eliminar estos patógenos (Quintero, 2004)

2.16.7 Cuidados de la composta

Quintero (2004), menciona los cuidados que se deben tener al hacer una composta

- Si la composta se calienta y se hace más pequeña quiere decir que todo está funcionando bien. Al final el volumen se reducirá a la mitad o menos en comparación con su volumen al inicio.
- Si no se reduce el tamaño en la primera semana es por falta de aire, entonces se volteará la composta.
- Para el control de la humedad de la composta se toma un puñado de ésta y se aprieta, si sale agua es que tiene demasiada humedad y no es necesario poner más agua. Si al apretar no sale agua y al soltar el producto deja la mano húmeda y untada de abono, entonces la humedad está bien. Si al agregar el abono la mano no queda húmeda ni untada, debe echársele agua, medir del 50-60% de humedad
- Si no se calienta puede ser porque tiene poca o mucho agua y si huele a amoníaco, es porque hay mucha materia verde.
- Para checar la temperatura se puede meter una pala o un machete derecho en la composta, dejándose unos 10 minutos. Si al sacar el machete se toca y se aguanta el calor está muy caliente y se debe poner agua o voltearla y si está frío es que las cantidades de estiércol no están bien y también hay que voltearla para ponerle más pollinaza o Basura Orgánica o también se puede apisonar.
- Si huele mal necesita aire, hay que voltear el material aireándolo lo más posible.
- Si hay hierba crecida encima, voltear la composta. Puede aprovechar para agregar más pollinaza.
- Si hay hormigas, quiere decir que la composta está seca y hay que voltearla y agregar agua

- Si atrae moscas está más húmeda; hay que voltearla y ponerle más tierra y aserrín.
- Si hay roedores (ratas u otros) lo mejor es que cambie a un tipo de composta con malla de alambre (de gallinero) de orificio chico.
- Los primeros 12 días se deberá airear (voltear), cuando menos cada tercer día.

2.17. La Agricultura Orgánica

En los últimos años la agricultura ecológica se ha incrementado en el mundo y en México impulsada por las preferencias de los consumidores, quienes prefieren cada vez más teniendo un incremento en el mundo del 50% anual, para un comparativo basta citar el ejemplo del estado de Michoacán quien en 1997 contaba con 80has de de superficie orgánica y en el año 2000, tiene 6850has certificadas y registradas a nivel internacional, donde los cultivos de aguacate, cítricos, mango, papaya, zarzamora, sobresalen por sus superficie, los cuales están obligados a utilizar fertilizante orgánico certificado o producirlo ellos mismos, mientras que su uso en los suelos de cultivos convencionales va en aumento mezclado con los insumos químicos, debido a las bondades que tiene la materia orgánica para potencializar los nutrimentos así como el mejoramiento de los suelos, la calidad de la fruta que se obtiene y la sanidad de los árboles frutales, resumiendo los fines esenciales que persigue son:

- Producir alimentos de elevada calidad nutritiva y en suficiente cantidad

- Interactuar constructivamente y potenciando la vida con todos los sistemas y ciclos naturales
- Fomentar e intensificar los ciclos biológicos dentro del sistema agrario que comprenden los microorganismos, la flora y fauna del suelo, las plantas y los animales.
- Mantener e incrementar a largo plazo la fertilidad de los suelos
- Emplear, en la manera de lo posible, recursos renovables en sistemas agrarios orgánicos localmente
- Trabajar, en la medida de lo posible, dentro de un sistema cerrado con respecto a la materia orgánica y los nutrientes minerales
- Proporcionar al ganado condiciones de vida que le permitan desarrollar las funciones básicas de su conducta innata
- Minimizar todas las formas de contaminación que puedan ser producidas por las prácticas agrícolas
- Mantener la diversidad genética del sistema agrícola y de su entorno, incluyendo la protección de los hábitat de plantas y animales silvestres
- Permitir que los productores agrarios lleven una vida acorde con los derechos humanos de la ONU, cubran sus necesidades básicas, obtengan unos ingresos adecuados, reciban satisfacción de su trabajo y dispongan de un entorno laboral sano
- Tener en cuenta también el impacto social y ecológico del sistema agrario.

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

FAO (2001), 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 dólar la hectárea, respectivamente; cabe señalar que la certificación es anual y contempla la revisión del aspecto administrativo como el de producción, incluyendo en algunos casos visitas sorpresa (Gómez *et al.*, 1999).

Por otro lado, Calvin y Barrios (2000), mencionan que la etapa ideal para exportar a Estados Unidos, es en invierno, ya que no reciben tomate de ninguna parte del mundo, mientras que internamente solo Florida lo produce, sin satisfacer, generalmente, la demanda interna.

2.18. PRODUCCIÓN DE TOMATE ORGÁNICO

Navejas menciona que la producción orgánica de tomate en Baja California, ocupa diez veces menos superficie, pero genera divisas diez veces mayor

Estupiñán (2002), menciona que la producción comercial de tomate bola en campo es alrededor de 30 ton/ha

Gómez *et al.* (1999), menciona que básicamente los principales problemas de que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos lugares del mundo, son la comercialización, las limitantes ambientales, los costos de producción y la insuficiencia de capacitación e investigación; la comercialización debido a la oferta y demanda, en función del suministro constante de producto; las limitantes ambientales, debido a las aspersiones aéreas de agroquímicos en áreas aledañas a las orgánicas, repercutiendo en la contaminación de éstas, así como el agotamiento de los suelos; los costos de producción, debido a que la mayoría de los productos autorizados son extranjeros y por consiguiente de precio elevado, mientras que la insuficiencia de capacitación e investigación, origina que los productores recurran a técnicos y/o instituciones extranjeras. Aunado a lo anterior las normas establecen un periodo de tres a cinco años para la reconversión de un predio para certificarlo como orgánico, entre otras cosas (NOM.037 FITO, 1995; NOP, 2004; Brentlinger, 2002).

El principal problema de la producción en invernadero, una vez que se tienen las condiciones ambientales controladas, es la presencia de plagas y enfermedades así como la fertilización. Dodson *et al.* (2002) mencionan que de no efectuarse un efectivo control de plagas y patógenos, éstos pueden llevar al exterminio total, lo anterior origina que la mayoría de los productos agroquímicos se apliquen de manera preventiva y continua, sin tomar en cuenta los umbrales de acción, originando que el fruto lleve altas cantidades de residuos de agroquímicos, los cuales son monitoreados minuciosamente al pretender ser exportados con la consecuencia del rechazo del producto; cabe señalar que la fertirrigación no es admitida en el manejo orgánico, debido a la aplicación de fertilizantes químicos

(FAO, 2001; NOM.037 FITO, 1995; NOP, 2004); aunado a lo anterior, además de contaminar de agroquímicos el fruto, el costo de los insumos por éste rubro, incrementa considerablemente los costos de producción, mencionando Castellanos (2003) una erogación de \$118,000 pesos por concepto de fertilizantes para un ciclo de 10 meses.

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

Hoy en día existen creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, en un intento de regresar los sistemas naturales a la producción orgánica. Una alternativa en la Comarca Lagunera sería crear dicho sustrato a partir de estiércol composteado, del cual se producen alrededor de 49 mil toneladas de materia seca (Luévano y Velásquez, 2001) en combinación con arena o perlita, materiales presentes en la Región.

Por otro lado, Dodson *et al.* (2002), mencionan que la diferencia entre la producción en invernadero de tomate convencional contra la orgánica, varía en tipo el sustrato, las prácticas de fertilización y el método de control de problemas fitosanitarios; así mismo, y Navejas (2002), menciona que lo esencial contra la lucha de los insectos y enfermedades en los sistemas orgánicos, es la prevención y

que en la actualidad hay productos permitidos por las normas internacionales de productos orgánicos, los cuales son todos a base de extractos vegetales.

Tuzel y Yagmar (2003), mencionan que se obtienen rendimientos de tomate orgánico en invernadero de 59 a 90 ton/ha en otoño, mientras que en primavera se obtuvieron desde 126 a 162 ton/ha

2.19. ANTECEDENTES DE RENDIMIENTOS DE TOMATE EN INVERNADERO

Cotter y Gómez (1981) mencionan que para una producción exitosa bajo invernadero se deben producir 100 ton/acre por año es decir 200 Ton/ha por año. A continuación se dará una reseña de los diferentes rendimientos obtenidos en invernadero.

Rodríguez *et al.*, (1996) evaluando el tomate bajo condiciones de invernadero investigando la influencia de mezclas de hidrogel en el sustrato para el mejoramiento de retención de agua reportó un rendimiento de que varía de 2.2 a 4.4 kilogramos por planta.

En invernaderos no automatizados los productores de la región del bajo y Texcoco, estado de México, obtuvieron rendimientos de 15 kg/m² con un ciclo de producción de 6 a 7 meses. Mientras que en invernaderos de alta tecnología se ha obtenido una producción de 52 kg/m² (Hoyos, 2002).

Según Fonseca (1999), para que la producción sea redituable debe obtenerse por lo menos 15 kg/m².

Los rendimientos totales son muy variables dependiendo de las condiciones del cultivo. En invernadero sin calefacción con cultivares vigorosos de crecimiento indeterminado, poda a un tallo y ciclo largo (Agosto-Mayo), se están alcanzando en

Almería producciones de entre 15 a 18 kg/m², en óptimas condiciones, explotando unos 15 ramilletes de flor por planta. En cifras pueden servir de orientación, en función del número de ramos explotados por tallo en cada ciclo concreto (Castillas, 1999).

Zarate (2002), Acosta (2003), Avalos (2003), son algunos ejemplos de evaluaciones de composta, en forma de vermicomposta a diferentes niveles, los cuales se comparan con los resultados obtenidos en la presente investigación

III. Materiales y métodos

3.1. Localización geográfica 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 medio 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 lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

3.2. Localización del experimento

El experimento se estableció en el campo Experimental La Laguna (CELALA-INIFAP), ubicado en el km 17.5 de la carretera Torreón-Matamoros, en el municipio de Matamoros, Coahuila, dentro de la comarca Lagunera.

3.3. Climas de la Región Lagunera

Palacios (1990), define el clima de la región como bWhw (f), es decir seco con lluvias en verano. Los registros de temperatura indican una media anual de 21°C, presentando su valor mas bajo en enero y el mas alto en julio. La precipitación promedio es de 220 mm anuales, situación que limita la practica de una agricultura temporal. Las heladas ocurren de Noviembre a Marzo, teniéndose un periodo libre de heladas de Abril a Octubre. La cantidad de agua para esta región es escasa en todas las estaciones del año, en el mes más lluvioso tiene una acumulación de 36.6 mm. En cuanto al mes más seco solo alcanza 1.5 mm. La

humedad varía 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, 2003).

3.4. Condiciones de invernadero

Se realizó bajo un invernadero de 250 m² con estructura totalmente metálica (Figura 3.1), cubierto lateralmente por láminas de policarbonato y doble capa de plástico en el techo; el sistema de enfriamiento consistió en pared húmeda y dos extractores, mientras que la calefacción fue suministrada por un quemador de gas, ambos equipos, programados automáticamente. El sistema de riego fue por goteo. La temperaturas máximas y mínimas se observan en la Figura 3.2.

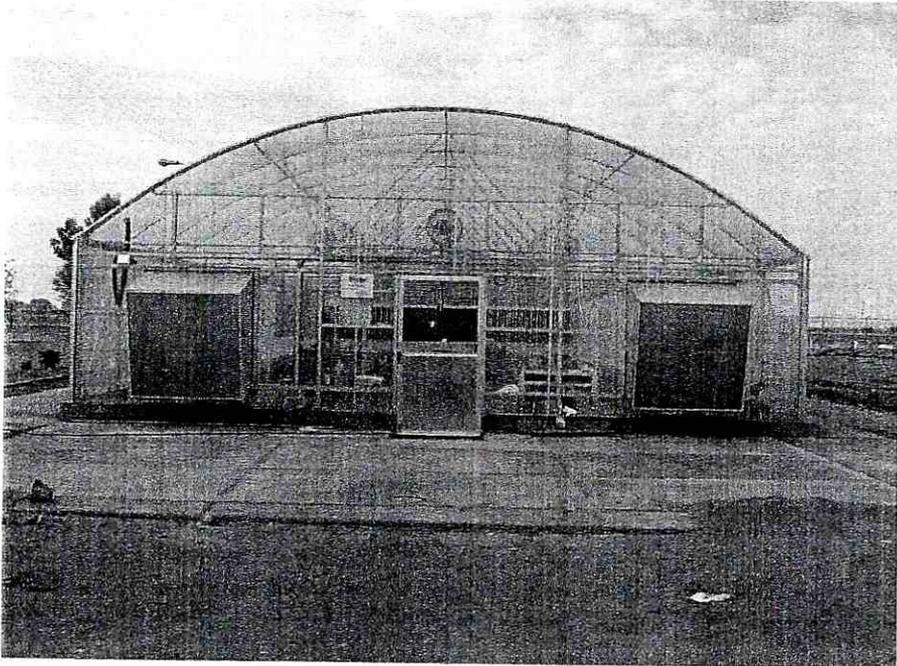


Figura 3.1. Invernadero del INIFAP-CELALA, donde se llevo a cabo la presente investigación. CELALA-INIFAP, 2004

El invernadero consta de cinco camas de concreto, con 1.70 cm entre centros de cama, mientras que cada cama mide 75 cm; el largo de la cama es de 23.5 m

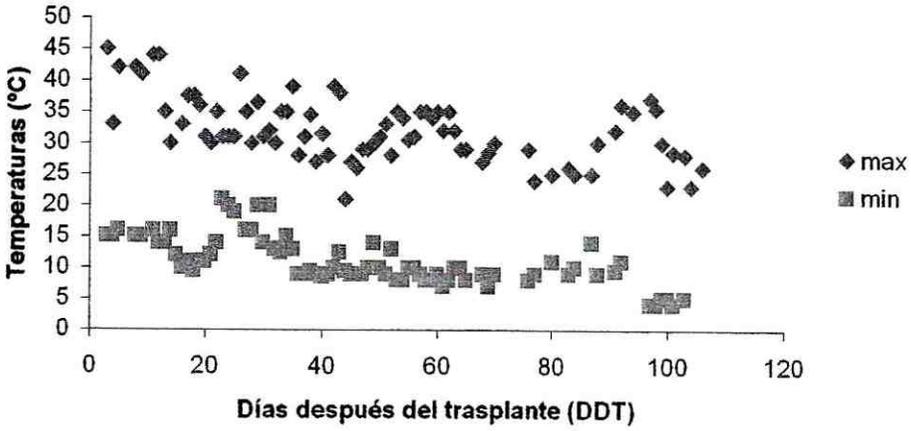


Figura 3.2. Temperaturas máximas y mínimas al interior del invernadero durante la producción de tomate orgánico bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

Genotipos

Se evaluaron cuatro genotipos de tomate de crecimiento indeterminado y con la característica de larga vida, dichos genotipos fueron Andre, Bosky, Filon y Max.

3.5. Sustratos

Para el sustrato se utilizó dos tipos de sustratos inertes que fueron la arena y perlita.

En el caso de compostas se utilizaron de dos tipos los cuales fueron: Vermicomposta, el cual se obtuvo a partir de estiércol bovino, el cual se composteó, con lombrices rojas de California (*Eisenia foetida*), durante un periodo

aproximado de dos meses, mientras que la otra composta, es un producto comercial, "Biocomposta".

3.6. Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, en un arreglo trifactorial 2x4x4, en donde el factor A, fueron los sustratos inertes (arena y perlita)., el factor B cuatro niveles porcentuales de la biocomposta^R (12.5, 25, 37.5 y 50%), y el factor C, cuatro genotipos dando lugar 32 tratamientos mas un testigo, el cual fue producido en arena fertirrigado mediante solución nutritiva propuesta por Zaidan (1997).

Los 8 tratamientos mostrados en el Cuadro 3.1, fueron evaluados en los cuatro genotipos (Andre, Bosky, Filon y Max.

Los datos se analizaron mediante sistema estadístico SAS. La unidad experimental consistió en una maceta; la superficie sembrada fue de aproximadamente 250 m².

sustrato	Porcentaje	Tratamiento
Arena	12.5	1
Arena	25	2
Arena	37.5	3
Arena	50	4
Perlita	12.5	5
Perlita	25	6
Perlita	37.5	7
Perlita	50	8

Cuadro 3.1. Tratamientos evaluados en tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

3.7. Manejo del cultivo

La siembra se realizó el 14 de Agosto del 2003, en charolas de 200 celdas, mientras que el trasplante se efectuó el 11 de septiembre en bolsas de 18 kg, las cuales tenían previamente la mezcla en función del tratamiento correspondiente. El trasplante se llevó a cabo, colocando una planta por maceta a una profundidad de 15 cm, aproximadamente; previamente cada maceta se humedeció completamente y al día siguiente se transplantó

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo eliminando los brotes axilares, se entutoró sosteniendo la planta con rafia cuando alcanzó una altura de 30 cm para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y fruto toquen el suelo. Conforme fue creciendo la planta se fue enredando en el tutor (rafia).

Se realizó durante el ciclo del cultivo la poda de yemas axilares con el objetivo de guiar a la planta a un solo tallo, pueden llegar a compartir con el tallo principal. Se podaron las hojas viejas, conforme avanzó el ciclo del cultivo, ya que estas hojas conforme avanza el cultivo, se vuelven parásitas y no producen fotosintatos. También se hicieron podas de hojas que se encontraban en la parte inferior de la planta después de que maduró el primer racimo para evitar un microclima óptimo para el desarrollo de enfermedades y hongos al mismo tiempo facilitar la aireación.

Se realizó un bajado de plantas que se realizó cuando las plantas tenían una altura que dificultaba el manejo como la polinización y facilitar la toma de datos para altura, también para facilitar el momento de la cosecha. Al hacer esta labor se bajaron todas a una misma dirección para tener un mejor control de ellas y por ende una mejor estética.

Por otro lado la polinización se realizó manualmente con la ayuda de un vibrador, esta se realizaba al medio día, ya que a esa hora existe mucha luminosidad, una temperatura óptima para que esta se realizara y una buena humedad relativa para la viabilidad del polen.

Se llevo acabo un deshoje con el fin de quitar las hojas parásitas y también para evitar un ambiente propicio para enfermedades. Se ralearon los racimos a 5 frutos para el 1^{er} racimo y los demás a 4 frutos.

3.8. Fertilización y riegos

Al inicio del experimento se trataron las macetas, hasta que estas empezaran a drenar, posteriormente se inició con la programación de riegos, en función del porcentaje de composta asumiendo que el 50 % es el que tiene mayor retención de humedad.

Para el caso del testigo se fertilizó según Zaidan (1997) y se realizaron tres lavado de macetas para lixiviar las sales.

3.9. Control de plagas y enfermedades.

Se establecieron trampas amarillas para el control de plagas, además, se realizaron inspecciones para conocer los organismos que estuviesen dañando a la planta.

Los agentes causales de las plagas y enfermedades encontradas se identificaron colocando tejido dañado y mediante observaciones directas en el microscopio compuesto y analizando las características de eso se llegó a dicha conclusión.

Los insectos que mayor problema ocasionaron fueron el acaro del bronceado así como la mosquita blanca. Para el caso de las enfermedades fueron la cenicilla y tizón tardío.

Se realizaron las siguientes aplicaciones (Cuadro 3.2), las cuales fueron todas con productos orgánicos, autorizados por la IFOAM (2003), excepto, el Amistar y la Abamectina, sin embargo, esta ultima, actualmente ya esta autorizado su uso

Cabe señalar, que tanto la cenicilla y el acaro tuvieron un crecimiento exponencial, sin poderlos controlar, por lo que se hizo uso de los productos no autorizados; sin embargo, cabe señalar, que actualmente las normas mencionan que si un organismo se convierte en problema, es decir, que no se puede combatir con productos orgánicamente cultivados, se permite la aplicación de productos sintéticos, siempre y cuando este considerado en el listado No.4 del EPA, DE Estados Unidos (IFOAM, 2004).

Cuadro 3.2. Productos aplicados durante el ciclo del cultivo en la producción de tomate bola. 2004.

Producto	IFOAM	No. De aplicaciones	Organismo a combatir
Abamectina		2	Acaro del bronceado
Amistar		9	Cenicilla
Azufre elemental	*	6	Acaro del bronceado
Biocrack	*	3	Repelente de insectos
Ecoterrani	*	2	Repelente de insectos
Kilwack	*	6	Mosca blanca
Crispoa	*	1	Mosca blanca

* IFOAM, autorizado para la producción orgánica

3.10. Cosecha.

La cosecha se realizó dos veces por semana, cuando el fruto presentó un color rosado o rojo promedio de entre el 30% pero no mas del 60 %.

3.11. Variables evaluadas.

Las variables medidas fueron altura de planta, inicio de floración (Figura 4), calidad del fruto y rendimiento en ton/ha. La altura de planta se estuvo tomando cada semana. La calidad fue cuantificada al medir sus diferentes variables que son: diámetro polar, peso de fruto, grados Brix, espesor de pulpa y número de lóculos por fruto, empleando para ello Vernier, refractómetro, báscula de precisión, regla milimétrica y tabla de colores.



Figura 4. Toma de datos de tomate bola bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

IV.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento

Para esta variable se presentó diferencia significativa para genotipo, porcentaje y la interacción entre estos, así como para la triple interacción. En este caso (Cuadro 4.1), las mejores combinaciones fueron los genotipos max, boski y andre, en el testigo, con una media de 117.31 ton/ha, mientras que el rendimiento más bajo se obtuvo en andre con arena al 50%, con 27.11 ton/ha.

Los mejores sustratos orgánicos fueron Boski con perlita al 37% y al 50%, así como con arena al 37.5%, así como el genotipo Andre con arena al 37.5% y con perlita tanto al 37.5% como al 50%, al igual que Max en arena al 37.5% con una media de 81.72 ton/ha.

Lo anterior manifiesta que se pueden obtener buenos rendimientos con sustratos orgánicos, superando en un 272.4%, los rendimientos obtenidos actualmente en la producción orgánica de tomate en campo (Estupiñán, 2002), los cuales, se deben principalmente a la producción en invernadero, además del aporte nutrimental de la composta; cabe señalar no se obtuvieron los rendimientos potenciales de los invernaderos, debido al manejo orgánico que se dio, sin embargo, como ya se menciona, los rendimientos aumentar considerablemente

Estos resultados son similares a los encontrados por Ríos (2002), quien reporta para Bosky un rendimiento de 154 ton/ha, mientras que Aguilar (2002) , encontró para andre un rendimiento de 152.7 t/ha. Estos resultados superan a los obtenidos por Rodríguez (2002), quien evaluó híbridos de tomate en invernadero obteniendo un rendimiento promedio de 100.1 t/ha, cosechando hasta el octavo

racimo a diferencia de este experimento que solo se cosecho hasta el sexto racimo.

En el caso de los sustratos inertes, en forma general, la perlita fue mejor que la arena, asumiendo que la diferencia se debe a que la perlita tiene mayor retención de humedad.

Para el caso de porcentajes, se esperaba que el 50% fuera el mejor sin embargo, al momento de regar, se lixiviaron los nutrientes de la composta y era evidente lo anterior debido a una mancha café que se presento en las macetas al 50%: el 37% fue el mejor. Para el caso de Genotipos, Filon fue el de menor producción

4.2 Peso de fruto

El análisis estadístico para esta variable detecto diferencia significativa para diversas fuentes de variación, incluyendo la triple interacción, donde se observa que los mejores tratamientos presentaron una media de 209.57 ton/ha (Cuadro 4.2), siendo éstos, tanto el genotipo andre con perlita al 25% y al 37.5%, así como en el testigo; como el Bosky en el testigo, con una media de 226.2 g

Los resultados superan a los obtenidos por Rodríguez (2002), quien menciona valores entre 70.1 y 167 g, para 12 genotipos, así como los de López (2003), quien para siete genotipos menciona valores entre 138.1 y 208.4 g

4.3 Diámetro polar de frutos de tomate

Para esta variable el análisis presento diferencias altamente significativas para todas las fuentes de variación. En el caso de la triple interacción se

presentaron 10 grupos estadísticos sobresaliendo en el primer grupo, andre y filon en perlita al 25 y 50%, así como bosky en el testigo, con una media de 6.003 cm

Resultados muy diferentes fueron encontrados por Rodríguez (2002) que en una evaluación de tomate en la comarca lagunera encontró valores entre 3.5 y 4.3 cm, mientras que López (2003), menciona valores fluctuantes entre 5.0 y 6.1cm

Cuadro 4.1.- Rendimiento de tomate bola bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

Sustratos	Pocentajes	Genotipo	Rendimiento ton/ha	
T	SN	M	121.66	a
T	SN	Bo	115.78	a
T	SN	An	114.51	ab
T	SN	F	104.10	b
P	37	Bo	91.16	c
A	37	An	89.33	cd
P	37	An	84.88	cd
A	37	Bo	80.33	cdef
A	37	M	77.547	cdefg
P	50	Bo	77.54	cdefg
P	50	An	71.27	cdefgh
P	37	M	71.26	fgh
P	37	F	69.14	fghi
A	37	F	68.29	fghij
P	25	F	65.64	ghijk
P	25	Bo	65.56	ghijk
A	25	An	64.74	ghijk
A	12	F	63.51	hijkl
A	12	M	62.64	hijkl
A	12	Bo	62.06	hijkl
A	12	An	61.28	hijkl
P	25	M	60.74	hijkl
P	50	M	59.42	hijkl
P	12	An	59.29	hijkl
A	25	F	59.08	hijkl
A	50	Bo	59.06	hijkl
P	12	M	58.56	hijkl
P	12	Bo	58.45	hijkl
P	25	An	57.39	ijkl
P	12	F	57.11	ijkl
A	25	Bo	55.61	jklm
P	50	F	52.96	klmn
A	25	M	50.54	lmn
A	50	Fi	42.15	mn
A	50	M	42.02	n
A	50	An	27.11	ñ

A, arena; P, perlita; Bo, Bosky; An, Andre; m, Max; F, Filon, M, Max,

Cuadro 4.2.- Variable peso de fruto de tomate.CELALA-INIFAP, 2004

Sustrato	%	Genotipo	Peso	g
T	SN	An	243.01	a
P	25	An	235.69	ab
A	12	An	225.19	ab
T	SN	Bo	224.59	ab
A	37	An	214.68	abc
P	37	An	214.26	abcd
P	12	An	205.22	bcd
A	12	F	204	bcde
T	SN	M	188	cdef
P	37	Bo	187.64	cdefg
A	25	An	182.55	cdefg
P	12	F	178.38	cdefgh
A	25	F	176.33	defgh
A	50	An	167.50	efghi
A	37	Bo	166.37	fghij
P	25	F	165.64	fghij
A	50	Bo	156.02	fghijk
P	50	Bo	155.87	fghijk
P	50	An	154.79	ghijk
A	12	M	143.72	hijkl
P	37	M	136.94	ijklm
P	12	M	134.66	ijklmn
A	37	M	134.12	ijklmn
P	25	M	132.72	ijklmnñ
P	50	M	129.54	ijklmnñ
A	25	M	126.02	klmnño
T	SN	F	120.50	lmnñoop
A	50	M	116.97	lmnñoopq
P	25	Bo	102.50	mñoopqr
A	37	F	99.25	nñoopqr
A	12	Bo	99.11	nñoopqr
A	25	Bo	95.25	ñoopqr
P	12	Bo	91.91	oopqr
P	37	F	88.48	pqr
P	50	F	86.63	qr
A	50	F	69.13	r

A, arena; P, perlita; Bo, Bosky; An, Andre;m, Max; F, Filon

4.4 Variable °Brix

De acuerdo al análisis estadístico para esta variable se mostró diferencia significativa para diferentes fuentes de variación, incluyendo la interacción entre los tres factores, en donde, el primer grupo de significancia, de los diez encontrados, presenta una media de 4.7 °Brix (Cuadro 4.4)

Estos resultados superan a los encontrados por (López 2003) quien encontró valores entre 3.4 y 3.9 grados Brix; Rodríguez (2002), presenta valores de 4.6 y 5.21 grados. Por otro lado, se asume buena calidad la obtenida, en función de lo encontrado Osuna (1983) menciona que un valor promedio 4.0 en °Brix es considerado bueno, por lo tanto entran en las normas de calidad.

Es importante recalcar que en el tratamiento testigo, es menor la concentración de sólidos solubles, debido a la continua irrigación ocasionando el lavado de las sales, que directamente o indirectamente esta relacionados a la concentración de azúcares.

4.5 Variable Espesor de pulpa

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas en los tratamientos para diferentes fuentes de variación, incluyendo la interacción entre los tres factores, es decir que se presentó un efecto de conjunto de dichos factores

La media obtenida por el primer grupo de significancia es de 81 mm (Cuadro 4.5).

Estos resultados son similares a los encontrados por Hernández (2003) que obtuvo una media de 8.3 cm. Por otro lado, Rodríguez (2003), menciona valores desde 0.54 a 0.86 cm., mientras que López (2003), muestra valores de 0.82 a 0.93 cm.

Cabe señalar que si el espesor de pulpa es mayor, mayor será la resistencia al transporte y ala vida de anaquel, es decir que a menor espesor de pulpa menor sera la resistencia al manejo dentro de la poscosecha

Cuadro 4.3.- Variable Diámetro Polar de frutos de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

Sustrato	%	Genotipo	Diámetro polar cm	
P	25	An	6.06	a
P	12	F	6.01	a
T	SN	Bo	5.94	a
P	37	Bo	5.85	ab
A	25	F	5.81	ab
A	12	An	5.73	abc
T	SN	An	5.73	abc
P	25	F	5.67	abcd
A	12	F	5.52	abcde
P	37	An	5.45	abcde
A	50	Bo	5.40	abcde
P	50	Bo	5.35	abcdef
A	37	An	5.32	abcdef
P	12	An	5.31	abcdef
T	SN	M	5.27	bcdef
A	37	Bo	5.15	bcdefg
P	50	M	5.02	cdefgh
P	12	M	4.99	cdefgh
P	37	M	4.99	cdefgh
P	25	M	4.95	defgh
A	25	M	4.90	efgh
A	50	M	4.88	efgh
A	12	M	4.87	efgh
A	25	An	4.82	efgh
A	37	M	4.81	efghi
P	50	An	4.61	fghij
P	12	Bo	4.53	ghij
T	SN	F	4.49	ghij
P	25	Bo	4.47	ghij
A	12	Bo	4.44	ghij
P	37	F	4.36	hij
A	25	Bo	4.37	hij
A	37	F	4.28	ij
A	50	An	4.05	j
A	50	F	3.99	j
P	50	F	3.92	j

A, arena; P, perlita; Bo, Bosky; An, Andre;m, Max; F, Filon

4.6 Variable Numero de Loculos

Para la variable número de loculos se mostró diferencia altamente significativa en diferentes fuentes de variación, incluyendo la triple interacción (Cuadro 4.6). 4.93 es el promedio del número de lóbulos del primer grupo de significancia, de los nueve que se presentaron

Estos resultados superan a los obtenidos por Hernández (2003), quien obtuvo una media de 3.7 número de loculos. Por otro lado, los resultados son similares a los obtenidos por Ríos (2002), quien reporta para Andre y Bosky un valor de 4.5 y 4.9 numero de loculos.

Al igual que la variable anterior, es de suma importancia para la vida de poscosecha y/o anaquel sin embargo estas características poco se pueden modificar, ya que genéticamente. Vienen ya diseñados por el número de loculos.

Cuadro 4.4.- Variable Grados Brix de frutos de tomate. CELALA-INIFAP, 2004

Sustrato	%	Genotipo	Grados Brix	
A	37	Bo	4.92	a
P	50	M	4.89	ab
A	37	F	4.82	abc
P	50	F	4.78	abcd
A	37	M	4.75	abcde
A	12	M	4.69	abcdef
A	50	Bo	4.68	abcdef
A	25	M	4.66	abcdefg
A	25	Bo	4.64	abcdefg
P	37	An	4.61	abcdefg
A	25	An	4.57	abcdefg
A	37	An	4.57	abcdefg
P	37	F	4.56	abcdefg
P	37	M	4.49	bcdefgh
P	50	An	4.48	bcdefghi
P	25	Bo	4.44	cdefghij
A	50	F	4.42	cdefghij
P	12	An	4.40	defghij
P	50	Bo	4.40	defghij
P	25	A	4.39	defghij
P	25	M	4.37	defghij
A	50	M	4.34	efghijk
A	12	Bo	4.29	fghijk
P	12	M	4.24	ghijkl
A	12	An	4.14	hijklm
A	12	F	4.07	ijklm
P	12	Bo	4.04	klm
P	37	Bo	3.97	klmn
A	25	F	3.94	klmn
P	12	F	3.86	lmnñ
P	25	F	3.77	mnño
A	50	An	3.61	nño
T	SN	M	3.53	ño
T	SN	An	3.42	op
T	SN	F	3.42	op
T	SN	Bo	3.17	p

A, arena; P, perlita; Bo, Bosky; An, Andre;m, Max; F, Filon

Cuadro 4.5.- Espesor de pulpa de frutos de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

Sustrato	%	Genotipo	Espesor de pulpa cm	
T	SN	B	0.87	a
A	12	A	0.83	ab
P	12	F	0.823	abc
P	37	B	0.82	abcd
T	SN	F	0.81	abcde
P	25	A	0.806	abcdef
P	25	F	0.803	abcdefg
A	25	B	0.80	abcdefgh
P	50	A	0.796	abcdefgh
P	37	A	0.790	bcdefghi
P	50	B	0.773	bcdefghij
A	25	A	0.773	bcdefghij
A	12	F	0.773	bcdefghij
A	25	M	0.773	bcdefghij
T	SN	A	0.768	bcdefghij
A	37	F	0.76	bcdefghij
T	SN	M	0.753	cdefghij
P	12	B	0.75	cdefghij
A	25	F	0.746	cdefghij
P	12	A	0.74	cdefghijk
P	25	M	0.74	cdefghijk
A	37	B	0.74	cdefghijk
A	50	B	0.736	defghijk
A	37	A	0.73	efghijk
P	50	F	0.723	fghijk
A	37	M	0.72	ghijk
P	37	F	0.71	hijk
A	12	B	0.706	ijkl
P	25	B	0.70	jkl
P	37	M	0.696	jkl
A	12	M	0.693	jklm
P	12	M	0.69	jklm
P	50	M	0.66	klm
A	50	F	0.63	lmn
A	50	M	0.61	mn
A	50	A	0.55	n

A. arena: P. perlita

Cuadro 4.6. Numero de loculos de frutos de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

Sustratos	Porcentaje	Genotipo	Numero de loculos	
T	SN	A	5.46	a
A	37	A	5.21	abc
A	50	B	5.08	abcd
P	37	A	5.06	abcd
A	12	A	5.05	abcd
P	50	A	4.83	abcde
T	SN	B	4.80	abcde
P	12	A	4.77	abcdef
P	25	A	4.71	abcdefg
P	37	B	4.68	abcdefg
A	12	F	4.66	abcdefg
T	SN	M	4.52	bcdefg
P	25	M	4.48	bcdefgh
A	25	A	4.47	bcdefgh
P	25	F	4.43	bcdefgh
A	50	A	4.41	bcdefgh
A	25	F	4.27	bcdefgh
A	37	B	4.25	bcdefgh
P	12	F	4.16	cdefgh
P	50	F	4.14	defgh
A	37	M	4.03	efgh
A	25	M	4.01	efgh
A	12	M	4.01	efgh
P	37	M	3.83	fgh
A	50	M	3.75	gh
P	50	M	3.67	h
P	12	M	3.62	h
A	12	B	2.47	i
A	37	F	2.41	i
A	50	F	2.37	i
P	12	B	2.29	i
A	25	B	2.29	i
T	SN	F	2.22	i
P	25	B	2.21	i
P	50	F	2.07	i
P	37	F	2.00	i

A. arena: P. perlita

4.8. ALTURA DE PLANTAS

Se determinaron las ecuaciones de regresión para cada uno de los tratamientos así como para los genotipos (Cuadro 4.7), en donde se observa que 30 DDT, la mayor altura se presenta en el tratamiento testigo con el genotipo filon, con 60.22 y el menor de 21.90 en el tratamiento vermicomposta mas arena al 12% en el genotipo Andre

En el caso de los 80 DDT, el tratamiento testigo con el genotipo filón con 157.78 cm fue el mayor, mientras que el genotipo de menor tamaño Andre con vermicomposta al 12%, con 51.86 cm

Cuadro 4.7. Altura estimadas a los 30 y 80DDT, plantas de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

Composta	Sustrato	Porcentaje	Genotipo	α	β	r^2	30	80
B	P	12	4	34.214	9.716	0.8915	32.5694	81.1494
B	A	12	4	54.042	9.5833	0.8962	34.1541	82.0706
B	A	25	4	40.708	10.125	0.8632	34.4458	85.0708
B	P	25	4	38.613	10.817	0.8815	36.3123	90.3973
B	P	37	4	34.857	15.49	0.9384	49.9557	127.4057
B	A	37	4	34.31	14.302	0.9137	46.337	117.847
B	A	50	4	45.845	8.9603	0.8749	31.4654	76.2669
B	P	50	4	31.78	12.651	0.9825	41.131	104.386
B	P	12	5	28.94	11.504	0.9097	37.406	94.926
B	A	12	5	51.768	7.5516	0.8556	27.8316	65.5896
B	A	25	5	31.345	11.585	0.8983	37.8895	95.8145
B	P	25	5	30.887	12.016	0.8866	39.1367	99.2167
B	P	37	5	15.268	16.802	0.9457	51.9328	135.9428
B	A	37	5	31.119	14.631	0.9013	47.0049	120.1599
B	A	50	5	24.696	13.984	0.9487	44.4216	114.3416
B	P	50	5	29.935	12.385	0.8945	40.1485	102.0735
B	P	12	6	29.381	12.647	0.8899	40.8791	104.1141
B	A	12	6	41.631	16.355	0.9084	53.2281	135.0031
B	A	25	6	42.708	11.667	0.8169	39.2718	97.6068
B	P	25	6	39.507	11.376	0.9124	38.0787	94.9587
B	P	37	6	26.512	18.127	0.9196	57.0322	147.6672
B	A	37	6	36.365	17.623	0.9038	56.5055	144.6205
B	A	50	6	31.333	10.875	0.9154	35.7583	90.1333
B	P	50	6	23.988	16.22	0.9369	51.0588	132.1588
B	P	12	7	37.113	10.248	0.8872	34.4553	85.6953
B	A	12	7	52.714	11.244	0.8469	39.0034	95.2234
B	A	25	7	49.28	11.748	0.8919	40.172	98.912
B	P	25	7	39.262	11.419	0.9068	38.1832	95.2782
B	P	37	7	35.351	14.399	0.8883	46.7321	118.7271
B	A	37	7	37.405	11.804	0.8725	39.1525	98.1725
B	A	50	7	34.125	11.111	0.9205	36.7455	92.3005
B	P	50	7	28.619	14.187	0.9264	45.4229	116.3579
Testigo			4	32.404	13.23	0.9655	42.9304	109.0804
Testigo			5	22.632	13.749	0.9736	43.5102	112.2552
Testigo			6	16.915	19.512	0.988	60.2275	157.7875
Testigo			7	34.357	13.226	0.9724	43.1137	109.2437

4, andre; 5, Bosky; 6, Filon; 7, Max; P, perlita; A, arena; B, biocomposta

4.9. Floración Inicial

Para esta variable se determinaron las ecuaciones de regresión para estimar el comportamiento de los genotipos en función de los tratamientos evaluados (Cuadro 4.8).

Al estimar la aparición del segundo y quinto racimo, mediante el modelo obtenido, se observó que para el primer caso, el primero en florear lo hará a los 22.91 DDT, mientras que el que más demorará la aparición será a los 31.96 DDT, es decir, prácticamente nueve días después, que florea el primer tratamiento, siendo los tratamientos, respectivamente, filon en arena al 37% y Bosky en arena al 25%; en el caso del quinto racimo, el modelo arrojó que filon en arena al 37% y Bosky en perlita al 50%, eran los tratamientos que habrían primero y último el quinto racimo con valores de 42.85 y 67.62 DDT.

Cuadro 4.8. Ecuaciones de regresión para la floración inicial de tomate bajo invernadero. CELALA-INIFAP, 2004

Genotipo	Sustrato	Porcentaje	Ec. De regresión	R ²	2	5
4	P	12	$y = 9.33 + 9.93x$	0.995	29.1999	58.9998
4	A	12	$y = 8.533 + 7.1333x$	0.982	24.1999	49.7998
4	A	25	$y = 8.533 + 11.3x$	0.900	28.3666	53.9665
4	P	25	$y = 8.033 + 11.5x$	0.993	27.5666	51.6665
4	P	37	$y = 8.819 + 9.911x$	0.962	27.549	54.006
4	A	37	$y = 10.010 + 6.577x$	0.980	26.597	56.627
4	A	50	$y = 10.100 + 8.5667x$	0.999	28.7667	59.0667
4	P	50	$y = 10.467 + 6.422x$	0.986	27.356	58.757
5	P	12	$y = 12.400 + 5.533x$	0.997	30.333	67.533
5	A	12	$y = 10.000 + 5.6x$	0.991	25.6	55.6
5	A	25	$y = 11.467 + 9.033x$	0.995	31.967	66.368
5	P	25	$y = 12.533 + 2.7x$	0.991	27.766	65.365
5	P	37	$y = 10.300 + 5.166x$	0.966	25.766	56.666
5	A	37	$y = 9.847 + 8.755x$	0.979	28.449	57.99
5	A	50	$y = 11.695 + 7.177x$	0.998	30.567	65.652
5	P	50	$y = 12.243 + 6.511x$	0.994	30.997	67.726
6	P	12	$y = 8.095 + 7.444x$	0.974	23.634	47.919
6	A	12	$y = 6.876 + 8.933x$	0.991	22.685	43.313
6	A	25	$y = 8.123 + 7.955x$	0.995	24.201	48.57
6	P	25	$y = 9.085 + 6.533x$	0.961	24.703	51.958
6	P	37	$y = 7.714 + 8.555x$	0.981	23.983	47.125
6	A	37	$y = 6.647 + 9.622x$	0.989	22.916	42.857
6	A	50	$y = 9.061 + 7.533x$	0.954	25.655	52.838
6	P	50	$y = 8.990 + 7.422x$	0.996	25.402	52.372
7	P	12	$y = 9.500 + 8.633x$	0.985	27.633	56.133
7	A	12	$y = 6.663 + 12.5x$	0.895	25.766	45.665
7	A	25	$y = 9.266 + 7x$	0.985	25.532	53.33
7	P	25	$y = 8.366 + 8.9x$	0.985	25.632	50.73
7	P	37	$y = 9.333 + 7.888x$	0.980	26.554	54.553
7	A	37	$y = 9.123 + 8.955x$	0.992	27.201	54.57
7	P	50	$y = 10.543 + 8.266x$	0.988	29.352	60.981
4	sc	T	$y = 10.211 + 6.8267x$	0.994	27.2487	57.8817
5	sc	T	$y = 12.200 + 4.066x$	0.997	28.466	65.066
6	sc	T	$y = 9.035 + 5.083x$	0.994	23.153	50.258
7	sc	T	$y = 10.086 + 7.311x$	0.999	27.483	57.741
7	sc	T	$y = 9.885 + 3.4x$	0.914	23.17	52.825

4, andre; 5, Bosky; 6, Filon; 7, Max; P, perlita; A, arena

4.10. COLOR, FORMA DE FRUTO Y HOMBROS

El color de fruto al momento de la cosecha presentó variación que va desde el color naranja hasta diferentes tonalidades de rojo, es decir el color externo. Por otro lado, el color interior prácticamente fue similar en todos los tratamientos (Cuadro 4.9)

Para la forma del fruto se utilizó el formato técnico de la comercializadora de semillas Hazera (1999). Los híbridos evaluados presentaron una forma globosa y globosa profunda (Cuadro 4.9). Para el caso de los hombros, en su mayoría presentaron una maduración uniforme (Cuadro 4.9)

Cuadro 4.9. Variables de calidad del fruto: forma del fruto, colores del fruto, interno y externo y hombros de tomate en invernadero. CELALA-INIFAP, 2003.

TRATAMIENTO				FORMA DEL FRUTO	COLOR INTERIOR	COLOR EXTERNO	HOMBROS
Testigo		An		2	34a	40a	U
Testigo		Bo		2	44c	44a	U
Testigo		F		1,5	42b	45a	U
Testigo		M		2	42b	34a	U
B	P	12	Bo	2	34b	34a	U
B	P	12	M	2	34d	44a,42a	U
B	P	12	An	5	42b	42a, 34a	U
B	P	12	F	1,2,3	33c	34b	U
B	A	12	Bo	2	44b	45a	U
B	A	12	M	2	45c	44a	U
B	A	12	A	5	44b	44a	U
B	A	12	F	3	40c,43c	42a	U
B	A	25	Bo	2	42b,45b	45a	U
B	A	25	M	3	45b	34a	U
B	A	25	An	5	43b	44a	U
B	A	25	F	2	42b	34a	U
B	P	25	Bo	2	45b	45a	U
B	P	25	M	3	43c,45c	44a	U
B	P	25	An	5	43c	45a	U
B	P	25	F	2	42c	42a	U
B	P	37	An	2,3	44c	44a	U
B	P	37	F	2	44c	44a	U
B	P	37	Bo	3	34d	34b	U
B	P	37	M	2	44c	44a	U
B	A	37	An	2	44c	44a	U
B	A	37	F	2	34b	34a,44a	U
B	A	37	Bo	2	45c	44a	U
B	A	37	M	3	42b	34a	U
B	A	50	An	5	44c	42a,44a	U
B	A	50	F	2	34c	44a	U
B	A	50	Bo	2	34d	42a	U
B	A	50	M	2	42b	42a	U
B	P	50	An	2	45a	34a	U
B	P	50	F	2	34c	42a	U
B	P	50	Bo	2	42b	44a	U
B	P	50	M	3	44c,44d	34a	U

U = Maduración Uniforme; G = Hombros Verdes; LG = Hombros Verdes Claro (Vg) An = Andre; Bo = Bosky

V.- CONCLUSIONES

Se concluye que efectivamente se cumplieron los objetivos planteados al inicio del proyecto.

Para el caso de los sustratos inertes, la perlita sobresalió de la arena, sin embargo, esta tiene un costo más elevado por lo que para la región se recomienda la arena de río.

En cuanto a porcentaje se refiere, se esperaba una relación de que a mayor porcentaje de composta, mayor sería los rendimientos, sin embargo en el caso del 50 % de composta, los nutrientes de la biocomposta se lixiviaron, sin embargo se mantuvo la tendencia anteriormente.

En la mayoría de las fuentes de variación se observó significancia, es decir que se presentó un efecto conjunto entre los factores.

Los rendimientos obtenidos en campo, actualmente se vieron superados fácilmente por los sustratos más sobresalientes.

Para el caso de los genotipos, ambos manifestaron el mismo comportamiento para cada una de las variables evaluadas.

Un caso muy notorio se presentó en los grados Brix donde el testigo fue el de menor concentración de sólidos solubles, inferior a todos los tratamientos que contenían composta, asumiendo lo anterior al exceso de riegos lixiviados que conlleva a no acumular azúcares.

Para el caso de rendimiento se presento diferencia significativa para genotipo y porcentaje así como para la triple interacción, para este caso las mejores combinaciones fueron las Genotipo max, bosky y andre, en el testigo, con una media de 117.3 ton/ha. Mientras que el mas bajo fue el genotipo andre con arena al 50%, con 27.11 ton/ha.

Para el caso de los sustratos orgánicos los mejores fueron bosky con perlita al 37% y al 50% así como arena al 37.5% así como el genotipo así como el genotipo andre con arena al 37.5% y con perlita tanto como al 50%, como al 37.5% igual que max con arena al 37.5% con una media de 81.72 ton/ha. Esto manifiesta que con sustratos orgánicos se pueden obtener buenos rendimientos superando en un 272.4% los rendimientos obtenidos actualmente en al producción de tomate orgánico en campo (Estupiñán 2002).

Para el caso de peso de fruto en esta variable se detecto diferencia significativa para diversas fuentes de variación incluyendo la triple interacción, los mejores tratamientos presentaron una media de 209.57 g siendo el genotipo andre con perlita al 25% y al 37.5% así como el testigo; como el bosky en el testigo con una media de 226.2g.

Para el caso de diámetro polar se presento diferencia altamente significativa para todas las fuentes de variación, en la triple se presentaron 10 grupos significativos siendo los mejores en el primer grupo, andre y filon en perlita al 25 y 50% asi como bosky en el testigo, con una media de 6.003cm

Para el caso de sólidos solubles se presentaron diferencias significativas para diferentes fuentes de variación incluyendo la triple interacción donde el primer grupo de significancia de so diez encontrados presento una media de 4.7°Brix.

En el caso de espesor de pulpa los sustratos orgánicos que mejor se comportaron perlita al 25% con el genotipo andre y perlita al 12% con el genotipo filon con 6.06 cm y 6.01 respectivamente, esto nos indica que para esta variable se alcanzo el objetivo ya que es de suma importancia para la vida de poscosecha y los sustratos orgánicos arrojaron el mejor resultado.

En el caso de los números de lóculos los sustratos orgánicos que mejor se mostraron fue arna con el genotipo andre y arena al 50% con el genotipo bosky aquí los resultados son muy importantes por que al igual que la variable anterior es de suma importancia para la el manejo de poscosecha.

Para la altura a los 30 DDT la mayor altura la mostró el genotipo filon, con 60.22 y el menor de 21.90.

En 80 DDT el testigo con el genotipo filón con 157.78 cm fue el de mayor altura y el de menor altura fue andre con vermicomposta al 12% con 51.8cm.

Literatura Citada

- Abad, M. 1995. Sustratos para el cultivo sin suelo, pp. 191-225. *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa, México.1
- Aguilar, C.P 2002. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis licenciatura. Universidad Autonoma Antonio Narro. Torreón Coahuila. México 46p.
- Alpi, A. y f. Tognoni. 1999. Cultivo en invernadero. 3ª edición, Ediciones Muni, prensa, Madrid Mexico Pp. 76 – 77.
- Alvarado R.B 2001. El manejo integrado de plagas del tomate en Mexico. *En*: curso del INCAPA. "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara Jalisco Mexico. Pp. 1 – 16
- Ansorena M., J. 1994. Sustratos. Propiedades y caracterización. Ediciones Mundi-Prensa. p 107, p 109.
- Asaf, A. 1990. Fertigación in Greenhouse on sand dunes. Proseedings 5th international conference on irrigation, Tel: Aviv, Isrrael. Pp: 79-87.
- Atherton, J. G. y J. Rudich 1986. Flowering, pp. 167-200. *In*: Atherton J.G. y J. Rudich (Ed). The tomato crop. University Press, Cambridge.
- Avidan, A. 1997. Fetigación in vegetables. *Gan, Sade v – Meshek* ,June 1898: pp. 25 – 18.
- Avidan, A. 1998. Fetigación in vegetables. *Gan, Sade v – Meshek* ,June 1898: pp.
- Bargueño C.,H 2001. Tecnicas de Producción de Solanaceas en Invernadero *In*: Memorias del 1^{er}. Simposio Nacional de Tecnicas Modernas en producción de Tomate, Papa y otras solacnaceas. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. México.
- Bastida T. A. y Ramírez A. J. A. 2002. Invernaderos en México. Serie de Publicaciones Agribot. Uach. Chapingo, México .Págs. 163
- Belda J.E y J. Lastre. 1999. Reglamento Especifico de Producción Integrada de Tomate bajo Abrigo: Resumen de aspectos importantes. Pp. 1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almeria. Consejeria de agricultura y pesca. Junta de Anda Lucia
- Berenguer, J, J 2003 Manejo del cultivo de tomate en invernadero. *En* curso: internacional de producciónde hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z; Muñoz, R. J.J Celaya, Guanajuato, México. Pp 147 – 174.
- Blancard, D. 1996. Enfermedades del tomate. Observar, identificar, luchar. Versión Española de A. Peña I. Editorial Mundi-Prensa. Madrid.
- Bouzo C.A y F. Garingilio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tenr en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
- Baytorun, A, N., S. Topcu, K Abak y K Dasgan, 1999. Growth and

production of tomatoes in greenhouses at different temperature levels Univ. Cokurova, Depto AgriEng/Adanal. Turkey. 64(1). Pp. 33-39

- 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.
- Caro M.P 2001. Manejo de plagas del cultivo del chile. In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa". Guadalajara Jalisco Mexico. Pp. 40 – 44.
- Carvajal, M., A. Cerda y V. Martínez, 2000. Modification of the response of saline stressed tomato plants by the correction of cation disorders Plant Growth Regulation. 30: 1pp. 37-47. M/CSIC/Ctr Edafol & Biol. Aplicada segura. Dept Fisiol & nutr Vegetal/POB4195/Murcia.Spain.
- Castilla P. N 2001. Manejo del cultivo intensivo con suelo. Pp. 191 -1 25. En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi – prensa. Mexico.
- Cockshull, K. E. 1988. De integration of plants physiology with physical Changes inde greenhouse climate Acta horts. 229. pp. 113 – 123.
- Cotter y Gómez, 1981; Papadopoulus y Pararafasingham, 1998; Baytorun *et al.*,1999; Davidson R., H. 1998. Plagas de insectos agricolas y del jardin. Editorial Limusa. México. Pp 352.
- Cuartero J.; Baugena, M.1990. Híbridos de tomate para cultivo en fresco. Pp. 196 – 211. Cultivo del tomate. Editorial Mundi – Prensa, México.
- Chamarro, L. J. 2001 Anatomía y Fisiología de la planta, pp. 43 – 87. En: F. Nuez (Ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi – Prensa- México.
- Diez, J. M. 2001. Tipos varietales. Pp. 93 – 129 En: F. Nuez(Ed) El cultivo del tomate. Editorial Mundi – Prensa, México.
- Egea, C., R. Madrid, A. Alarcón L., J. Albuquerque y A. Guillén 1999. consumo de NPK en cultivo de tomate en dos sustratos diferentes con rec lixiviados en cultivo sin suelo. Dpto. Quimica Agrícola, Geología y Edafología Univ. Murcia.30071 Espinardo (Murcia). Spain. VI Congreso Hispano-Luso De Fisiología Vegetal. Sep- 1999 p 1-34
- 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.
- Estevens, 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
- Favaro J. C. y P. Marano R. 2002. Efecto del raleo de flores y frutos en la producción de tomate bajo invernadero. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina
- Ferreira C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>.

- Geisenberg, C. y Stewart, K. 1986. Manejo del cultivo intensivo con suelo Pp. 191 – 225 en: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi- presa. México.
- Gispert G. M. del C. 1987. Influencia del riego en la fluctuacion poblacional de acaro del tomate (*Aculops Lycopersici* Masse). Tesis de Maestria Colegio de Postgraduados. Centro de Entomologia y Acarologia. Chapingo Mex.
- 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.
- Hance, T.; Van Impe, G. ; Lebrun, P.; Nihoun, P.; Benoit, F.; Coesterman, N. 1991. Las plagas. En F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi – Prensa. Mexico. Pp. 385 – 467.
- Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. Pp. 163 – 171. (2vi) Wener. Hazera LTD. 1166 pp. Brurin Israel.
- <http://html.rincondelvago.com/composta.html>
- Handreck K. A y Black, N. D 1991 Growing Media for Ornamental Plants and turf. New South Wales University Pres, Kesnsington, 401.
- Hernández. C. A . 2003 producción de cuatro híbridos de tomate (*lycopersicon esculentum mill.*) bajo condiciones de invernaderos en la comarca lagunera. Tesis licenciatura. Universidad Autonoma Antonio Narro. Torreón Coahuila. México
- Infoagro. 2004. (<http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>, 2004).
- Imas, P. 2001. Manejo de Nutrientes por Fertiriego en Sistemas Frutihortícolas. Pp. IPI Internacional Potash Institute, presentado en el XXII Congreso Argentino de Horticultura – Internacional Potash Institute, Coordination India. c/o DSW, Potash House, P. O. Box 75, Beer Sheva, 84100, Israel E –mail : Patricia @ DSW. Co.il.
- Johnson H., Jr. Y C. Rock R. 1995. Extension Vegetable Specialist, University of California, Riverside. Greenhouse tomatoes production. Division of Agricultural Sciences December.
- Kinet, J. M 1977. Efect of light conditions on the development of the inflorescence in tomato Sci. Hort. 6: 15-26.
- Lacasa A. Y j. Contreras. 2001. Las plagas. , Pp. 387 – 463. : F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México.
- Lara H.A 2000. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía Terra. 17(3) Pp. 221 – 229
- Lemaire, F. 1997. The problem of biostability in organic substrates. Acta Horticulturae. 450: 63-69.

- López-Gálvez, J., López Hernández, J.C. 1991. El clima se genera en el interior de los invernaderos. Edt FIAPA.
- Maroto, B. J. 1995. Horticultura herbacea especial. Cuarta ed. Editorial Mundiprensa, Madrid España. Pp. 355 – 399.I.
- 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 Colombi. Revista colombiana de Química. 26(2): 3-7.
- 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, Mexico.
- Palacios, G. M. de la L. 1990. Tesis “Efecto del Regulador Biozime en Tomate en la Comarca Lagunera”. Torreón Coah. Pag. 14
- Pimpini, F. 1987. the effect of protective structures and of pinching on the earliness of table tomatoes (*Lycopersicon esculentum*. Mill) en the greenhouse. Universita di Podoba. Padua, Italy. In Colture Protette. 16
- Philouze, J. Duffe P.: Miles, M. 1992. Recherches sur la tomate. Rapord d’ Activite 1991-1992 de la Satation d’ Amelioration des Plantes Maraicheres, Montfaves. Pp. 59-61.
- Pilatti, R.A. y Bouso C.A. 2000. Efecto del bajado de plantas sobre la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en invernadero Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. Vol. 15 (1-2).
- Resh H.M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial Mundi-Prensa. España. Pp 275,279,425-471.
- Rios, J. A 2002 Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de dos híbridos de tomate bola bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura UAAAN- UL Torreon Coahuila México 59p.

- 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.
- Ruiz R. J. D. 2002 *Poda en Hortalizas*. Apuntes de Producción de Hortalizas II. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. UL. Torreón , Coahuila México.
- Sade, A. 1998. *Cultivos bajo condiciones forzadas*. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p.143.
- Sanchez, B. F y E. Favela Ch. 2000. *Construcción y manejo de invernaderos*. UAAAN – UL. En impresión. 45 pag.
- Sánchez C. M. 2001. *Manejo De enfermedades del tomate*. *In: Curso del INCAPA "Manejo integrado de plagas y enfermedades en tomate, chile y papa"*. Guadalajara, Jalisco, México. Pp 22-39.
- Schuster D. J., 2001. *Plagas*. Pp. 53-55. *En: plagas y enfermedades del tomate*. Ediciones Mundi-Prensa. México. Pp. 53-55
- Serrano, C.Z., 1979. *Cultivo de Hortalizas en invernaderos*. Editorial Aedos. Imprenta Juvenil S.A Barcelona, España.
- Toyes, A., R. S 1992 *La agricultura organica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas*. Los cabos, Baja California Sur. México. Tesis Profesional universidad de Baja California sur. 145 p.
- Towrer, E Moshkuits, H., Rosenfeld, K. Shaked R. and M. Cohen. 1998 *Varietal diferennce in the susceptibility to pointed fruit malformation in tomatoes: historical studies of the ovaries .._ sciencia Horticulturae Elsevier 77(1998) 145 - 154*
- Trigui M. y F. Barrington S. 1999 *Effects of humidity o tomato (Lycopersicon esculentum cv. Truss) water uptake, yield and dehumidification cost*. *Can. Agric. Eng 41(3): 135-140*.
- Wittwer, S. y Honma, S. 1979. *Greenhouse tomatoes, lettuce end cucumbers*. Michigan State University Press. EUA. Pp. 225.
- Wolk, J.O. krechman D. W. y Ortega D. G. Jr. 1985. *Response of tomato to defoliation*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci., 108(4): E. U. A. pp. 536-540*
- Zaidan, O. y Avidan, (1997). *CINDACO*. Curso Internacional de hortalizas. Shefayim, Israel