

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
CHAPINGO**



DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

**PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE JITOMATES
SILVESTRES Y DOMESTICADOS
(*Lycopersicon* spp) EN INVERNADERO,
CHAPINGO, MÉXICO.**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:
MAESTRA EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**

PRESENTA

CRUZ MARINA ORTEGA VILLATORO

Chapingo, México, Junio del 2003



PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE JITOMATES SILVESTRES Y DOMESTICADOS (*Lycopersicon* spp) EN INVERNADERO, CHAPINGO, MÉXICO

TESIS REALIZADA POR CRUZ MARINA ORTEGA VILLATORO BAJO LA DIRECCIÓN DEL COMITÉ ASESOR INDICADO, APROBADA POR EL MISMO Y ACEPTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR:



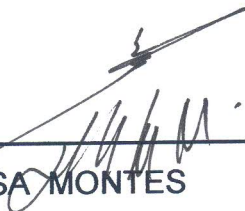
DR. JESÚS AXAYÁCATL CUEVAS SÁNCHEZ

ASESORA:



DRA. ANA MARÍA CASTILLO GONZÁLEZ

ASESOR:



DR. ELISEO SOSA MONTES

CHAPINGO, MÉXICO, 27 DE JUNIO DEL 2003

DATOS BIOGRÁFICOS

La Ingeniero Agrónomo Especialista en Parasitología Agrícola **CRUZ MARINA ORTEGA VILLATORO**, autora del presente trabajo, nació el 24 de Junio de 1963 en la ranchería Juncaná del municipio de Trinitaria, Chiapas, realizó sus estudios primarios en la Escuela Primaria Federal Maestro Esteban Alfonzo, de la Colonia General Miguel Alemán, de Comitán, Chiapas, los estudios de secundaria en la Escuela Secundaria Técnica No. 5 de Comitán, Chiapas, la preparatoria y los estudios de Educación Superior en la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo otorgado para llevar a cabo mis estudios de Maestría en el Departamento de Fitotecnia.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Programa de Horticultura por la oportunidad que me brindaron para mi superación profesional.

Al Dr. Jesus Axayácatl Cuevas Sánchez, a la Dra. Ana María Castillo Gonzáles y al Dr. Eliseo Sosa Montes por su paciencia y dedicación de esta tesis.

Al Dr. Mario Pérez Grajales por el apoyo brindado, ya que sin su aporte a este trabajo de tesis no hubiera sido posible lograr la culminación de mi maestría.

A los Ingenieros Pedro Carrillo Eligio y Mardonio García Pineda por la colaboración y asesoramiento de este trabajo.

A la Dra. Raquel Alatorre Rosas y al M en C. José Merced Mejía Muñoz por la confianza depositada en mí y por sus valiosos consejos y sugerencias.

Al Dr. Felipe Romero Rosales por su aportación en este trabajo.

Al Ing. Bioquímico Claudio Arturo Pérez Mercado por sus valiosas aportaciones en mi formación profesional.

A los laboratoristas: Ángela Barrera Cortez y Antonio Pérez Santoyo, por las facilidades en la obtención de datos.

Con especial cariño y respeto al M en C Emanuel Víctor Cruz San Pedro, ya que sin sus consejos y apoyo no hubiera culminado mi formación profesional, mil gracias.

En especial a todos los Maestros que a lo largo de mi vida han participado en mi formación académica y personal.

Sinceramente: Cruz Marina Ortega Villatoro

DEDICATORIAS

A ti **DIOS MÍO** por darme fuerzas y valor para salir adelante en los diferentes retos que me he propuesto en la vida.

A mi madre Fidelia Villatoro Utrilla por darme la vida.

A la memoria de mi querido hermano Juan Antonio Ortega Villatoro y de mi adorable hija, la princesa Tania que se fue para estar siempre conmigo. †

A mis tres hermosos hijos: Cynthia Anahí, Tania Donají y Pedro Antonio, quienes son mi motivo, mi razón de ser y la fuerza para salir adelante. Por su paciencia y comprensión, ya que han entendido que mi formación es un homenaje a ellos.

A mis amados profesores: Salvador Robles Dorado y su esposa Maricela por sus enseñanzas, sus consejos, el apoyo y la amistad que me han brindado.

A mis amigos: Profesor Feliciano López Gómez y familia por sus valiosos consejos.

Con amor y respeto para mi querido amigo el Sr. José Abarca Martínez por su apoyo incondicional, por su amistad y por la confianza que depositó en mí.

Con especial cariño y respeto al Dr. Emanuel Víctor Cruz San Pedro, ya que sin sus consejos y apoyo no hubiera terminado mi formación profesional.

Con admiración a todos los campesinos de México y en especial a los de mi querido estado de Chiapas.

Finalmente, a ti mi amor por todos esos momentos que sabré llevar en mi corazón como un bello recuerdo.

Sinceramente: Cruz Marina Ortega Villatoro

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 OBJETIVO.....	6
1.2 HIPÓTESIS.....	6
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Importancia económica del jitomate.....	7
2.2 Importancia biológica y social del jitomate.....	7
2.3 Centro de origen del jitomate.....	8
2.4 Agricultura orgánica.....	9
2.4.1 Comparación técnica entre la agricultura convencional y la agricultura orgánica a partir del enfoque del suelo.....	10
2.4.2 Ventajas de la producción orgánica para el productor.....	12
2.5 Lombricultura.....	13
2.6 Lombricompostaje.....	13
2.7 Sustrato hortícola.....	15

2.7.1 Análisis nutrimental de los sustratos.....	16
2.7.2 Interpretación	17
2.7.3 Curvas de retención de humedad.....	17
2.8 Origen y evolución de la materia orgánica.....	18
2.9 Tezontle.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	19
3.1 Ubicación geográfica.....	21
3.2 Genotipos estudiados.....	21
3.3 Diseño de tratamientos.....	22
3.4 Variables a estudiar y toma de datos.....	24
3.5 Análisis estadístico de las variables cuantificadas.....	27
3.6 Manejo del cultivo.....	27
3.6.1 Preparación del sustrato.....	28
3.6.2 Siembra.....	28
3.6.3 Manejo fitosanitario.....	29
3.6.4 Fertilización.....	30
3.6.5 Riego	32
3.6.6 Tutorio.....	35
3.6.7 Podas.....	35
3.6.8 Cosecha.....	35

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	39
4.1 Días a emergencia.....	39
4.2 Días a floración.....	40
4.3 Días a fructificación.....	42
4.4 Días a cosecha.....	43
4.5 Altura de plantas.....	45
4.6 Ganancia de altura del tallo por día.....	48
4.7 Área foliar.....	50
4.8 Peso seco.....	52
4.9 Peso específico.....	55
4.10 Contenido de clorofilas totales en día nublado y despejado.....	58
4.11 Producción.....	62
4.12 Calidad de fruto.....	65
4.12.1 (pH).....	65
4.12.2 Firmeza.....	67
4.12.3 Concentración de sólidos solubles (° Brix).....	69
4.12.4 Diámetro de fruto.....	72
4.12.5 Vida de anaquel.....	74
4.13 Comparación de medias.....	75

V. CONCLUSIONES.....76

VI. LITERATURA CITADA.....78

VII. ANEXO.....83

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición del humus de vermicomposta.....	15
Cuadro 2. Gasto de agua por mes y por ciclo por tratamientos con plantas de jitomate producidas en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	33
Cuadro 3. Ganancia en altura del tallo por día en plantas de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	49
Cuadro 4. Área foliar en plantas de jitomates producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.....	51
Cuadro 5. Peso seco de la cuarta hoja apical de plantas de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	54
Cuadro 6. Peso específico de la cuarta hoja apical de plantas de genotipos de jitomates silvestres y domesticados, producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero... ..	57
Cuadro 7. Contenido de clorofilas totales en plantas de jitomates silvestres y domesticados, producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero, en día nublado.....	60

Cuadro 8. Contenido de clorofilas totales en plantas de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero, en día despejado.....	61
Cuadro 9. Producción por mata de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	64
Cuadro 10. pH del jugo de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	66
Cuadro 11. Firmeza de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	68
Cuadro 12. Concentración de sólidos solubles en jugo de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	71
Cuadro 13. Diámetro de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	73
Cuadro 14. Comparación de medias con la prueba de Tukey para cada variable evaluada en plantas de jitomate producidas en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figuras 1 y 2. Sitio experimental donde se llevó a cabo el estudio de producción orgánica de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	23
Figuras 3 y 4. Siembra directa y emergencia de plántulas de jitomates silvestres y domesticados en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero	29
Figura 5. Trampas amarillas para control de insectos chupadores en la producción de jitomates orgánicos producidos en condiciones de invernadero.....	31
Figura 6. Consumo total de agua por plantas de jitomates (silvestres y domesticados) cultivados en tres tipos de sustratos orgánicos 1) 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz; 2) 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle; 3) 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle en condiciones de invernadero.	34

Figura 7. Tutoreo con hilo rafia y poda de plantas de jitomates silvestres y domesticados para conducirlos a dos plantas por mata y a dos tallos por planta en la producción de jitomates orgánicos en condiciones de invernadero	36
Figura 8. Conducción de plantas de jitomates a dos tallos producidas en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	37
Figura 9. Maduración de frutos de jitomates silvestres “Chiapas” producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	38
Figura 10 y 11. Floración de plantas de jitomates silvestres “Chiapas” y “Canica Comitán” 48 y 50 días después de la siembra respectivamente, producidas en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	41

Figura 12. Crecimiento semanal en plantas de genotipos de jitomate silvestres “Chiapas” y “Canica Comitán” y uno domesticado “Cherry red” en tres tipos de sustratos orgánicos: 1) 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz; 2) 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle; 3) 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle, en condiciones de invernadero, los tratamientos que se generaron fueron: 1 = “Chiapas” y Sustrato 1; 2 = “Chiapas” y Sustrato 2; 3 = “Chiapas” y Sustrato 3; 4 = “Canica Comitán” y Sustrato 1; 5 = “Canica Comitán” y Sustrato 2; 6 = “Canica Comitán” y Sustrato 3; 7 = “Cherry red” y Sustrato 1; 8 = “Cherry red” y Sustrato 2; 9 = “Cherry red” y Sustrato 3.....**47**

VII. ANEXO

Cuadro 1a. Promedio de temperaturas mensuales dentro del invernadero en la producción de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos	83
Cuadro 2a. Análisis nutrimental de las muestras de cada uno de los sustratos usados en producción orgánica de jitomates silvestres y domesticados en condiciones de invernadero.....	84
Cuadro 3a. Interpretación de los resultados del análisis nutrimental de las muestras de cada uno de los sustratos usados en producción orgánica de jitomates silvestres y domesticados en condiciones de invernadero.....	85
Cuadro 4a. Porcentaje de humedad retenida por cada uno de los sustratos a diferentes atmósferas de tensión, utilizados en la producción de jitomates silvestres y domesticados en condiciones de invernadero.....	86
Cuadro 5a. Análisis de varianza para la variable producción de jitomate producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	87
Cuadro 6a. Análisis de varianza para la variable altura de plantas de jitomate producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	87

Cuadro 7a. Análisis de varianza para la variable clorofilas totales en plantas de jitomate producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	88
Cuadro 8a. Análisis de varianza para la variable clorofilas totales en plantas de jitomate producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	88
Cuadro 9a. Análisis de varianza para la variable concentración de sólidos solubles en jugo de frutos de jitomate producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	89
Cuadro 10a. Análisis de varianza para la variable pH del jugo de frutos de jitomate producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	89
Cuadro 11a. Análisis de varianza para la variable diámetro de frutos de jitomates producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	90
Cuadro 12a. Análisis de varianza para la variable firmeza de frutos de jitomates producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.....	90

RESUMEN

PRODUCCIÓN ORGÁNICA DE JITOMATES SILVESTRES Y DOMESTICADOS (*Lycopersicon* spp) EN INVERNADERO, CHAPINGO, MÉXICO

Cruz Marina Ortega Villatoro Maestra en Ciencias en Horticultura

Bajo la dirección de: Dr. Jesús Axayácatl Cuevas Sánchez

Este trabajo se desarrolló en invernadero del postgrado en horticultura de la Universidad Autónoma Chapingo de Febrero a Junio del 2002. El objetivo fue evaluar la respuesta de genotipos de jitomates silvestres “Chiapas” y “Canica Comitán” y la variedad “Cherry red” a tres sustratos orgánicos: 1) 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz; 2) 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle; 3) 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle. Cada tratamiento tuvo dos plantas por mata, conducidos a dos tallos por planta y cuatro racimos por tallo. En la comparación de medias, el genotipo “Chiapas” presentó los valores más altos en producción (482.65 g por mata) en el sustrato 1; los genotipos “Chiapas” y “Cherry red” sobresalieron en concentración de sólidos solubles (7.2 °Brix) y diámetro de fruto (3.36 cm) cuando se cultivaron en los sustratos 3 y 1, respectivamente. Los frutos de todos los genotipos presentaron pH ácido (4.56 a 5.07), firmeza similar y larga vida de anaquel (40 días). La producción y manejo de genotipos de jitomates silvestres y domesticados en sustratos orgánicos, en condiciones de invernadero y utilizando técnicas de Agricultura Orgánica es una alternativa viable en la producción intensiva de jitomate en invernadero.

Palabras-clave: *Lycopersicon* spp, genotipos, calidad de fruto, sustratos orgánicos, lombricultura, humus de lombriz.

ABSTRACT

ORGANIC PRODUCTION OF WILD AND DOMESTICATED TOMATOES

(Lycopersicon spp) IN GREENHOUSE, CHAPINGO, MÉXICO

This study was conducted in the Universidad Autónoma Chapingo from February to June 2002. The objective was to evaluate the response of wild “Chiapas” and “Canica Comitán” and domesticated “Cherry red” tomato genotypes to organic substrates in a greenhouse. The mixtures of substrates were the following: 1) 80 % of organic soil + 20 % of worm humus; 2) 40 % of organic soil + 20 % of worm humus + 40 % of tezontle (red volcanic gravel); 3) 10 % of organic soil + 20 % of worm humus + 70 % of tezontle. Each treatment had two plants per hill, conducted to two stems per plant and four clusters per stem. In The comparison of means, the “Chiapas” genotype had higher values in production (483 g per plant) in substrate 1. The “Chiapas” and “Cherry red” were the best in terms of concentration of soluble solids (7.2 °Brix) and fruit diameter (3.36 cm) when they were cultivated in substrate 3 and 1, respectively. All the genotypes present acid pH (4.56 to 5.07), similar firmness, and had long shelf life (40 days). It is concluded that the production and management of wild and domesticated genotypes of tomatoes in organica substrates under a greenhouse, and using organic agricultural techniques is an alternative in the intensive production of tomatoes.

Key words: *Lycopersicon spp*, genotypes, fruit quality, organic substrates, earthworm raising, worm humus.

I. INTRODUCCIÓN

El hombre depende casi totalmente de las plantas para cubrir sus necesidades debido a la capacidad fotosintética, específica de las plantas verdes, por la cual el material inorgánico es transformado en compuestos orgánicos (azúcares, almidón, grasas, proteínas, etc.) (Hernández, 1985).

El manejo agrícola de las poblaciones vegetales ha tenido una historia evolutiva cuyos inicios pueden ubicarse en la recolección de las plantas silvestres, de donde evolucionó, a partir del conocimiento y la tecnología generada por el recolector, y con base en una cierta organización social, a la agricultura (Flannery, 1973).

La trascendencia evolutiva de la agricultura incipiente no radica en que haya permitido un mejor desarrollo de las plantas, sino que sentó las bases para que se iniciara una vía diferente de evolución: La evolución por medio de la selección del hombre (Schwanitz, 1966).

La particularidad del proceso, con relación a la evolución por selección natural, es precisamente el contexto en el que se produce la variabilidad y la selección: La relación dinámica hombre-planta, que determina:

1) Que la producción de variabilidad esté influenciada fuertemente por las modificaciones que el hombre hace del medio en que se desarrollan las plantas y en sus patrones de dispersión, y 2) Que las presiones de selección que ejercen sobre la variación sean fundamentalmente las presiones selectivas del hombre, de tal forma que su orientación, intensidad y racionalidad estén determinadas por diversos factores económicos tecnológicos y culturales (Flannery, 1973).

Por lo tanto el desarrollo de la agricultura, puede verse a través de dos hilos conductores que constituyen dos procesos integrados: Uno, en el que el hombre fue ampliando su capacidad de modificar las condiciones ambientales en las que crecen y se desarrollan las plantas que le interesan y otro en el que fue incrementando su capacidad de modificar las características de éstas. Una de las consecuencias más importante de estos cambios genéticos, propiciados por la selección del hombre, es la domesticación de las especies. Una planta domesticada es aquella que “ha sido alterada genéticamente de su estado silvestre y ha llegado a estar en el mismo ámbito que el hombre. Puesto que la domesticación es un proceso evolutivo, se encontrarán todos los grados de asociación animal o vegetal con el hombre y una gran gama de diferenciación desde las formas idénticas a las razas silvestres hasta las razas domesticadas” (Harlan, 1975).

México ha sido señalado reiteradamente como uno de los países más ricos en su composición vegetal ya que diferentes autores coinciden en estimar en más de 30,000 las especies existentes en su territorio. Sin embargo, tal información no basta para entender la importancia de nuestro país como fuente de recursos fitogenéticos, pues de acuerdo con Cuevas, 1991 “La sola existencia de una planta no es suficiente para considerarla útil. Desde un punto de vista antropocéntrico, es sólo mediante la intervención del intelecto y experiencia humana como las plantas adquieren su carácter de satisfactores de necesidades, ya sean éstas estrictamente fisiológicas o derivadas de su cosmovisión”.

Por lo antes señalado, cobra igual importancia la riqueza cultural de México, dentro de la cual aún están representados más de 56 pueblos indígenas, cuya profunda sabiduría les ha permitido crear, conservar y depurar una gran cantidad de recursos vegetales de los que hoy se beneficia gran parte de la humanidad, ejemplo de ello lo constituyen las más de 50 razas de maíz, cuyos genes continúan siendo la base de los programas de fitomejoramiento de este cereal en otros países (Cuevas, 1991).

Se han señalado diversas especies cultivadas que tuvieron su origen en México como parte del Centro Mesoamericano de plantas cultivadas, entre las más importantes destacaremos al maíz (*Zea mays*), al frijol (*Phaseolus vulgaris*),

al chile (*Capsicum annuum*), al algodón (*Gossypium hirsutum*), al henequén (*Agave sisalana*), diversas calabazas (*Cucurbita* spp), al jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), entre otras especies, cuyo uso potencial parece ser bastante grande. Las condiciones ecológicas de México, particularmente la topografía y la fisiografía en general, fueron el marco adecuado para que la divergencia de poblaciones bien diferenciadas de una misma especie pudiese ocurrir (Colunga *et. al.* 1986). Esta diversidad cultural, más abundante en países accidentados que en países planos, incide también, de una manera determinante, primero en la selección de las variantes vegetales que emplea el hombre y posteriormente en su fijación y conservación (Montes, 1978).

Los fitomejoradores tienen amplia conciencia de la gran importancia que tiene la utilización de la diversidad genética en sus programas de mejoramiento. En el pasado muchos de los trabajos de fitomejoramiento se basaron en el uso de cultivares locales. Sin embargo, en los últimos años se ha incrementado el uso de una más amplia variabilidad genética por los programas de mejoramiento de plantas, lo cual se ha reflejado en el incremento de los niveles de rendimiento de varias especies vegetales. Para reunir y expandir el germoplasma vegetal con el fin de poder cumplir con las necesidades que constantemente requiere el fitomejoramiento, es necesario incrementar el acervo de materiales, y mejorar las técnicas de evaluación y conservación del germoplasma (Hernández, 1978).

Para alcanzar la seguridad alimentaria es imprescindible, lograr el uso y conservación sostenible de los recursos fitogenéticos. Sin embargo, la erosión genética es en gran medida una consecuencia de la acción del hombre sobre el ambiente, en el proceso de crecimiento de la población y el desarrollo tecnológico que conduce a la modernidad de la economía y la sociedad. La causa inmediata de dicha erosión se encuentra en tres procesos relacionados entre sí: 1) La desaparición progresiva de las reservas genéticas naturales a medida que se expande la frontera agrícola; 2) La difusión de variedades mejoradas, que reemplazan a las tradicionales perdiéndose no solamente la riqueza genética, sino también la mejora empírica obtenida durante siglos; y 3) La tendencia al monocultivo y la homogeneización de la dieta regional y local, en favor de unos pocos alimentos y medicinas modernas.

De tal manera que es necesario reconocer la necesidad de plantear alternativas tecnológicas que con una visión integradora busquen solucionar los grandes retos que se plantean en la agricultura a corto, mediano y largo plazo, ya que de lo que hagamos hoy dependerá lo que heredemos mañana.

Considerando la importancia de rescatar y conservar genotipos de jitomate silvestre que por años sido apreciados por un amplio grupo de campesinos; la necesidad de contribuir en la escasa investigación en ésta línea; la importancia de

aportar experiencias en el manejo no convencional de una de las hortalizas económica y socialmente más importantes de México; la preocupación por incrementar el germoplasma en los bancos para este fin que pueda servir para posteriores investigaciones; la urgente necesidad de aportar tecnologías acordes a la realidad social y económica en que viven la mayoría de los campesinos del país; la preocupación porque tales tecnologías no contribuyan a la degradación y contaminación de los recursos: (suelo, agua, aire) y que por el contrario propicien la producción de alimentos sanos y de alta calidad sin poner en riesgo la salud humana. El presente trabajo, pretende generar una alternativa viable para la producción de alimentos, dentro de la perspectiva de la agricultura orgánica con el objetivo e hipótesis siguiente:

OBJETIVO

Estudiar el comportamiento de dos genotipos de jitomate silvestre y uno domesticado, cultivados en sustratos orgánicos, en condiciones de invernadero, como una alternativa viable de producción de jitomate con alta calidad de fruto.

HIPÓTESIS

Ho: No habrá diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos silvestres y domesticados de jitomate producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero y producirán frutos de alta calidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia económica del jitomate

El jitomate está considerado dentro de los cultivos de mayor importancia en la agricultura comercial, entre otras razones; 1) por la generación de divisas ya que también es un cultivo de exportación; por si sólo genera el 15 % del valor total de todas las exportaciones agropecuarias y 36 % del valor de las exportaciones de legumbres y hortalizas frescas; 2) por la generación de empleos, debido al alto requerimiento de mano de obra, que es de alrededor de 500 jornales por hectárea (Villarreal, 1982); 3) por la generación de tecnología, dado que su cultivo ha alcanzado un alto nivel tecnológico, creando las necesidades de insumos y 4) principalmente por su alto consumo *per cápita* nacional que se estima en 16.5 kg para el año 1991 (Gómez *et. al.*, 1992).

2.2 Importancia biológica y social del jitomate

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), hecho ampliamente aceptado en el mundo científico. La utilización de formas domesticadas en nuestro país tiene bastante antigüedad, y sus frutos eran bien conocidos y empleados como alimento por las culturas indígenas que habitaban en la parte central y sur de México, antes de la llegada de los españoles.

Cualquier elemento de la naturaleza se convierte en un recurso cuando la sociedad le encuentra un uso, descubre la manera de hacerlo disponible, desarrolla los medios para emplearlo y aplica la fuerza de trabajo necesaria para obtenerlo. A través de la historia de un grupo social, un mismo elemento de la naturaleza puede ser sólo una condición ambiental, luego un recurso potencial, después un recurso efectivamente explotado, para luego explotarse o destruirse si no se maneja adecuadamente (Cuevas *et al.*, 1998).

2.3 Centro de origen del jitomate

El jitomate tiene su centro de origen en la zona Este de América del Sur, entre Chile y Colombia, donde se encuentra creciendo en forma silvestre, al igual que otras especies del reducido género *Lycopersicon*. Su domesticación habría ocurrido en México, a partir del jitomate cereza (*L. esculentum var. cerasiforme*) que crece espontáneamente en toda la América tropical y subtropical (Guenkov, 1980). Desde esta zona y con el nombre vulgar de tomate (derivado de tomatl en el lenguaje Nahuatl de México), fue llevado a Europa a inicios del siglo XVI, donde fue considerada como planta venenosa por la presencia de tomatina, un alcaloide que se encuentra en sus hojas y frutos inmaduros. Por esto, inicialmente se usó sólo como planta ornamental y en los siglos siguientes, al comprobarse la inocuidad del alcaloide, pasó a constituirse en un producto central en la alimentación de países europeos, en especial los de la zona mediterránea.

En la actualidad, es una especie de gran y creciente importancia en el mundo, donde destacan China, India, Estados Unidos y Egipto, como los países de mayor superficie cultivada y, al mismo tiempo, como ejemplos de su amplia distribución (Valadez, 1993).

2.4 Agricultura orgánica

La agricultura orgánica se practica desde el nacimiento de la agricultura, pero ahora presenciamos una reacción paralela de productores y consumidores que ha ido en ascenso en los últimos 25 años, debido a los problemas de deterioro ambiental y de salud que generó la agricultura convencional en la mayor parte de los países del mundo. Las ventajas sobre la agricultura convencional serán evidentes a corto y sobre todo a largo plazo, este último es el que dará la seguridad alimentaria del futuro (Claverán, 1996).

La Agricultura Orgánica surge como una alternativa que pretende básicamente una relación más armónica con la naturaleza, así como asegurar un pago justo a los productores, un mejor trato a los trabajadores y garantizar al consumidor la sanidad y calidad del producto. El consumidor es quien finalmente paga por un producto que lleva un sello de calidad. De acuerdo con la Asociación Mexicana de Productores Ecológicos (AMPE), la agricultura orgánica se define como el arte y la ciencia empleados para obtener productos agropecuarios sanos, mediante técnicas que favorecen las fuentes naturales de fertilidad del suelo sin el uso de

agroquímicos contaminantes, mediante un programa preestablecido de manejo ecológico, mismo que pueda ser certificado en todas las fases del proceso y que comprenden desde la selección de la semilla hasta la venta del producto (Gómez, 1996).

2.4.1 Comparación técnica entre la agricultura convencional y la agricultura orgánica a partir del enfoque del suelo (Restrepo, 1998).

Agricultura convencional: Con la visión del suelo como un insumo de producción a corto plazo.

1. Suelos biológicamente muertos por la ausencia de macro y microfauna.
2. Suelos que tienden hacia la salinización.
3. Deterioro de la bioestructura y fertilidad de los suelos.
4. Baja permeabilidad al agua y pésima aireación.
5. Suelos susceptibles a la erosión hídrica y eólica.
6. Baja capacidad de retención de agua.
7. Desequilibrio entre las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo.
8. Baja capacidad de intercambio catiónico (CIC).
9. Suelos compactados con menor porosidad y aumento de la densidad aparente.
10. Incremento de áreas contaminadas.
11. Desaparición de la materia orgánica.
12. Desaparición del ciclo del humus.

13. Baja capacidad de digestión orgánica.
14. Baja capacidad en la formación de quelatos.
15. Suelos dependientes, sin reservas nutricionales.
16. Los suelos de la agricultura convencional no permiten la recuperación de minerales filtrados en las capas más profundas

Agricultura orgánica: Con la visión del suelo como una inversión a largo plazo.

1. Suelos biológicamente activos, alta biodiversidad.
2. Eliminación de los riesgos de salinización.
3. Incremento de la bioestructura y fertilidad natural de los suelos.
4. Buena circulación de agua y aire.
5. Suelos con mayor resistencia a la erosión hídrica y eólica.
6. Alta capacidad de retención de agua.
7. Equilibrio entre las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo.
8. Alta capacidad de intercambio catiónico (CIC).
9. Recuperación de suelos compactados, con mayor porosidad y baja densidad aparente.
10. Recuperación de áreas contaminadas.
11. Aumento de materia orgánica.
12. Activación del ciclo del humus.
13. Alta capacidad de digestión orgánica.

14. Alta capacidad en la formación de quelatos.
15. Suelos autónomos con reservas nutricionales.
16. Permiten con la ayuda de las raíces la recuperación de minerales filtrados en las capas más profundas.

2.4.2 Ventajas de la producción orgánica para el productor (Restrepo, 1998).

Obtiene mayores precios por sus productos, entre 20 y 40 % sobre los precios de los productos de la agricultura convencional.

Conserva y mejora sus recursos propios (suelo y agua).

Produce alimentos sanos para el mercado así como para él y su familia.

Trabaja en un ambiente sano, sin peligro de intoxicaciones y de enfermedades ocasionadas por los agroquímicos.

Mantiene un empleo bien remunerado, además de generar alternativas de trabajo para su comunidad.

Promueve la producción sostenible y conservación del ambiente en su región.

En el caso de productores organizados, la agricultura orgánica también contribuye a consolidar su organización de manera autogestiva que les facilita el acceso a recursos e insumos y a la comercialización de sus productos.

2.5 Lombricultura

Su importancia y uso en la agricultura se conoce desde la antigüedad, es solo una alternativa más de uso adecuado del suelo. Las lombrices de la tierra son unos de los muchos habitantes naturales del suelo, que son indispensables para hacer agricultura sana. Siempre han estado en él hasta que el hombre comenzó a talar los bosques sin control, a quemar y aplicar venenos, a contaminar, a erosionar, en fin, a matar al suelo.

2.6 Lombricompostaje

Se puede definir como la cría masiva, sistemática y controlada de Lombrices composteadoras. Es una técnica que involucra varios procesos biológicos, que aceleran la transformación y mineralización de un residuo orgánico en descomposición y lo convierte en abono para las plantas. Por la calidad de producto que genera, puede hablarse del abono orgánico de mejor presentación, calidad y cotización en el mercado. Hay más o menos 2000 especies de lombrices, se alimentan de materia orgánica semidescompuesta que al ingerirla pasa por el sistema digestivo donde unas glándulas llamadas de Moren segregan carbonato de calcio el cual es aportado al suelo. La lombriz nativa a diferencia de la roja tiene como hábito de vida cavar profundas galerías en el suelo, lo que permite mayor aireación, mejor intercambio de gases y drenaje, buen desarrollo de raíces, incorpora humus y saca minerales de la profundidad de sus galerías (Capistrán *et. al.*, 2001).

De las lombrices estudiadas por la ciencia, las más eficientes y productivas para el aprovechamiento de residuos orgánicos han demostrado ser *Eisenia andrei*, la “Lombriz Roja de California”; *Eisenia fetida*, “La Lombriz Tigre”, *Perionix excavatus*, “Lombriz Oriental” y *Eudrilus eugeniae*, “Lombriz Africana”. *Eisenia andrei* ha sido la más utilizada para lombricompostaje en todo el mundo, ya que es la más manejable y fácil de cultivar (Capistrán *et. al.*, 2001).

Entre los beneficios que aporta el uso de la vermicomposta están: es de excelente calidad, es un producto natural, no contamina, es gratis, ya que las lombrices no cobran y trabajan día y noche. Es un abono muy rico en calcio, 5 veces más en nitrógeno, 11 veces más en potasio, 7 veces más en fósforo, 3 veces más en magnesio que el suelo donde viven y se alimentan (Cuadro 1) (Añasco, 1996).

Cuadro 1. Composición del humus de vermicomposta (Añasco, 1996).

Parámetro	%
PH	7.0 – 7.5
Materia orgánica	50 – 60
Nitrógeno	1.0 – 3.0
Fósforo	1.0 – 1.5
Potasio	1.0 – 1.5
Carbono	20 – 35
Ácidos fúlvicos	8.0 – 9.0
Ácidos húmicos	5.0 – 7.0
Microelementos (Fe, Zn, Cu, Mn, Mg)	1.0
Flora microbiana	20000 millones/g

2.7 Sustrato hortícola

Es un material sólido natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical, desempeñando un papel de soporte para la planta y puede intervenir o no en el proceso de nutrición mineral de la planta (Noguera, 1997).

Haran *et al.*, (1978) definen a sustrato hortícola como una mezcla formada por materiales en estado sólido, líquido y gaseoso que deben encontrarse en proporciones adecuadas para que las plantas tengan un crecimiento satisfactorio.

Un sustrato es todo material sólido distinto del suelo, natural o de síntesis mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, cantero o cama en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radical y puede o no intervenir en la nutrición de la planta.

Para obtener buenos resultados durante la germinación, emergencia, enraizamiento y crecimiento de la planta se requieren algunas características físicas y químicas como: Gran capacidad de retención de agua, buen suministro de aire, baja densidad aparente (que sea liviano), mucha porosidad y que no se contraiga ni se expanda, buen nivel de nutrientes, baja salinidad, buena CIC (INIFAT, 1999).

2.7.1 Análisis nutricional de los sustratos

“Los nutrientes aprovechables (Cuadro 2a) por las plantas pueden estar en cantidades suficientes en el suelo, pero su utilización es deficiente si las condiciones físicas son desfavorables (Ortiz-Villanueva, 1990)”.

La absorción de un nutriente por la planta depende no solo de la concentración que de él exista en la solución exterior o solución del suelo, sino también de la concentración que de otros iones exista en la solución del suelo (Fundora *et. al.*, 1979).

2.7.2 Interpretación

El objetivo del diagnóstico del suelo (Cuadro 3a), fue el de reconocer las principales características físicas, químicas y biológicas que determinan su fertilidad tal como: La densidad aparente, el porcentaje de materia orgánica, la capacidad de intercambio catiónico, el pH, entre otras (Carrillo, 2000).

2.7.3 Curvas de retención de humedad

Sin el agua no es posible el desarrollo de las planta, a nivel mundial el agua es el factor que más limita la producción de cultivos. El agua aprovechable para las plantas es el contenido de humedad entre la capacidad de campo (0.3 atm) y el punto de marchitamiento (15 atm). La capacidad de campo se halla muy relacionada con la textura del suelo, es influida por el contenido de materia orgánica, tipo de materiales presentes y la estructura del suelo y el punto de marchitamiento permanente, es el límite inferior del agua disponible para las plantas. Se considera que a capacidad de campo la humedad aprovechable es del 100 % y a punto de marchitamiento permanente será de 0 % (Ortiz, 1990) .

2.8 Origen y evolución de la materia orgánica

La materia orgánica del suelo comprende todos los residuos vegetales y animales presentes en el suelo, que pueden encontrarse en cualquier estado de transformación. Sobre estos residuos actúan macro y microorganismos que los descomponen y transforman en dos procesos: Mineralización y Humidificación.

Los microorganismos desintegradores de la materia orgánica se multiplican muy activamente cuando tienen a su disposición energía y nutrimentos especialmente nitrógeno. Los residuos vegetales muy ricos en carbono son una fuente importante de energía, pero no siempre de nitrógeno. La rapidez con que proliferan los microorganismos desintegradores y, por tanto, la rapidez con que se descompone la materia orgánica depende de la relación carbono/nitrógeno (C/N).

La materia orgánica con relación C/N muy alta suministra mucha energía y poco nitrógeno, mientras que con una relación C/N muy baja suministra poca energía y mucho nitrógeno. En ambos casos los microorganismos son poco activos (cuando la relación sube por encima de 50 o baja de 10), en cambio, los residuos vegetales con una relación C/N equilibrada (relación C/N alrededor de 30), se favorece la proliferación de microorganismos y se produce la descomposición con mayor rapidez (Fuentes, 1999). Éste autor también indica que la materia orgánica humidificada modifica las propiedades físicas, químicas

y biológicas de los suelos, teniendo un efecto positivo sobre la estructura de éstos ya que incrementa compacidad a los arenosos y hace más esponjosos a los arcillosos, lo que se traduce en mayor permeabilidad al agua y al aire, da gran capacidad de retención y almacenaje de agua.

El humus aumenta la fertilidad de los suelos porque aporta elementos nutritivos, favorece la asimilación del fósforo, la proliferación de microorganismos, es fuente importante de alimento para la fauna del suelo la cual tiene efectos favorables para éste, la buena estructura conseguida con la materia orgánica favorece la respiración de las raíces, la germinación de las semillas y emergencia de las plántulas. Los ácidos húmicos son al igual que los ácidos fúlvicos y huminas grupos de ácidos que forman al humus, cuya composición química es muy compleja, ya que es una molécula de alto peso molecular, producto final de la descomposición de la materia orgánica y responsable de la fertilidad de los suelos (INIFAT, 1999)

2.9 Tezontle

Es un material de origen volcánico de color rojo que es abundante en la zona, de donde el uso más común es para la construcción, para caminos, relleno

en pisos y techos. En la Universidad Autónoma Chapingo, la arena de tezontle rojo, es uno de los sustratos que más se han empleado en la producción intensiva de jitomate en hidroponía.

Desventajas: No proporciona nutrimentos, el anclaje es débil, el agua se pierde con gran facilidad y por lo tanto, requiere de riegos constantes (Sánchez, *et. al.*, 1992).

Ventajas: Este material es económicamente accesible, tiene buena capacidad de retención de humedad, es inerte, estéril, le proporciona buen drenaje y buena aireación al cultivo (Pérez y Castro, 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica

La presente investigación se realizó de Enero a Diciembre del 2002, en un invernadero de vidrio del postgrado en horticultura en la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, Estado de México (Figuras 1 y 2). Ubicado geográficamente a los 19° 29' de Latitud Norte y 98° 53' de Longitud Oeste, a una altitud de 2250 m (García, 1988).

3.2 Genotipos estudiados.

Se estudiaron tres genotipos de jitomate “Chiapas” y el “Canica Comitán” fueron colectados en el estado de Chiapas en 1996, el primero se caracteriza por tener crecimiento semiindeterminado, las hojas presentan tricomas de color verde oscuro, en condiciones de campo abierto la floración ocurre a los 55 días después de la siembra, los frutos son de forma esférica, con diámetro de 2.8 cm, de color rojo y biloculares; el genotipo “Canica Comitán” es de crecimiento rastrero, los frutos de dos o tres lóculos, con diámetro de 2.2 cm, la planta no es muy susceptible al daño por el insecto *Paratrioza cockerelli* y no es susceptible a hongos fitopatógenos y el tercer genotipo fue “Cherry red” que es un material comercial en el Estado de Sinaloa y presenta frutos también de forma esférica y de color rojo con diámetros de 3.0 cm en promedio, empleados en el trabajo de tesis Caracterización agronómica de materiales genéticos de jitomate silvestre (*Lycopersicon* spp) en agricultura orgánica, Chapingo, México (Ortega y Rodríguez, 2000).

3.3 Diseño de tratamientos

Se utilizó un arreglo de tratamientos dos factorial en un diseño experimental completamente al azar con diez repeticiones. Uno de los factores de estudio fue el genotipo con tres niveles, dos son jitomates silvestres, "Chiapas", y "Canica Comitán", y un genotipo domesticado, "Cherry red"; el segundo factor fue sustrato orgánico también con tres niveles, 1) 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz; 2) 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle y 3) 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle. Los tratamientos generados fueron los siguientes:

1. Genotipo Chiapas con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.
2. Genotipo Chapas con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle.
3. Genotipo Chiapas con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle.
4. Genotipo Canica Comitán con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.
5. Genotipo Canica Comitán con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle.
6. Genotipo Canica Comitán con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle.
7. Genotipo Cherry red con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

8. Genotipo Cherry red con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle.
9. Genotipo Cherry red con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle.



Figuras 1 y 2. Sitio experimental donde se llevó a cabo el estudio de producción orgánica de jitomates silvestres y domesticados en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

3.4 Variables estudiadas y toma de datos

Días a emergencia: Se tomó a partir del día en que se sembraron las semillas hasta el día en que empezaron a emerger las plántulas del sustrato.

Días a floración: Se tomó a partir del día en que se sembraron las semillas hasta el día en que apareció el primer racimo floral en cada genotipo.

Días a fructificación: Se tomó a partir del día de la siembra hasta el día en que amarraron los primeros frutos.

Días a cosecha: Se tomó a partir del día de la siembra hasta el día en que se realizó el primer corte de frutos.

Producción (g): Los frutos maduros se cortaron, se pesaron en una balanza granataria y se midió el diámetro (cm) utilizando un vernier.

Altura de planta (cm): Se midió con un flexómetro cada ocho días para determinar la altura de la planta por día.

Altura de la planta por día ($\text{cm} \cdot \text{día}^{-1}$): Se obtuvo a partir de la división de la ganancia de altura semanal entre siete días.

Área foliar (cm^2): Se usó un integrador electrónico de área foliar LI – 3100 (LI – COR Inc., Lincoln, Nebraska, EUA). Las hojas que fueron separadas de la planta se colocaron sobre la banda del aparato, la cual pasa a través de una fuente de luz que proyecta la sombra del área de la hoja dando el valor automáticamente.

peso seco (g): . Las hojas que se utilizaron para medir área foliar se colocaron a la estufa de secado (Precisión 17 GCA Corp.) durante 72 h a 70 °C hasta alcanzar peso seco constante, el peso seco se midió en una balanza granataria.

Peso Específico ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$): Se calculó con la división del área foliar de las cinco hojas tomadas a partir de la cuarta hoja apical, de cada tratamiento entre el peso seco de las mismas.

Clorofilas totales (%) en día nublado y en día despejado: Se midieron con un clorofilómetro digital Minolta. Estas lecturas se tomaron presionando la hoja con la parte sensible del aparato y al contacto proporcionó un valor, el cual divide al valor máximo de todas las mediciones y se multiplica por cien para obtener el contenido de clorofilas en porcentaje en base al máximo valor tomado.

Concentración de sólidos solubles (°Brix): Se utilizó un refractómetro marca Binko 12214, en el cual se depositó una gota de jugo de jitomate tomando al instante la lectura del valor indicado. De los frutos cosechados de cada tratamiento y de las diez repeticiones se tomaron al azar cinco de ellos para conocer los °Brix.

pH: Para esta determinación se utilizó un potenciómetro digital modelo pH 10, introduciendo el electrodo en jugo de cinco frutos de jitomate tomando directamente el valor registrado. De los frutos cosechados de cada tratamiento y de las diez repeticiones se tomaron las muestras al azar.

Firmeza del fruto (kg · Fuerza): Se hizo con un penetrómetro digital colocando el fruto debajo de la punta del aparato y ejerciendo presión hasta que éste penetró el fruto, registrando la lectura al instante, De los frutos cosechados de cada tratamiento y de las diez repeticiones se tomaron al azar cinco de ellos.

Diámetro ecuatorial de frutos (cm): Éste se determinó con un vernier en diez frutos tomados al azar de la cosecha de cada tratamiento.

Vida de anaquel (días): Se colocaron diez frutos de cada tratamiento en bolsas de nylon transparente con diez perforaciones de 5 mm de diámetro, cada bolsa se fijó con una tira de estambre a la pared de una habitación a temperatura ambiente y se registró el tiempo hasta que los frutos empezaron a deshidratarse.

3.5 Análisis estadístico de las variables cuantificadas

Los datos obtenidos de las variables Producción, Altura de planta, Clorofilas totales, Concentración de sólidos solubles en jugo de frutos, pH del jugo de frutos, Diámetro de frutos, Firmeza de frutos, Área foliar y Peso seco, del arreglo dos factorial en diseño experimental completamente al azar, se analizaron en el paquete estadístico SAS y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey con $\alpha = 0.05$

3.6 Manejo del cultivo

Las prácticas agronómicas se efectuaron a lo largo del ciclo biológico del cultivo, se inició con la desinfección del invernadero a base detergente, y la aspersión de una mezcla de agua con Hipoclorito de sodio en techos, paredes y piso.

3.6.1 Preparación de los sustratos

Consistió en hacer mezclas en diferentes proporciones de suelo orgánico tomado del Huerto Ecológico Quetzalcoatl ubicado en el lote dos del campo San Ignacio de la Preparatoria Agrícola de la Universidad Autónoma Chapingo; humus de lombriz producido a partir de abono de borrego con la especie *Eisenia fetida* en el lugar antes mencionado, el cual fue cernido en arnero de un crímetro de abertura de malla y tezontle rojo fino proveniente de minas del área de influencia de Chapingo, dicho material se utilizó sin cernir. Una vez hecha las mezclas se tomaron muestras de un kilogramo por sustrato para el análisis nutrimental de éstos. Los sustratos fueron los siguientes: 1) 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz; 2) 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle y 3) 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle.

3.6.2 Siembra

Para todos los tratamientos la siembra fue directa colocando cuatro semillas por mata a una profundidad de un centímetro en los diferentes sustratos contenidos en bolsas de polietileno negro de diez kilogramos de capacidad previamente perforadas. Para favorecer la germinación y emergencia, el sustrato se mantuvo húmedo. Una vez emergidas las plántulas se hizo un aclareo dejando dos plantas por mata como se observa en las figuras 3 y 4.



Figuras 3 y 4. Siembra directa y emergencia de plántulas de jitomates silvestres y domesticados en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

3.6.3 Manejo fitosanitario

Para evitar la entrada de insectos se taparon todas las ventilas y puerta con tela organza. Durante la emergencia de plántulas se realizaron aplicaciones de manzanilla hervida al suelo para prevenir daños por hongos causantes del ahogamiento de plántulas (Damping off) y dientes de ajo en la base del tallo de las plantas para repeler insectos chupadores vectores de virus.

Diariamente se revisó el cultivo para detectar la presencia de insectos y hongos fitopatógenos en las plantas. Se instalaron entre los tratamientos charolas amarillas con agua y rectángulos de plástico amarillo con grasa para balero (marca SKF) en las paredes del invernadero (Figura 5) a una altura de un metro para disminuir poblaciones de mosquita blanca. Así mismo se realizaron cortes de hojas basales con huevecillos y ninfas de ésta.

3.6.4 Fertilización

Se realizaron aplicaciones de ácidos húmicos derivados de vermicomposta a los sustratos orgánicos cada ocho días. Al iniciar la floración se hicieron dos aplicaciones de éstos ácidos al follaje, en ambas, la concentración de ácidos húmicos fue diluida con agua.



Figura 5. Trampas amarillas para control de insectos chupadores en la producción de jitomates orgánicos en condiciones de invernadero.

3.6.5 Riego

Las plantas de jitomate se regaron diariamente, por la tarde y con agua de llave. Los riegos fueron constantes y medidos con una probeta hasta terminar el ciclo vegetativo. A partir de la emergencia de plántulas los riegos fueron de 250 ml por maceta por día para los tres sustratos hasta inicios de floración; en la fase de floración y llenado de fruto la cantidad fue de 1000 ml, 1250 ml y 1500 ml para los sustratos: 1) 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz; 2) 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle y 3) 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle.

Cuadro 2. Gasto de agua por planta y por mes de tres genotipos de jitomate en tres diferentes sustratos orgánicos producidos en condiciones de invernadero.

Mes	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Marzo	99.6	235.5	260.9	99.6	235.5	260.9	99.6	235.5	260.9
Abril	72.2	82.6	84.0	72.2	82.6	84.0	72.2	82.6	84.0
Mayo	187.0	198.4	208.2	187.0	198.4	208.2	187.0	198.4	208.2
Junio	81.7*	82.6	84.3	81.7	82.6	84.3	81.7	82.6	84.3
Total	440.5	599.1	637.4	440.5	599.1	637.4	440.5	599.1	637.4
X	0.5**	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7	0.5	0.6	0.7

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

* En este mes solo se cuantificaron siete días debido al fin del ciclo del cultivo

** Consumo de agua por planta por día

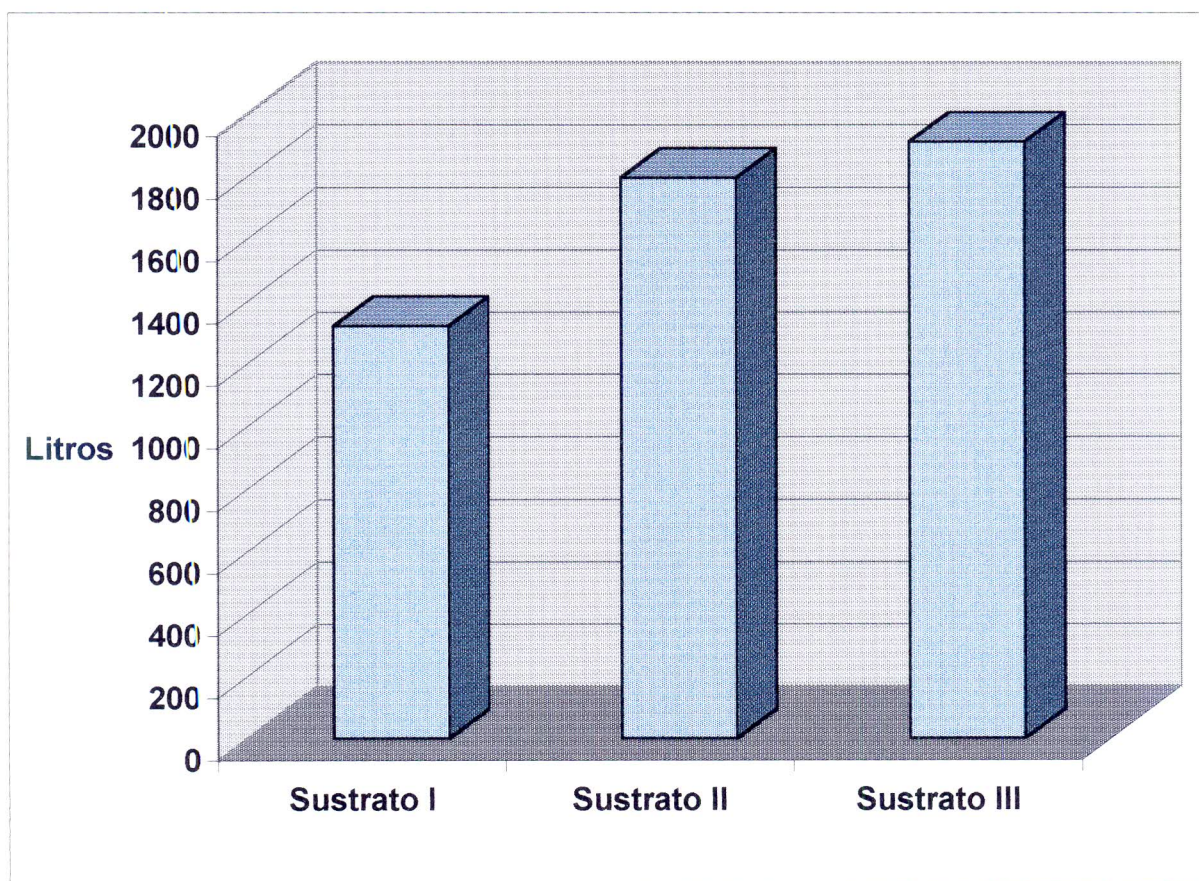


Figura 6. Consumo total de agua por planta de jitomate (silvestres y domesticados) cultivados en tres tipos de sustratos orgánicos 1) 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz; 2) 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle; 3) 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle, en condiciones de invernadero.

3.6.6 Tutorio

Con el objetivo de sostener los dos tallos seleccionados de cada planta fue necesario hacer un tendido de alambre en el techo del invernadero para poder tutorearlos con rafia (hilo tomatero) (Figura 8).

3.6.7 Podas

Cada planta fue conducida a dos tallos (Figura 8) y cada uno de éstos a cuatro racimos, por lo que fue necesario eliminar los brotes laterales y los ápices de cada tallo (Figura 7) para favorecer el desarrollo de los frutos en los tallos seleccionados, dicha actividad se hizo manualmente.

3.6.8 Cosecha

La cosecha se realizó manualmente conforme fueron madurando los frutos de cada planta (Figura 9), los cuales se pesaron en una balanza granataria y se colocaron por separado en bolsas de nylon transparente previamente perforadas y etiquetadas con los datos de cada tratamiento.



Figura 7. Tutoreo con hilo rafia a plantas de jitomate silvestres y domesticados para conducirlos a dos planta por mata y a dos tallos por planta en la producción de jitomates en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.



Figura 8. Conducción de plantas de jitomate a dos tallos producidas en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.



Figura 9. Maduración de frutos de jitomate silvestre “Chiapas” producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Días a emergencia

La emergencia de plántulas ocurrió a los diez días posteriores a la siembra en todos los tratamientos, similar al tiempo de emergencia de estos mismos genotipos observado en campo abierto (Ortega y Rodríguez, 2000).

En tanto que en la mayoría de los híbridos cultivados comercialmente lo hacen de tres a cinco días, esta diferencia entre genotipos silvestres con los híbridos puede deberse a varios factores como: La temperatura del sustrato, la latencia propia de las semillas silvestres o bien la presencia de algunas sustancias endógenas inhibitoras del desarrollo en el proceso de germinación e incluso problemas con la testa de la semilla.

Los días de emergencia de los híbridos puede ser importante si la siembra es directa, no así en transplante ya que la plántula toma unos días para recuperarse pues reciente el cambio de sustrato por el rompimiento de sus raíces a la hora de la extracción de la cavidad donde emergió y los días ganados en la emergencia se pierden en la recuperación de ésta.

La tardanza en la emergencia de los genotipos silvestres podría reducirse si se cubren las charolas con nylon transparente o negro, pero de no ser así, se podría adelantar la siembra para asegurar la producción en la época deseada, lo cual sugiere un estudio detallado de los factores responsables de este comportamiento.

4.2 Días a floración

La floración (Figuras 10 y 11), ocurrió a los 48 días posteriores a la siembra en el genotipo “Canica Comitán” y a los 50 días para los genotipos “Chiapas” y “Cherry red”, dicha fase duró 60 días.

Ortega y Rodríguez (2000) reportan que en condiciones de campo abierto la floración ocurre a los 55 días posteriores a la siembra

Dos días de diferencia en la floración entre el genotipo “Canica Comitán” y “Chiapas” y “Cherry red” posiblemente no represente menor precocidad en floración, pero en maduración y cosecha de frutos puede ser significativa.

4.3 Días a fructificación

La fructificación ocurrió a los 60 días posteriores a la siembra en todos los genotipos y duró 50 días. Ortega y Rodríguez (2000) indican que a campo abierto estos mismos genotipos tienen una duración de seis meses. Esto quiere decir que el ciclo del cultivo en invernadero se redujo considerablemente (tres meses y siete días), lo que significa ganancia en tiempo de cultivo, aspecto importante en la producción intensiva de esta especie cuando se trabaja en condiciones de invernadero, ya que implica hacer un uso más eficiente de la infraestructura.



Figuras 13 y 14: Floración de plantas de jitomates silvestres “Chiapas” y “Canica Comitán” 48 y 50 días después de la siembra respectivamente, producidas en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

4.4 Días a cosecha

La cosecha ocurrió a los 84 días después de la siembra en el genotipo “Canica Comitán” mientras que para los genotipos “Chiapas” y “Cherry red” ocurrió a los 91.

Tanto la floración, la fructificación y la maduración de frutos en algunos momentos se presentaron de manera simultánea. En forma esquemática se presenta la duración e inicio de los eventos de desarrollo para los genotipos “Chiapas” y “Cherry red”

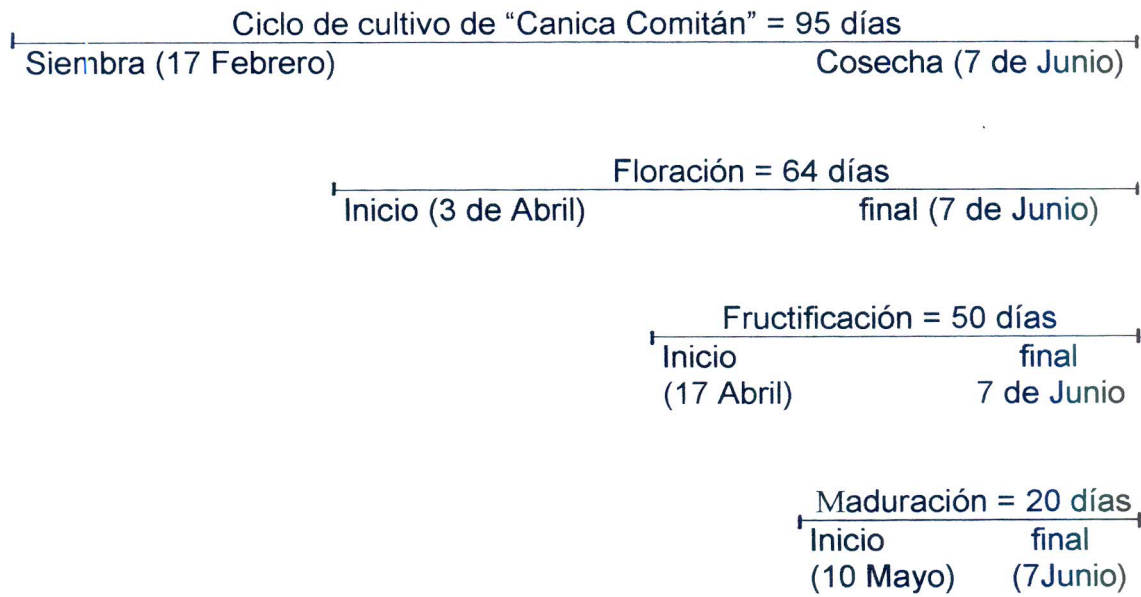
Ciclo de cultivo de “Chiapas” y “Cherry red” = 95 días
Siembra (17 Febrero) Cosecha 7 de Junio)

Floración = 62 días
Inicio (5 de Abril) final (7 de Junio)

Fructificación = 50 días
Inicio (17 Abril) final (7 de Junio)

Maduración = 19 días
Inicio 18 Mayo final (7 Junio)

También en forma esquemática se presenta la duración e inicio de los eventos de desarrollo para el genotipo “Canica Comitán”.



Pérez y Castro (1999) indican que el momento de la cosecha varía dependiendo del cultivar empleado; por ejemplo, el cultivar Tequila que es de tipo saladette y de crecimiento indeterminado requiere de 90 a 100 días para realizar el primer corte y dura dos meses produciendo, mientras que el T-13 que es indeterminado y tipo bola, requiere de 100 a 110 días para empezar a producir y dura 2.5 meses. Los tipos determinados como el Pike Ripe que es de tipo bola requiere de 80 a 90 días y dura un mes produciendo. Esto quiere decir que respecto a los híbridos, los genotipos silvestres presentan ventaja en cuanto a tiempo se refiere, ya que pensando en optimizar espacio y tiempo, mientras en un año se obtienen dos cosechas de los primeros y tres de los silvestres. Aunque en rendimiento la diferencia es notoria por el tamaño de frutos. No obstante, en algo se compensaría con los precios que están adquiriendo los productos orgánicos.

4.5 Altura de plantas

Al final del ciclo del cultivo la mayor altura la obtuvo el genotipo “Chiapas” con promedio de 103 cm y la menor el genotipo “Canica Comitán” con promedio de 85 cm.

El genotipo Chiapas en el sustrato tres logró la mayor altura con promedio de 106 cm, cuya composición fue 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle (Figura 12), y la menor el genotipo “Canica Comitán” con el sustrato 1 cuya composición fue 80 % de suelo orgánico y 20 % de humus de lombriz.

Ortega y Rodríguez (2000) reportan para los genotipos “Chiapas” y “Canica Comitán” en condiciones de campo abierto una altura de 150 cm y 140 cm, respectivamente. En la Figura 12 se observa que el genotipo “Canica Comitán” es el de menor altura de los tres que se estudiaron, independientemente del sustrato en que se cultivó. Es decir, que puede existir un efecto genotípico manifestado a través del fenotipo (altura de planta) que hace a “Canica Comitán” diferenciarse de los otros dos, una menor altura de planta tal vez tenga importancia en la cantidad de plantas que puedan establecerse en invernadero. Es decir, quizá pueda manejarse mayor densidad de población con este genotipo, aunque con lo observado a campo abierto se supone que la baja altura de éste se debe más bien a lo reducido del sustrato, a las podas y al tutoreo practicado en el manejo en invernadero.

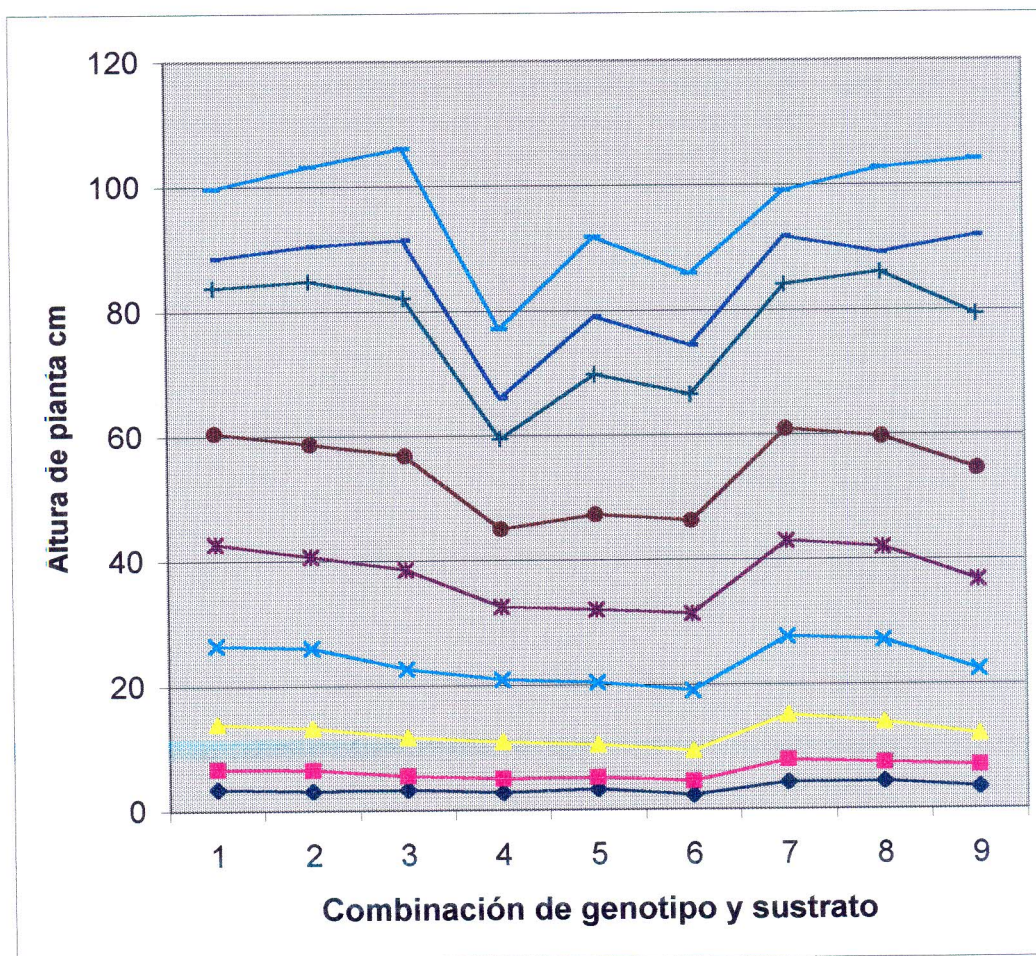


Figura 12. Crecimiento semanal en plantas de dos genotipos de jitomate silvestres "Chiapas" y "Canica Comitán" y uno domesticado "Cherry red" en tres tipos de sustratos orgánicos: 1) 80 % suelo orgánico + 20 % humus de lombriz; 2) 40 % suelo orgánico + 20 % humus de lombriz + 40 % tezontle; 3) 10 % suelo orgánico + 20 % humus de lombriz + 70 % tezontle en condiciones de invernadero, los tratamientos generados fueron: 1 = "Chiapas" y Sustrato 1; 2 = "Chiapas" y Sustrato 2; 3 = "Chiapas" y Sustrato 3; 4 = "Canica Comitán" y Sustrato 1; 5 = "Canica Comitán" y Sustrato 2; 6 = "Canica Comitán" y Sustrato 3; 7 = "Cherry red" y Sustrato 1; 8 = "Cherry red" y Sustrato 2; 9 = "Cherry red" y Sustrato 3.

4.6 Ganancia de altura del tallo por día

La mayor ganancia de altura en todos los genotipos de jitomate se registró entre la sexta y séptima semana, pero el “Chiapas” logró la mayor ganancia con un promedio de 3.6 cm por día y la menor se registró en el genotipo “Canica Comitán” con 2.7 cm por día (Cuadro 3), este incremento se registró en la fase de floración a fructificación.

La combinación entre genotipo “Cherry red” y sustrato dos con 40 % suelo orgánico + 20 % humus de lombriz + 40 % tezontle, presentó el valor más alto con 3.77 cm por día y la menor ganancia con el genotipo “Canica Comitán” en el sustrato 1 cuya composición fue 80 % suelo orgánico + 20 % humus de lombriz.

El genotipo con mayor ganancia fue el “Cherry red” en el sustrato con 40 % suelo orgánico + 20 % humus de lombriz + 40 % tezontle con 3.77 cm por día, aunque el que alcanzó la mayor altura final con 103 cm en promedio fue el genotipo “Chiapas”. Esto implica que la mayor ganancia por día en crecimiento de tallo no se manifestó en mayor altura de planta, ni en mayor producción (Cuadro 3). Es decir, que muchas de éstas características no están fuertemente relacionadas con la capacidad de estos genotipos de almacenar fotoasimilados en el órgano de interés antropocéntrico que son los frutos.

Cuadro 3. Ganancia en altura del tallo por día en plantas de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

	“Chiapas” Ψ			“Canica Comitán” λ			“Charry” ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
Semana	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0.5 *	0.44	0.47	0.40	0.47	0.33	0.61	0.63	0.50
2	0.46	0.49	0.31	0.31	0.27	0.31	0.51	0.43	0.49
3	1.03	0.96	0.89	0.84	0.74	0.70	1.03	0.93	0.71
4	1.80	1.84	1.57	1.43	1.43	1.37	1.80	1.89	1.49
5	2.31	2.09	2.27	1.67	1.67	1.77	2.19	2.13	2.06
6	2.54	2.57	2.61	1.77	2.17	2.13	2.56	2.53	2.56
7	3.33	3.73	3.60	2.07	3.21	2.89	3.31	3.77	3.53
8	0.67	0.81	1.33	0.93	1.31	1.13	1.10	0.44	1.80
9	1.60	1.81	2.09	1.59	1.83	1.64	1.04	1.93	1.74

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

* Ganancia en altura del tallo en centímetros por día en plantas de jitomate

4.7 Área foliar

El genotipo Chiapas presentó el promedio de área foliar más alto con 253 cm^2 y el menor lo presentó el genotipo “Canica Comitán” con 126 cm^2 , lo que representa el 49.6 % respecto al primero.

La combinación del genotipo ‘Chiapas’ con el sustrato tres registró el mayor promedio de área foliar con 332.44 cm^2 y la menor con 120.84 cm^2 se registró en la combinación del genotipo ‘Canica Comitán’ con el sustrato tres cuya composición es 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle (Cuadro 4).

De acuerdo con estos resultados, el genotipo “Chiapas” es el de mayor área foliar independientemente de la combinación de sustrato en que se cultivó. Este genotipo también fue el de mayor rendimiento por planta, lo cual sugiere una relación positiva entre área foliar y acumulación de fotoasimilados en frutos, es decir, “Chiapas” es un genotipo que captó y transformó mayor energía solar a través de fotosíntesis que le permitió la generación de una mayor cantidad de azúcares en las hojas que a su vez fueron translocados a los frutos en mayor cantidad que los demás genotipos.

De acuerdo con Escalante (1993), el área foliar se utiliza para comparar la magnitud de la maquinaria fotosintética, la cual se considera como la principal fuente de fotosintatos para satisfacer la demanda ejercida por los órganos vegetativos y reproductivos en crecimiento.

Cuadro 4. Área foliar en plantas de jitomates producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Rep.	“Chiapas” Ψ			“Canica Comitán” λ			“Charry” ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	217*	215	323	130	129	116	171	211	169
2	216	217	334	128	131	119	169	217	173
3	211	214	334	132	129	123	173	216	171
4	213	221	332	129	126	120	170	211	171
5	203	217	340	135	123	127	170	216	174
X	212b	217b	332a	131d	127ed	121e	171c	214b	172c

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

* Área foliar en centímetros cuadrados

4.8 **Peso seco**

El genotipo “Chiapas” presentó el valor más alto de peso seco con promedio de 0.60 g, mientras que el menor promedio lo obtuvo el genotipo “Canica Comitán” con 0.35 g.

Los genotipos “Chiapas” y “Cherry red” presentaron los valores más altos de peso seco con 0.64 g en el sustrato dos cuya composición fue 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle, mientras que el menor promedio lo obtuvo el genotipo “Canica Comitán” con 0.34 g (Cuadro 5), en el sustrato tres cuya composición es 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle.

De acuerdo a estos resultados, el genotipo “Chiapas” es el de mayor promedio de peso seco y área foliar independientemente de la combinación de sustrato en que se cultivó, y el “Canica Comitán” fue el que presentó el menor promedio en ambas variables evaluadas independientemente del sustrato en el que se desarrolló. Además, el genotipo “Chiapas” fue el de mayor rendimiento por planta, lo cual sugiere una relación positiva entre área

área foliar, peso seco y acumulación de fotoasimilados en frutos, es decir, “Chiapas” es un genotipo que captó y transformó mayor energía solar a través de fotosíntesis que le permitió la generación de una mayor cantidad de azúcares en las hojas que se manifiesta con mayor peso por centímetro cuadrado, y a su vez estos azúcares fueron translocados a los frutos en mayor cantidad que los demás genotipos. Una parte de éstos fotosintatos se utilizan para la respiración, fotorrespiración, y el resto, que representa la fotosíntesis neta, queda como materia seca (Kojashi-Shibata, 1996).

Cuadro 5. Peso seco de la cuarta hoja apical de plantas de jitomates silvestres y domesticadas producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

Rep.	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0.59 *	0.61	0.51	0.35	0.36	0.35	0.45	0.59	0.45
2	0.53	0.67	0.57	0.32	0.37	0.27	0.47	0.68	0.44
3	0.68	0.59	0.59	0.48	0.28	0.39	0.44	0.65	0.55
4	0.57	0.69	0.52	0.39	0.30	0.34	0.46	0.64	0.60
5	0.73	0.64	0.51	0.36	0.39	0.35	0.48	0.64	0.36
X	0.62ba	0.64a	0.54bc	0.38de	0.34e	0.34e	0.46dc	0.64a	0.48dc

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

* Peso seco en gramos

4.9 Peso específico

El genotipo “Canica Comitán” registró el mayor promedio en peso específico con ($358 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$) y el menor lo presentó el “Chiapas” con ($344 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$).

La combinación del genotipo “Canica” y sustrato dos cuya composición fue 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle, presentó el valor más alto de peso específico con ($375 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$) y el menor promedio lo obtuvo el genotipo “Chiapas” con ($339 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-2}$) también en el sustrato dos (Cuadro 6).

Los resultados del (Cuadro 4 y 5) muestran al genotipo “Canica Comitán” con menor promedio en área foliar y peso seco. Sin embargo, produce mayor peso específico (Cuadro 6), lo que significa que tiene más biomasa por centímetro cuadrado que incide en mayor acumulación de fotosíntatos por unidad de área.

De acuerdo a estos resultados, el genotipo “Canica Comitán” es el de menor área foliar, menor peso seco pero el de mayor peso específico independientemente del sustrato en que se cultivó. Este genotipo también

fue el de menor rendimiento por planta, lo cual sugiere una relación negativa entre área foliar, peso seco y peso específico. Es decir, “Chiapas” es un genotipo que captó y transformó mayor energía solar a través de fotosíntesis que le permitió la generación de una mayor cantidad de azúcares en las hojas que a su vez fueron translocados a los frutos en mayor cantidad que el “Canica Comitán” a pesar de la capacidad que tienen sus hojas para producir fotosintatos con menor área foliar, sin embargo, esto también sugiere que este genotipo responde mejor a condiciones de campo abierto (Ortega y Rodríguez, 2000), sin podas ni tutoreo, ya que en esas condiciones si corresponden la capacidad fotosintética con el rendimiento, pues el diámetro de frutos es mayor que en invernadero, lo que puede hacer suponer también que el manejo en maceta no es la adecuada.

Cuadro 6. Peso específico de la cuarta hoja apical de plantas de genotipos de jitomates silvestres y domesticados, producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

	“Chiapas” Ψ			“Canica Comitán” λ			“Charry” ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
Var.	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Á. F.	1060	1084	1226	654	637	604	853	1072	858
P. S.	3.1	3.2	3.5	1.9	1.7	1.7	2.3	3.2	2.4
P. E.	342 *	339	350	344	375	355	371	335	357
X		344			358			354	

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

Var = Variable evaluada

A. F. = Área foliar; P. S. = Peso seco; P. E. = Peso específico

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

* Peso específico en ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-2}$)

4.10 Contenido de clorofilas totales en día nublado y despejado

El genotipo “Cherry red” fue el que presentó los promedios más altos en contenido de clorofilas en día nublado y despejado con 85.7 % y 86.7 respectivamente, en base al máximo valor obtenido y el menor contenido 82.3 % se registró en genotipo “Canica Comitán” (Cuadros 7 y 8).

El genotipo “Cherry red” en el sustrato dos cuya composición fue de 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle, presentó el mayor promedio 87.2 % y el menor porcentaje 80.8 se registró en la combinación del “Canica Comitán” y el sustrato uno cuya composición fue de 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz, en contenido de clorofilas totales en día nublado .

El genotipo “Cherry red” en el sustrato tres cuya composición fue de 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle, presentó el mayor promedio en contenido de clorofilas con 87.4 % y el menor 80.7 % lo presentó el “Canica Comitán” también en el sustrato tres.

Con base en los resultados presentados en los Cuadros 7 y 8 el contenido de clorofilas no presenta diferencias marcadas en día nublado y despejado ni respecto a los sustratos en que fueron cultivados, con lo cual podemos intuir que no hubo cambios bruscos dentro del invernadero en cuanto a temperatura, esto se debe a la media sombra que se instaló. Pero, si pudo haber afectado la cantidad de radiación solar pues dentro del mismo invernadero se tuvieron diferencias marcadas en la cantidad de dicha radiación por efecto del sombreado (Figuras 1b y 2b).

Contenido de clorofilas totales en plantas de jitomates silvestres y domesticados, producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero, en día nublado.

Rep.	“Chiapas” Ψ			“Canica Comitán” λ			“Charry” ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	89.8*	82.2	78.6	72.9	74.4	78.4	79.3	92.4	88.1
2	91.0	87.4	85.5	73.4	81.0	86.0	95.2	82.4	91.0
3	78.3	79.8	83.6	84.1	80.5	92.4	91.0	85.0	73.6
4	78.1	80.8	79.3	79.8	77.7	84.1	86.7	90.5	82.7
5	75.3	93.3	78.2	83.1	91.7	93.6	83.1	88.4	76.7
6	66.0	76.7	73.9	75.1	89.8	81.0	92.0	100.0	81.0
7	90.3	90.7	54.4	73.9	78.9	79.3	79.3	80.8	75.1
8	85.0	89.1	79.6	92.2	96.7	74.8	95.5	89.8	91.5
9	93.3	90.5	96.9	83.9	81.5	74.8	85.5	89.6	84.8
10	84.1	86.9	85.8	91.2	84.8	83.1	83.6	73.2	87.0
$\bar{x}$	83.6a	85.1a	84.3a	80.8a	83.6a	82.7a	87.0a	87.2a	83.1a

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Rep = Repetición

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Cherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

* Contenido de clorofilas (%)

Cuadro 8. Contenido de clorofilas totales en plantas de jitomate silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero, en día despejado.

Rep.	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	90.5*	85.0	83.1	66.9	75.7	72.7	83.6	88.6	85.3
2	93.6	86.7	86.2	81.2	74.8	89.8	92.6	85.9	93.8
3	73.6	90.5	85.3	90.3	85.5	87.8	88.4	83.1	69.1
4	79.6	78.1	84.3	78.1	80.9	83.1	90.0	80.5	81.5
5	77.9	93.8	77.2	82.9	95.0	91.4	90.9	80.5	90.5
6	62.9	83.8	75.5	77.9	90.5	75.1	94.1	92.8	76.5
7	80.5	92.9	83.8	77.2	83.6	81.2	76.7	91.9	100.0
8	82.9	85.7	76.0	89.3	92.4	76.2	95.7	90.0	98.8
9	87.8	93.3	93.8	80.7	81.2	68.6	88.6	94.0	88.8
10	82.9	88.6	83.6	92.4	83.8	81.5	75.1	69.6	87.2
$\bar{x}$	81.2a	87.6a	82.9a	81.7a	84.3a	80.7a	87.4a	85.5a	87.2a

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Rep = Repetición

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Cherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

* Contenido de clorofilas (%)

4.11 Producción

El genotipo “Chiapas” presentó el mayor promedio de producción con 438 g por mata mientras que el menor promedio lo obtuvo el genotipo “Canica Comitán” con 88 g por mata (Cuadro 9).

La combinación entre el sustrato 1 cuya mezcla fue de 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz y el genotipo Chiapas registró el mayor promedio de producción de jitomate por planta con 482.65 g. Por el contrario el promedio menor lo tuvo el genotipo “Canica Comitán” con 76.04 g en el sustrato 3 cuya mezcla contenía 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle (Cuadro 9).

La baja producción de “Canica Comitán” se explica por la inadaptabilidad de éste genotipo al manejo en maceta que limita el desarrollo y área de exploración de la raíz, también se vió afectado por las podas de ramas y el tutoreo.

Este resultado contrasta con la respuesta obtenida a campo abierto (Ortega y rodríguez, 2000), donde tiene un crecimiento libre (sin podas y sin tutoreo) y la producción fue de 3.2 kg/mata con altura de 140 cm, lo que

sugiere que este genotipo debe manejarse con otro sistema dentro del invernadero, de tal forma que maximice su expresión en producción por planta, una alternativa sería no podar las ramas y que la planta se desarrolle en el suelo para no limitar a las raíces.

En el cuadro 9 también se observa que independientemente del genotipo, el sustrato que contiene mayor porcentaje de suelo orgánico tuvo mayor producción, lo cual está asociado con una mayor disponibilidad de nutrimentos (Cuadro 2a) e incluso una mayor retención de humedad (Cuadro 4a).

Además, los sustratos con mayor porcentaje de humedad están asociados a cambios menos bruscos en el contenido de dicha humedad, lo que se tradujo en un crecimiento de frutos sin interrupción. Es decir, que la acumulación de materia seca a frutos seguramente se llevó a cabo con un comportamiento típico sigmoide, en tanto que en el sustrato con mayor contenido de tezontle (70 %) este comportamiento se vió afectado por cambios más bruscos en el contenido de humedad y posiblemente hizo mas lenta la acumulación de fotoasimilados al fruto, de tal forma que los frutos fueron pequeños. Aunque, también es cierto que el tamaño de frutos puede ser una característica de genotipo, ya que tanto en campo como en invernadero el “Canica Comitán” mantiene su diámetro no así el genotipo “Chiapas” quien incrementó su diámetro de 2.8 cm a 3.1 cm.

Cuadro 9. Producción por mata de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

Rep.	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	474 *	567	427	90	96	71	426	372	341
2	511	481	243	96	105	69	413	421	306
3	422	397	385	82	99	75	462	382	267
4	395	425	492	86	99	83	428	355	387
5	488	502	514	88	101	56	433	325	233
6	511	470	328	82	98	88	391	433	326
7	481	390	380	91	125	71	451	405	289
8	389	386	414	84	102	70	381	327	291
9	568	490	263	91	100	72	424	304	361
10	588	325	448	100	89	105	366	323	309
$\bar{x}$	483a	443ba	389bc	89d	101d	76d	417ba	365bc	311c

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

Rep = Repetición

* producción en gramos por mata de jitomates

4.12 Calidad de fruto

4.12.1 (pH)

Los genotipos “Canica Comitán” y “Cherry red” presentaron el promedio más alto de pH con 4.7 y el menor con 4.56 lo presentó “Chiapas”.

El valor más alto en pH (5.07) lo obtuvo el genotipo Canica Comitán en el sustrato uno cuya composición fue de 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz. El rango de pH para todos los frutos de jitomate fue de 4.56 a 5.07, existiendo una tendencia hacia la acidez como una característica de la especie.

Los resultados (Cuadro 10) nos muestran que el pH en el jugo de fruto tiende hacia la acidez no importando el sustrato en el que se desarrollaron las plantas, pero si las condiciones en que se dio este desarrollo, ya que según lo observado en campo abierto por Ortega y Rodríguez, (2000) el sabor que presentaron los frutos fue más dulce que los producidos en invernadero, esto se debe a que la concentración de sólidos solubles son más altos a campo abierto. Posiblemente la cantidad de radiación solar es la responsable, ya que en el invernadero se pierde gran cantidad de ésta por la presencia del techo de vidrio (50 %) y por otro lado, la sombra que se instaló para reducir la temperatura (18 %).

Cuadro 10. pH del jugo de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

Rep.	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	4.60 *	4.69	4.63	5.07	4.51	4.48	4.70	4.57	4.77
2	4.50	4.70	4.76	5.10	4.80	4.52	4.45	4.68	4.64
3	4.61	4.51	4.72	5.16	4.55	4.55	4.64	4.83	4.88
4	4.56	4.50	4.74	5.06	4.56	4.82	4.64	4.56	4.78
5	4.54	4.66	4.89	4.97	4.62	4.45	4.61	4.70	4.75
X	4.56b	4.61b	4.74b	5.07a	4.60b	4.56b	4.60b	4.66b	4.76b

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % tezontle

Rep = Repetición

* pH por tratamientos

4.12.2 Firmeza

El genotipo “Canica Comitán” presentó el promedio más alto con 0.64 kg . Fuerza, mientras que el menor promedio lo presentó el genotipo “Chiapas” con 0.60 kg . Fuerza (Cuadro 11).

El genotipo “Canica Comitán” con el sustrato tres cuya composición fue 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle presentó el mayor promedio con 0.70 kg . Fuerza y el menor promedio (0.52 kg.Fuerza) se presentó en el genotipo “Chiapas” con el sustrato 1, cuya composición fue de 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

Dentro de la calidad de fruto la firmeza de éste es importante, ya que además de participar en la vida de anaquel y en el mecanismo de defensa contra insectos y enfermedades, es necesaria en la resistencia al manejo y transporte Ortega y Rodríguez, (2000). Esto implica que el genotipo “Canica Comitán” es más resistente que los demás genotipos y según lo observado en campo abierto por dichos autores, fue el que presentó mayor resistencia al daño por granizos y no presento daños causados por hongos. Esto quiere decir que si se piensa hacer mejoramiento genético, este material sería el más indicado.

Cuadro 11. Firmeza de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

Rep.	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	0.61 *	0.62	0.53	0.55	0.64	0.54	0.54	0.62	0.55
2	0.56	0.70	0.56	0.79	0.70	0.88	0.60	0.49	0.79
3	0.54	0.59	0.77	0.56	0.42	0.68	0.49	0.67	0.56
4	0.45	0.73	0.43	0.40	0.80	0.58	0.45	0.62	0.40
5	0.44	0.72	0.78	0.53	0.76	0.82	0.59	0.62	0.53
X	0.52a	0.67 ^a	0.61a	0.57a	0.66 ^a	0.70a	0.53a	0.60a	0.57a

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

Rep = Repetición

* Firmeza en kilogramos fuerza por tratamiento

4.12.3 Concentración de sólidos solubles (° Brix)

El genotipo “Cherry red” presentó el valor más alto 6.5 °Brix en concentración de sólidos solubles y el menor promedio 4.8 °Brix lo presentó el genotipo “Canica Comitán”.

Los genotipos “Chiapas” y “Cherry red” presentaron el promedio más alto con 7.2 °Brix en concentración de sólidos solubles en el sustrato tres, cuya composición fue de 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle y el menor promedio (4.4 ° Brix) lo presentó el genotipo “Canica Comitán” en el sustrato 1 cuya composición fue 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

La tendencia en todos los genotipos fue a presentar los mayores promedios en concentración de sólidos solubles en el sustrato número tres y los menores se registraron en el sustrato uno (Cuadro 12). Esto indica que el sustrato en el que se llevó a cabo el desarrollo del cultivo tiene influencia en la determinación de la concentración de sólidos solubles.

Los promedios en concentración de sólidos solubles en condiciones de campo abierto son diferentes que en condiciones de invernadero, así por ejemplo, para el genotipo “Canica Comitán” se reporta un promedio de 7.5 ° Brix, mientras que en invernadero el promedio es de 4.9 °Brix; para el genotipo “Chiapas” se reporta un promedio de 9.0 ° Brix a campo abierto (Ortega y Rodríguez, 2000), en tanto que el obtenido en invernadero fue de 6.3 °Brix. Las diferencias entre genotipos “Chiapas” y “Cherry red” tal vez se deba a que captaron mayor cantidad de energía solar a través de la fotosíntesis que les permitió la generación de mayor cantidad de azúcares en las hojas que a su vez fueron translocados a los frutos.

Cuadro 12. Concentración de sólidos solubles en jugo de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

Rep.	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	6 *	7	8	5	5	5	7	5	8
2	5	5	7	4	5	5	7	6	9
3	5	6	7	5	6	5	5	8	8
4	6	5	6	4	4	5	4	6	5
5	6	7	8	4	5	6	7	7	6
X	5.6ba	6.0ba	7.2a	4.4b	5.0b	5.2ba	6.0ba	6.4ba	7.2a

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

Rep = Repetición

* Concentración de sólidos solubles en °Brix

4.12.4 Diámetro de fruto

El genotipo “Chiapas” presentó el promedio más alto con 3.1 cm. Aunque estadísticamente es igual a “Cherry red”. El promedio menor fue 2.2 cm y lo registró el genotipo “Canica Comitán”.

El genotipo “Chiapas” obtuvo el valor más alto en diámetro (3.4 cm) con sustrato 1 compuesto por 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz. (Cuadro 13) y el promedio menor (2.1 cm) lo presentó el genotipo “Canica Comitán” con el sustrato 2 cuya composición fue de 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle.

Ortega y Rodríguez (2000) reportan que el promedio de 2.2 cm de diámetro de fruto del genotipo “Canica Comitán” obtenido en campo abierto es similar al obtenido en invernadero, mientras que el genotipo “Chiapas” mostró un incremento de 2.8 cm observados en condiciones de campo abierto a 3.1 cm obtenidos en invernadero. Esto implica que el genotipo Chiapas es mas eficiente para fotosintetisar en condiciones de media sombra, característica de las plantas C3 y en cuanto a rendimiento en la producción intensiva es importante la relación que guarda con el diámetro del fruto.

Cuadro 13. Diámetro de frutos de jitomates silvestres y domesticados producidos en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

Rep.	"Chiapas" Ψ			"Canica Comitán" λ			"Charry" ϕ		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	3.8 *	3.3	3.3	3.1	2.1	2.2	3.5	2.5	3.5
2	3.1	3.1	3.1	2.0	2.0	2.5	3.6	3.2	3.4
3	3.4	3.2	2.9	2.0	2.2	2.8	2.9	3.5	2.7
4	3.6	3.1	3.2	2.2	2.0	2.2	3.4	3.1	3.3
5	3.4	2.5	3.4	2.0	2.2	1.7	3.5	2.5	3.0
6	3.4	3.1	3.0	2.5	2.0	2.0	3.2	2.4	2.2
7	3.0	3.6	2.1	2.4	1.9	2.4	2.8	3.6	3.0
8	2.9	2.8	2.1	2.4	2.4	2.4	3.5	3.2	3.4
9	3.7	3.2	3.2	2.8	1.9	2.1	3.2	3.0	2.0
10	3.3	2.5	2.8	2.2	2.1	2.7	2.9	2.9	3.6
$\bar{x}$	3.4a	3.0a	2.9a	2.4b	2.1b	2.3b	3.2a	3.0a	3.0a

Medias con igual letra son estadísticamente iguales (Tukey, $p=0.05$).

Ψ = Genotipo Chiapas, λ = Genotipo Canica Comitán, ϕ = Genotipo Gherry red

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

III = Sustrato 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

Rep = Repetición

* Diámetro de frutos en centímetros

4.12.5 Vida de anaquel

La vida de anaquel para los tres genotipos fue de 40 días en condiciones de temperatura ambiente, durante los cuales los frutos no presentaron pudrición, manifestando únicamente deshidratación, esto se debe a la relación que existe entre la firmeza del fruto y la durabilidad de éste.

Pérez y Castro (1999) indican que los materiales de larga vida de anaquel como el Tequila, Gabriela, Daniela y T-13 tienen la ventaja de que mantienen su firmeza, sin sufrir daños a temperatura ambiente, durante tres o cuatro semanas después de la cosecha y por eso se justifica su uso para un mercado de larga distancia. Esto implica que los genotipos silvestres cultivados en invernadero presentan características adecuadas para poder competir con los jitomates comerciales.

4.13 Comparación de medias

Cuadro 14. Comparación de medias con la prueba de Tukey para cada variables evaluada en plantas de jitomate producidas en sustratos orgánicos en condiciones de invernadero.

Variable	"Chiapas"			"Canica Comitán"			"Cherry red"		
	Sustratos			Sustratos			Sustratos		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Producción (g)	482.65 a	443.24 ba	389.40 bc	89.40 d	101.42 d	76.04 d	417.40 ba	364.67 bc	311.05 c
Altura (cm)	99.70 ba	103.20 a	106.00 a	77.10 d	91.80 bc	85.90 dc	99.10 ba	102.70 ba	104.10 a
Concentración de sólidos solubles (° Brix)	5.60 ba	6.00 ba	7.20 a	4.40 b	5.00 b	5.20 ba	6.00 ba	6.40 ba	7.20 a
PH	4.562 b	4.612 b	4.748 b	5.072 a	4.608 b	4.564 b	4.608 b	4.668 b	4.764 b
Área foliar (cm ²)	212.06 b	216.82 b	332.44 a	130.80 d	127.46 ed	120.84 e	170.56 c	214.32 b	171.58 c
Peso seco (g)	0.62 ba	0.64 a	0.54 bc	0.38 de	0.34 e	0.34 e	0.46 dc	0.64 a	0.48 dc
Peso específico (g · cm ⁻²)	342	339	350	344	375	355	371	335	357
Firmeza de frutos (kg · Fuerza)	0.520 a	0.672 a	0.614 a	0.566 a	0.664 a	0.534 a	0.534 a	0.604 a	0.566 a
Diámetro de frutos (cm)	3.36 a	3.04 a	2.91 a	2.36 b	2.08 b	2.30 b	3.25 a	2.99 a	3.01 a
Clorofilas totales día nublado	35.21 a	36.10 a	33.50 a	34.08 a	35.23 a	34.84 a	36.68 a	36.71 a	35.02 a
Clorofilas totales día despejado	34.20 a	36.99 a	34.90 a	34.40 a	35.52 a	34.00 a	36.87 a	36.09 a	36.69 a

Medias con igual letra dentro de la misma variable son estadísticamente iguales (Tukey, $p=\alpha 0.05$).

V. CONCLUSIONES

Todos los genotipos de jitomates silvestres y domesticados se desarrollaron favorablemente en los sustratos orgánicos, presentando diferencias estadísticamente significativas en la mayoría de las variables evaluadas.

La mayor producción independiente del genotipo se obtuvo en el sustrato cuya composición fue 80 % de suelo orgánico y 20 % de humus de lombriz.

El genotipo de jitomate silvestre "Chiapas" generó la mayor producción (482.65 gramos por planta) y los valores mas altos en diámetro de fruto.

La mayor concentración de sólidos solubles la presentaron los genotipos "Chiapas" y "Cherry red" con promedio de 7.2 °Brix en el sustrato cuya composición fue 10 % de suelo orgánico, 20 % de humus de lombriz y 70 % de tezontle.

Los tres genotipos estudiados de jitomates presentaron sabor agridulce, cuyos valores de pH fluctúan entre 4.56 a 5.07.

Todos los genotipos estudiados presentaron larga vida de anaquel, ya que permanecieron con características comerciales aceptables durante 40 días después de la cosecha.

La producción y manejo de genotipos de jitomates silvestres y domesticados en sustratos orgánicos, en condiciones de invernadero y utilizando técnicas de Agricultura Orgánica es una alternativa viable en la producción intensiva de jitomate en invernadero.

VI. LITERATURA CITADA

- Añasco Bolaños, A., 1996.** La lombriz de la tierra. Corporación Educativa para el Desarrollo Costarricense. Costa Rica. 1 – 9 pp.
- Capistrán, F., E. Aranda, y J.C. Romero. 2001.** Manual de Reciclaje, compostaje y lombricompostaje. 151 pp. 1ª ed. 1ª reimp. Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Ver. México. 80 – 86 pp.
- Carrillo, E. P. 2000.** Huerto ecológico: Una alternativa viable hacia el desarrollo sustentable. Resultados y Avances de investigación en agricultura sustentable. Juan Carlos Guzmán Salas, Ma. Virginia Gonzáles Santiago y Rosa Ma. Rodríguez Cortés (Eds.). Chapingo, México. 111 pp.
- Claverán, A. R. 1996.** Perspectivas de la investigación para la producción orgánica. *In: Agricultura Orgánica: Producción de México hacia el mundo.* Zapata Altamirano R. J. Calderón Arozqueta R. (eds.). Colima, Colima. 7 y 8 de Noviembre 1996. Ed. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco. 1 – 3 pp.
- Colunga G. M., P. Hernández X. E. Castillo M. A. 1986.** Variación morfológica, manejo agrícola tradicional y grado de domesticación de *Opuntia spp.* en el Bajío Guanajuatense. Agrociencia 65: 8-10.

- Gómez C., M. A.; R. Schwentesius R. y A. Merino S. 1992.** El consumo de hortalizas en México. Reporte de investigación No. 7. Ed. CIESTAAM, UACH. Chapingo, México. 37 p.
- Gómez Tovar, L. 1996.** La agricultura orgánica de México: una posición viable para los agricultores de escasos recursos. Departamento de Agroecología de la Universidad Autónoma Chapingo. 237 p.
- Guenkov, G. 1980.** Fundamentos de la horticultura cubana. 1ª reimpresión. Ed. Pueblo y Educación. La Habana, Cuba. 308 p.
- Harlan, J. R. 1970.** Evolution of cultivated plants. En: O.H. Frankel y Bennet (eds.). Genetic resources in plants, their exploration and conservation. Blackwell Scientific Publishers. Oxford.
- Hanan, J. J., W. D. Holley and K. L. Goldsberry. 1978.** Greenhouse Management. New York: Springer-Verlag. Berlin Heidelberg. USA.
- Hernández A., L. 1978.** "Importancia de los recursos genéticos" (In) Recursos genéticos disponibles a México. Cervantes Santana T. (ed.). Chapingo, México. Ed. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. pp. 117.
- Hernández X., E. 1985.** "Apuntes de una clase de Botánica Económica" In: Geografía Agrícola. Volumen 1:pp 22.
- INIFAF. (1999).** Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Forestal. Manual para Organopónicos y Huertos Intensivos. Serie 1: Horticultura. Ministerio de la Agricultura. La Habana, Cuba. 7 – 13 pp.

- Kojashi-Shibata, J. 1996.** Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su relación con el rendimiento. Colegio de postgraduados. Montecillo, Estado de México. pp 22.
- Noguera, P. 1997.** Physical and chemical properties of coir waste and their relation to plant growth. Acta Horticulturae. ISHS.
- Montes, M., J. 1978.** Estrategias para la conservación de los recursos genéticos (In) Recursos genéticos disponibles a México. Cervantes Santana T. (ed.). Chapingo, México. 12 de Mayo de 1978. Ed. Sociedad Mexicana de Fitogenética A.C. pp. 29 – 31.
- Ortega V. C. M. y Rodríguez O. A. 2000.** Caracterización agronómica de genotipos de jitomate silvestre (*Lycopersicon* spp) en agricultura orgánica, Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. 37 – 65 pp.
- Ortíz V. B. y ORTIZ S. C. A. 1990.** Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 23 – 120.
- Pérez G., M y R. Castro B. 1999.** Guía para la producción intensiva de jitomate en invernadero. Boletín de divulgación #3. Programa universitario de investigación y servicio en olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. 58 p.

- Restrepo, R. J. 1998.** In Primer curso taller de capacitación en desarrollo sostenible: Agricultura Orgánica. García Pineda M. Carrillo Eligio P. Velásquez Días S. Gonzalez Santarrosa G. (comps). Chapingo, Mayo de 1998. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp 120.
- Romo G. J. R. Y Arteaga R. R. 1983.** Meteorología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. pp. 111, 217-218.
- Schwanitz, F. 1966.** The origin of cultivated plants. Harvard Univ. Press. Cambridge, Massachusetts.
- Sánchez del Castillo., F. et. al. 1992.** Producción superintensiva de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponia bajo invernadero. Avances de investigación. In: Revista Chapingo. Vol. XVI. No. 78: 62 – 68 pp.
- Valadez L., A. 1993.** Producción de hortalizas. 3ª reimpresión. Ed. LIMUSA. México. D. F. 298 p.
- Villarreal R. L. 1982.** Tomates. Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura. San José, Costa Rica. 184 p.

Cuadro 2a. Análisis nutrimental de las muestras de cada uno de los sustratos usados en producción orgánica de jitomates silvestres y domesticados en condiciones de invernadero.

Sustratos	I	II	III
PH	8.16	8.66	8.82
CE dS m ⁻¹	2.60	1.85	1.9
M.O. %	4.03	2.42	1.08
NT* %	0.72	0.93	1.68
NI mg kg ⁻¹	51.80	37.80	23.80
P mg kg ⁻¹	244.28	314.99	140.46
K mg kg ⁻¹	4.325	2.785	0.948
Ca mg kg ⁻¹	4.286	2.675	1.602
Fe mg kg ⁻¹	9.58	7.63	6.90
CIC Cmol(+) kg ⁻¹	29.92	13.93	6.14
Dap g/cm ⁻³	1.22	1.25	1.39

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

CE = Conductividad eléctrica; MO = Materia orgánica

NT = Nitrógeno total; NI = Nitrógeno inorgánico

Cuadro 3a. Interpretación de los resultados del análisis nutrimental de las muestras de cada uno de los sustratos usados en producción orgánica de jitomates silvestres y domesticados en condiciones de invernadero.

Sustratos	I	II	III
PH	Alcalino	Fuertemente alcalino	Fuertemente alcalino
CE dS m⁻¹	Poco salino	No salino	No salino
M.O. %	Rico	Medianamente Rico	Pobre
NT* %	Rico	Rico	Rico
NI mg kg⁻¹	Muy alto	Alto	Alto
P mg kg⁻¹	Alto	Alto	Alto
K mg kg⁻¹	Alto	Alto	Alto
Ca mg kg⁻¹	Bajo	Bajo	Muy bajo
Fe mg kg⁻¹	Adecuado	Adecuado	Adecuado
CIC Crnol(+) kg⁻¹	Alta	Baja	Baja
Dap g/cm⁻³	Baja óptima	Baja óptima	Media óptima

I = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

II = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % tezontle

III = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

CE = Conductividad eléctrica; MO = Materia orgánica

NT = Nitrógeno total; NI = Nitrógeno inorgánico

Cuadro 4a. Porcentaje de humedad retenida por cada uno de los sustratos a diferentes atmósferas de tensión, utilizados en la producción de jitomates silvestres y domesticados en condiciones de invernadero.

Sust.	0.3 *	0.5	1.0	3.0	5.0	7.0	10.0	13.0	15.0
1	39.63	36.61	32.92	27.87	25.80	24.53	23.24	22.34	21.87
2	23.17	19.68	17.37	14.91	13.98	13.41	12.84	12.44	12.23
3	14.42	11.52	10.34	9.15	8.70	8.43	8.15	7.95	7.85

Sust. = Sustratos

* = Atmósferas de tensión

1 = Sustrato con 80 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz.

2 = Sustrato con 40 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 40 % de tezontle

3 = Sustrato con 10 % de suelo orgánico + 20 % de humus de lombriz + 70 % de tezontle

Cuadro 5a. Análisis de varianza para la variable producción de jitomate producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	1691233.236	211404.155	61.42	<.0001
Error	81	278775.375	3441.671		
Total	89	1970008.611			
C. V.	17.74601				

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 6a. Análisis de varianza para la variable Altura de plantas de jitomate producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	7590.15556	948.76944	15.73	<.0001
Error	81	4885.00000	60.30864		
Total	89	12475.15556			
Coef. Var.	8.037348				

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 7a. Análisis de varianza para la variable clorofilas totales en plantas de jitomate producidas en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	95.5180000	11.9397500	1.19	0.3160
Error	81	813.431000	10.0423580		
Total	89	908.949000			
Coef. Var.	8.986581				

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 8a. Análisis de varianza para la variable clorofilas totales en plantas de jitomate producidas en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	113.6875556	14.2109444	1.47	0.1800
Error	81	781.4840000	9.6479506		
Total	89	895.1715556			
Coef. Var.	8.745240				

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 9a. Análisis de varianza para la variable Concentración de sólidos solubles en jugo de frutos de jitomates producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	36.44444	4.555556	4.56	0.0007
Error	36	36.00000	1.000000		
Total	44	72.44444			
Coef. Var.	16.98113				

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 10a. Análisis de varianza para la variable pH del jugo de frutos de jitomate producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	1.0351911	0.1293988	13.13	<.0001
Error	36	0.3548000	0.0098555		
Total	44	1.3899911			
Coef. Var.	2.116942				

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 11a. Análisis de varianza para la variable Diámetro de frutos de jitomates producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	16.2688888	2.0336111	14.58	<.0001
Error	81	11.3000000	0.1395061		
Total	89	27.5688888			
Coef. Var.	13.28675				

C. V. = Coeficiente de variación

Cuadro 12a. Análisis de varianza para la variable Firmeza de frutos de jitomates producidos en sustratos orgánicos bajo condiciones de invernadero.

Fuente	GL	SC	CM	VALOR F	Pr > F
Modelo	8	0.1619111	0.020238	1.45	0.2101
Error	36	0.5026000	0.013961		
Total	44	0.6645111			
Coef. Var.	19.54806				

C. V. = Coeficiente de variación