



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

FACULTAD DE AGRONOMÍA



**PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE TOMATE SILVESTRE (*Lycopersicum
esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal) EN DIFERENTES SUSTRATOS**

Por:

Ma. Eufracia García Macareno

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título
de Ingeniera Agroecóloga



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ



FACULTAD DE AGRONOMÍA

**PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE TOMATE SILVESTRE (*Lycopersicum
esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal) EN DIFERENTES SUSTRATOS**

Por:

Ma. Eufracia García Macareno

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título
de Ingeniera Agroecóloga

ASESORES

DR. JOSÉ LUIS LARA MIRELES

DR. OVIDIO DÍAZ GÓMEZ

DR. JOSÉ LUIS WOO REZA

El trabajo titulado “**PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE TOMATE SILVESTRE** (*Lycopersicon esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal) **EN DIFERENTES SUSTRATOS**”, fue realizado por: **Ma. Eufracia García Macareno** como requisito parcial para obtener el título de “**Ingeniera Agroecóloga**” y fue revisado y aprobado por el suscrito comité de tesis.

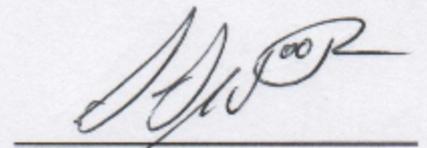
Dr. José Luis Lara Mireles
Asesor



Dr. Ovidio Díaz Gómez
Asesor



Dr. José Luis Woo Reza
Asesor



Ejido Palma de Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. A los 15 días del mes de abril del 2011.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a la **UASLP**, en particular a la Facultad de Agronomía por brindarme sus puertas y pasar momentos agradables con todos mis compañeros y amigos.

Gracias a **CONAFE** y **SEP** (becanet.superior) por ser el principal vehículo para llegar a la meta.

A mi mamá, por brindarme todo su apoyo incondicional y creer siempre en mí.

A mis hermanos:

Ismael por apoyarme de manera indirecta en mi carrera.

Juan para que estés orgulloso de tu hermana este triunfo también es tuyo.

José por ayudarme incondicionalmente sin esperar nada a cambio.

Rosa siempre contaré contigo.

Evaristo el haber aprendido de tus errores.

Silvia el haber aprendido a cumplir retos.

Goyis (peque) no tengo palabras para agradecerte todo lo que has hecho por mí, gracias.

A Emmanuel Sánchez Glez., por toda su paciencia, amor y comprensión.

A la Familia Rivera Rodríguez por su compañía y por sus deseos a mis grandes amigos Elizabeth por ser una de mis mejores amigas (hermana) y Paulo porque se que siempre seremos amigos, Berenice y Sandra siempre serán mi otra familia.

A mis asesores por su apoyo incondicional para la realización de este trabajo, Dr. José Luis Lara, Dr. Ovidio y al Dr. José Luis Woo, a todos gracias por su amistad y apoyarme en todo momento, también por todo lo que me han enseñado en el trabajo cómo en la carrera profesional.

A la maestra M.C. Alejandra Hernández por apoyarme con los análisis en laboratorio y por su amistad.

Al investigador Francisco Sánchez Barra por su valiosa ayuda en la identificación del tomate silvestre.

A todos los profesores que participan en Agroecología y que continúen impulsando a más compañeros para buscar ideas innovadoras, en el fascinante mundo de la investigación.

A mis grandes amigas de la carrera Kari por ser mi amiga desde el primer día que entramos a la universidad; Faby porque eres una gran amiga; Claudia por su apoyo hoy y siempre; Caro por formar parte de la banda y amiga; Brenda H. por confiar en mi siempre; a mis amigos Tamayo, Ulises, Ismael C., Miguel C, Mary H. (tocaya), Abel, Martín Silva, Sara I. Godínez (maestría) por todos sus consejos y su valiosa ayuda para cumplir este reto ; Norma Q. Por brindarme su amistad, Sonia Alvizo y familia por convencerme de que volviera a la esc., Maribel Reyes, Daniel Alvarado, Lázaro y Gilberto, Omar E. (Cepi); a los trabajadores de campo Federico y Moy, a Tere y Juana, Don Ángel a todos gracias por su amistad.

Me llevó muchos amigos con los que compartí grandes momentos de alegría, en lo profesional una gran satisfacción al ver hecho realidad un sueño, para ayudar a toda mi familia y sobrinos. Pero todo esto no hubiera sido posible sin este trabajo que tiene mucho cariño por la carrera que me enseñó todo lo valioso del campo y que siempre estuvo a mi alrededor.

Agradezco a todas las personas que me han apoyado de una forma u otra en la realización de mi trabajo y culminar mi carrera de **Ingeniero Agroecólogo**.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
RESUMEN	xiv
SUMMARY	xv
INTRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	2
Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Importancia del Tomate Silvestre.....	3
Origen del Tomate Silvestre.....	4
Distribución del Tomate Silvestre.....	5
Ubicación Taxonómica.....	7
Requerimientos Edafoclimáticos del Tomate.....	7
Clima.....	7
Suelo.....	7
Factores Limitantes de Producción.....	8
Enfermedades del tomate.....	8
Plagas del tomate.....	9

Descripción de las principales plagas del tomate.....	10
Mosquita blanca.....	10
Pulgones.....	11
Trips.....	11
Gusanos.....	11
Nemátodos.....	12
Paratrisa.....	13
Métodos de Monitoreo de Insectos Chupadores.....	13
Muestreo directo.....	13
Muestreo con trampas.....	13
Métodos de Control de Plagas.....	14
Manejo integrado de plagas agrícolas.....	14
Control biológico.....	14
Producción Ecológica de Cultivos.....	15
Agricultura Orgánica.....	16
Agricultura Protegida.....	19
MATERIALES Y MÉTODOS.....	22
Localización del Sitio Experimental.....	22
Clima.....	22
Vegetación.....	22
Desarrollo Experimental.....	22
Manejo ecológico de plagas.....	23
Métodos de monitoreo de insectos chupadores y masticadores.....	23
Materiales.....	24
Tratamientos.....	24
Análisis Estadístico.....	25
Variables de Estudio.....	25

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
Suelo.....	27
Sustratos.....	27
Variables Evaluadas del Cultivo.....	28
Calidad de fruto.....	28
Grados brixs.....	29
Parámetros Fisiotécnicos.....	30
Altura de planta (30 ddt).....	31
Altura de planta (45 ddt).....	32
Altura de planta (60 ddt).....	34
Floración.....	34
Biomasa por planta.....	36
Componentes del Rendimiento y Rendimiento de Fruto.....	36
Diámetro de fruto.....	37
Número de frutos por planta calidad A.....	39
Número de frutos por planta calidad B.....	39
Número de frutos por planta calidad C.....	39
Número de frutos totales por planta.....	41
Número de racimos por planta.....	41
Rendimiento total de fruto por planta.....	43
Índice de cosecha.....	45
Rendimiento de fruto por hectárea.....	45
Estados y Densidad de los Insectos Identificados en Tomate Silvestre...	46
Resultados del análisis de varianza con malla sombra en tomate silvestre.	48
Mosca blanca ninfa.....	48
Araña roja adulto.....	49
Resultados del análisis de varianza sin malla sombra en tomate silvestre.	49
Falso medidor larva.....	50
Minador larva.....	52
Mosca blanca ninfa.....	52
Trips ninfa.....	52
Paratrioza adulto.....	52

Mosca blanca adulto.....	53
Resultados de análisis de varianza con trampas de color en tomate silvestre...	53
Trampas amarillas, azules y verde en malla sombra (trips adulto).....	55
Trampas amarillas, azules y verde sin malla sombra (trips adulto).....	55
Dinámica poblacional de plagas encontradas bajo condiciones de malla sombra y sin malla en tomate silvestre.....	56
Mosca blanca ninfa con malla.....	56
Araña roja adulto con malla.....	57
Larva falso medidor sin malla.....	58
Mosca blanca ninfa sin malla.....	59
Mosca blanca adulto sin malla.....	60
Minador larva sin malla.....	61
Trips ninfa sin malla.....	62
Paratrioza adulto sin malla.....	63
Trampas con malla.....	63
Trampas sin malla.....	64
CONCLUSIONES.....	67
LITERATURA CITADA.....	69
ANEXOS.....	72
Anexo 1 Croquis de los tratamientos con cubierta.....	72
Anexo 2 Croquis de los tratamientos sin cubierta.....	73
Anexo 3 Formato para registrar plagas mandibuladas y masticadores.....	74
Anexo 2 Formato para registrar plagas picador-chupador.....	75

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Distribución y algunas características importantes de la especie silvestre <i>Lycopersicum esculentum</i> Mill var. cerasiforme Dunal) Gray. (Esquinas-Alcázar, 1981).....	6
2	Conductividad eléctrica (CE), pH y textura de los tratamientos utilizados en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	27
3	Materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio de los tratamientos utilizados en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	27
4	Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables peso del fruto de calidad A, B y C, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	28
5	Prueba de medias de las variables peso promedio del fruto de calidad A, B y C, por planta en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	29
6	Comportamiento de grados brixs en 40 días de corte, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	30
7	Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables altura de planta a los 30, 45 y 60 ddt, biomasa, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	32
8	Prueba de medias de las variables altura de planta a los 30, 45 y 60 ddt, biomasa, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	37
9	Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables, número de frutos por planta calidad A, B y C, número de frutos por planta número de racimos por planta, rendimiento de fruto kg/ planta, rendimiento de fruto kg/ ha en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	38

Cuadro	Página
10 Prueba de medias de las variables, rendimiento de fruto calidad A, B, C, número de frutos totales por planta, número de racimos por planta, rendimiento de fruto por planta y rendimiento de fruto/hectárea en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	47
11 Especies de insectos que se presentaron durante el desarrollo del cultivo.....	48
12 Cuadrados medios del análisis de varianza del efecto de sustratos en las variables ninfas de mosca blanca, araña roja, minador larva, trips adulto y mosca blanca adulto en jitomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.....	49
13 Pruebas de medias de las variables ninfas de mosca blanca y araña roja por planta de jitomate silvestre bajo condiciones de malla sombra datos transformados.....	50
14 Cuadrados medios del análisis de varianza del efecto de sustratos en las variables falso medidor larva, minador larva, mosca blanca ninfa y adulto, gusano del cuerno larva, paratrioza ninfa y adulto, pulgón adulto y ninfa, trips adulto en jitomate silvestre.....	51
15 Pruebas de medias de las variables larvas falso medidor, minador larva, mosca blanca ninfa, trips ninfa, paratrioza adulto y mosca blanca adulto en jitomate silvestre datos transformados... ..	54
16 Cuadrados medios de las trampas color amarillo, azul y verde en trips adulto en jitomate silvestre.....	55
17 Prueba de medias de las variables con trampas amarillo, verde y azul en el cultivo de jitomate silvestre datos transformados.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Frutos de tomate silvestre.....	7
2	Trampas de color.....	23
3	Cultivo protegido.....	24
4	Fruto verde de tomate silvestre.....	26
5	Grados Brix de los diferentes sustratos en jitomate silvestre en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos....	31
6	Altura de planta a los 30 ddt con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	33
7	Altura de planta a los 30 ddt sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	33
8	Interacción de la altura de planta a los 30 ddt en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	34
9	Altura de planta a los 30, 45 y 60 ddt en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	35
10	Altura de planta a los 30, 45 y 60 ddt con y sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	36
11	Frutos calidad B con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	40
12	Frutos calidad B sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	40
13	Interacción de frutos calidad B en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	41
14	Frutos totales con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	42
15	Frutos totales sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	42
16	Interacción de frutos totales en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	43
17	Número de racimos con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	44

Figura		Página
18	Número de racimos sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	44
19	Interacción en el número de racimos en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	45
20	Índice de cosecha en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.....	47
21	Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca en tomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.....	57
22	Dinámica poblacional de araña roja en tomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.....	58
23	Dinámica poblacional de larvas de falso medidor en tomate silvestre.....	59
24	Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca sin malla en tomate silvestre.....	60
25	Dinámica poblacional de adultos de mosca blanca sin malla en tomate silvestre.....	61
26	Dinámica poblacional de larvas de minador en tomate silvestre.....	62
27	Dinámica poblacional de ninfas de trips en tomate silvestre.....	62
28	Dinámica poblacional de adultos de paratrioza en jitomate silvestre.....	63
29	Efectividad de trampas amarillas, verdes y azules para monitoreo de adultos trips en jitomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.....	64
30	Efectividad de trampas amarillas, verdes y azules para monitoreo de adultos de trips en jitomate silvestre.....	64

RESUMEN

El tomate silvestre está siendo introducido paulatinamente en el mercado internacional y nacional, principalmente por su sabor y características que la hacen muy atractivo para su comercialización; su cultivo puede considerarse dentro de las nuevas alternativas de producción de alimentos, como lo es la agricultura ecológica, la cuál produce alimentos sanos obtenidos de manera amigable con el medio ambiente. El adecuado manejo de los cultivos protegidos es una alternativa para alcanzar los objetivos de los sistemas de producción ecológica, pero requieren ajustar aspectos técnicos, agronómicos y de manejo. Por lo anterior el objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de jitomate silvestre *Lycopersicon esculentum* (Mill) var. cerasiforme (Dunal) como cultivo protegido con diferentes sustratos de bajo costo y fácil adquisición en la región, utilizando la lombricomposta y estiércol de bovino como fuentes de nutrientes; además se utilizó el control biológico. Los tratamientos se distribuyeron en parcelas divididas con cuatro repeticiones de bloques al azar. Los resultados muestran que los tratamientos con estiércol incrementaron el pH y la conductividad eléctrica de los sustratos afectando el rendimiento del cultivo. Las plagas que se presentaron durante el trabajo experimental son: Mosca blanca *Bemisia tabaci* (Genn) con daños indirectos por la transmisión de virus, áfido verde del durazno *Myzus persicae* (Sulquer); psílido del tomate o psílido de la papa *Paratrioza cockerelli* (Sulc); gusano del cuerno *Manduca sexta* (Linneo) y falso medidor *Trichoplusia ni* (Hubner); araña roja *Tetranychus urtica* (Koch). El uso de diferentes trampas de color mostró que la trampa color amarillo obtuvo el mayor promedio en la captura de trips. El mejor sustrato fue la mezcla de arena, lombricomposta y estiércol (relación 1:1:1) con mayor producción de biomasa (92 g planta⁻¹), 76 racimos por planta y un rendimiento de 14,716.87 Kg ha⁻¹; superando al testigo (suelo) en un 47 % en el rendimiento de fruto. El segundo mejor fue el suelo con lombricomposta (relación 2:1) con un rendimiento de fruto de 11,984.62 Kg ha⁻¹ superando al testigo (suelo) en un 35 % . El tratamiento de cultivo protegido con malla sombra en comparación con el cultivo sin cubierta, presento mayor: producción de biomasa por planta (75.71 g), numero de racimos por planta (70.10) y rendimiento de fruto (8,076 Kg ha⁻¹).

SUMMARY

The wild tomato is being introduced gradually in the national and international market, mainly for its flavor and characteristics that make it very attractive for commercialization; its cultivation can be considered within the new production of food, such as organic farming, which produces healthy obtained so environmentally friendly. The proper management of protected cultivation is an alternative to achieve the goals of organic production systems, but require adjusting technical, agronomic and management. Therefore the objective was to evaluate the behavior of wild tomato *Lycopersicum esculentum* (Mill) var. *cerasiforme* (Dunal) as protected cultivation with different substrates of low cost and readily available in the region, using the vermicompost and cattle manure as sources of nutrients, plus biological control was used. Treatments were arranged in split plots with four replications of random blocks. The results show that treatments with manure increased the pH and electrical conductivity of substrates affecting crop yield. The plagues that occurred during the experimental work are: Whitefly *Bemisia tabaci* (Genn) with indirect damage by transmitting viruses, green peach aphid *Myzus persicae* (Sulquer); tomato psyllid potato psyllid *Paratrioza cockerelli* (Sulc); hornworm *Manduca sexta* (Linneo) and cabbage looper *Trichoplusia ni* (Hubner), spider mite *Tetranychus urtica* (Koch). The use of different color traps showed that yellow traps had the highest average catch trips. The best substrate was sand, vermicompost and manure (ratio 1:1:1) with increased production of biomass (92 g plant⁻¹), 76 clusters per plant and yield of 14,716.87 kg ha⁻¹, exceeding the control (soil) in a 47 % yield. The second best was the soil with vermicompost (2:1) with a fruit yield of 11,984.62 kg ha⁻¹ than the control (soil) by 35% . Protected cultivation treatment with shade mesh compared with the cultivation without cover, showed higher biomass production per plant (75.71 g), number of clusters per plant (70.10) and yield (8.076 kg ha⁻¹).

INTRODUCCIÓN

La constante demanda por nuevas variedades de frutas por parte de mercados europeos, norteamericanos y nacionales ha impulsado la diversificación de las exportaciones, para lo cual se ha identificado una serie de productos llamados exóticos como algunos cultivos no tradicionales. Dentro de éstos se encuentra el tomate silvestre, que está siendo introducido paulatinamente en el mercado internacional y nacional, principalmente por su sabor y características medicinales que la hacen muy atractivo para su mercadeo y comercialización (Pinilla y Di Ruzzal, 2004. <http://www.tattersall.cl/revista/Rev186/uchuva.htm>) 2008. De acuerdo a la FAO, la agricultura y la seguridad alimentaria se basan en tres recursos primordiales: el agua, la tierra y los recursos fitogénéticos. Los recursos genéticos de plantas para la alimentación y la agricultura, generalmente referidos como Recursos Fitogénéticos, consisten en la diversidad de material genético contenido en las variedades tradicionales y cultivares modernos usados por los agricultores, así como en los parientes silvestres y otras especies de plantas que pueden ser usadas como alimento humano y animal, fibra etc. Reconoce a la forma silvestre del jitomate presente en México como *Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal; esta forma silvestre, es comúnmente aceptada como ancestro del jitomate cultivado y se distribuye principalmente en las regiones tropicales y en lugares con buena humedad disponible (Aguilar y Montes 1991 citado por Vargas *et al.*, 2005). Por otra parte Romero *et al.* (2003), señalan que la degradación de los recursos naturales, producida como consecuencia del uso indiscriminado de fertilizantes químicos, la aplicación de productos fitosanitarios y el laboreo excesivo del suelo, entre otros, ha inducido al hombre a considerar nuevas alternativas de producción de alimentos. A la luz de esta necesidad se inicia en el ámbito mundial la agricultura ecológica, la cual se constituye en una alternativa para la producción de fibras y alimentos sanos, obtenidos de manera amigable con el medio ambiente. Beltrán (2010), menciona que 75 % de la demanda de fertilizantes inorgánicos sintéticos en México se cubre con importaciones principalmente de China, Ucrania, Canadá y Estados Unidos. El incremento en el año 2008 fue de hasta 300 % en el uso de fertilizantes. Aún así se tuvo un consumo de fertilizantes de más de 5 millones de toneladas en el año 2008

(de Santiago, 2009). Existe una amplia variedad de materiales que se usan como fertilizantes naturales orgánicos, en los últimos años el uso de lombricomposta ha ganado adeptos entre los productores agrícolas en México por la calidad de la composta que resulta. Se tienen estudios del uso de lombricomposta en los principales cultivos hortícolas como el tomate y chile (Rodríguez y Cano, 2007). En algunas zona de San Luis Potosí aplican estiércoles en diferentes estados de maduración con lo cual los productores y consumidores corren el riesgo de infecciones por patógenos, también se aplican dosis muy variadas, con poco fundamento técnico. Se considera que la lombricomposta es una opción importante para la producción de está hortaliza que además de las ventajas mencionadas, su uso forma parte de las buenas prácticas agrícolas enmarcada en la norma oficial mexicana NOM-EM-034-FITO-2000 (DOF, 2000). Sin embargo existe poca información en cuanto a su aplicación y uso en cultivos no tradicionales cómo lo es el cultivo de jitomate silvestre. Por lo anterior, y con la intención de obtener información básica y aplicada que con lleve a un aprovechamiento más racional de los recursos naturales y abonos orgánicos (lombricomposta y estiércol) se realizó el presente trabajo.

Objetivos

Evaluar el rendimiento y calidad del fruto de jitomate silvestre *Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal con diferentes sustratos y abonos orgánicos.

Evaluar el comportamiento de jitomate silvestre *Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal como cultivo protegido y manejo integrado de plagas.

Hipótesis

Los abonos aportan nutrimentos elevando la calidad y rendimiento de los cultivos, por lo tanto con abonos orgánicos se producirá a bajo costo disminuyendo el uso de fertilizantes sintéticos.

El Manejo Integrado de Plagas dentro de un sistema de cultivo protegido disminuye la incidencia de plagas, por lo tanto, en la producción de tomate silvestre *Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal con este sistema se espera obtener mejor calidad y rendimiento de fruto.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Tomate Silvestre

Los tomates silvestres (*Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal) son plantas herbáceas, a pesar que pueden presentar crecimiento secundario; en sus hábitats naturales se comportan como anuales debido a que las heladas o la sequía las mata luego de completada su primer estación de crecimiento (Autor anónimo. <http://es.wikipedia.org/wiki/Tomates>) 2008.

Lesur (2006) apunta que el tomate es la segunda hortaliza más comúnmente cultivada en el mundo. Sólo la papa la supera, además el consumo de tomate fresco va en aumento, al igual que el de los productos procesados que lo contienen. El *Lycopersicum pimpinellifolium* (Linneo), o tomate grosella, es un pariente cercano del tomate domesticado, crece silvestre en Perú, resiste algunas enfermedades como las de *Verticillium* y *Fusarium* (oxysporum f.) por lo que se le ha cruzado con el *Lycopersicum esculentum* Mill, para hacerlo más resistente. El *L. pimpinellifolium* (Linneo) produce racimos de frutos pequeños de no más de 1 cm. de diámetro, con sabor dulce muy parecido al tomate. El tomate de cáscara o tomate verde no pertenece al género de los *Lycopersicum*, sino a *Physalis*, Capulí o *P. prunosa*, que da frutos más dulces y más pequeños, como del tamaño de una uva.

Las especies silvestres de tomate representan una importante fuente de variabilidad genética para incluir en el mejoramiento del cultivo. Estas especies silvestres presentan frutos de alta calidad nutritiva con menor tamaño y peso que el tomate cultivado y muchos frutos por racimo. Estos antecedentes determinaron la puesta en marcha de un proyecto de investigación en Mejoramiento de tomate. Se observó que híbridos entre la especie silvestre y la cultivada (obtenidos por cruzamientos manuales) presentaban una mayor vida en estantería de los frutos. A través del cruzamiento entre las dos especies y posterior selección divergente, se derivaron líneas con larga vida, que a diferencia de los tomates larga vida existentes actualmente en el mercado manifiestan un color rojo uniforme, intenso y luminoso y un agradable sabor por el equilibrio entre los azúcares y la acidez que tienen sus frutos (Picardi, 2002. <http://www.fcagr.edu.com>) 2010.

Poco se conoce del material silvestre, en términos de su potencial nutricional y características de calidad pos cosecha. Una de sus ventajas es que se desarrolla bajo condiciones adversas de humedad y presumiblemente es tolerante a plagas y enfermedades (Eigenbrode y Trumble, 1993; Pérez *et al.*, 1997; Sánchez-Peña *et al.*, 2006 citados por Crisanto-Juárez *et al.*, 2010).

Origen del Tomate Silvestre

El tomate es una planta originaria de Perú, Ecuador y México, países en donde se encuentran varias formas silvestres. Fue introducida en Europa en el siglo XVI. Al principio, el tomate se cultivaba solo como planta de adorno. A partir de 1900, se extendió el cultivo como alimento humano. El tomate se cultiva en las zonas templadas y cálidas. Existen notables diferencias en cuanto a los sistemas y técnicas culturales empleadas por los horticultores. Actualmente el tomate se cultiva en casi la totalidad de países en el mundo (Autor anónimo. <http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/jitomate>) 2008.

El antepasado más probable del tomate cultivado es el tomate pequeño silvestre (*Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal). Crece espontáneamente en las regiones tropicales y subtropicales de América y se ha extendido a lo largo de los trópicos del Viejo Mundo (Nuez, 1995). Puede ser que este cultivo haya sido domesticado independientemente por las culturas precolombinas que habitaban lo que actualmente es México y Perú (Autor anónimo. <http://es.wikipedia.org/wiki/Tomates>) 2008.

México es un centro de domesticación y diversificación del tomate rojo cultivado (Jenkins, 1948; Ricks y Fobes, 1975; Peralta y Spooner, 2007 citados por Carrillo *et al.*, 2010). Las diversas exploraciones realizadas indican que *Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme (Dunal) se distribuye en los trópicos, subtrópicos y regiones semi-secas del país, desde el estado de Sinaloa (Sánchez-Peña *et al.*, 2006 citado por Carrillo *et al.*, 2010) hasta la península de Yucatán (Nuez y Pico, 1997 citado por Carrillo *et al.*, 2010). No obstante su amplia distribución, hay poca documentación del potencial genético y su aprovechamiento directo o como fuente de genes para el mejoramiento.

La teoría de domesticación del tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) indica que se realizó en México, en tanto que otro señala que fue en Perú, pero tampoco se

descarta que ocurriera en ambos sitios (Ricks y Fobes, 1975; Peralta y Spooner, 2007 citados por Crisanto-Juárez *et al.*, 2010). El origen exacto del tomate cultivado permanece sin resolverse; no obstante en, México la especie continua diversificándose en los trópicos y subtrópicos, dónde es conocida como tomatillo (*L. esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal) o con otros nombres locales, como reportó (Jenkins, 1948; y la evolución continúa Álvarez-Hernández *et al.*, 2009 citados por Crisanto-Juárez *et al.*, 2010). Aunque el tomatillo es muy popular en los Estados de Tabasco, Chiapas, Veracruz, Oaxaca, Guerrero, Puebla, Michoacán, y Jalisco (Lépiz y Rodríguez, 2006 citados por Crisanto-Juárez *et al.*, 2010).

Distribución del Tomate Silvestre

Nuez (1995), comenta que la distribución natural del género *Lycopersicum* se extiende del norte de Chile al sur de Colombia y de la Costa del Pacífico (incluida las islas Galápagos) a las estibaciones orientales de los Andes. Hay muchas especies superpuestas, pero no se han encontrado pruebas de introgresión natural con la excepción *L. pimpinellifolium* y *L. esculentum* Mill. Todas las especies tienen áreas de distribución bien definidas, excepto *L. esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal, el único *Lycopersicum esculentum* Mill silvestre en forma de mala hierba que se encuentra fuera del área de la distribución del género. También está presente en el Viejo Mundo dónde podría haberse derivado de las plantas cultivada. Estas especies constituyen recursos genéticos de gran valor en el desarrollo de variedades de tomate. Algunas características de interés se indican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Distribución y algunas características importantes de la especie silvestre *Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme (Dun.) Gray. (Esquinas-Alcázar, 1981).

Distribución	Preferencias Ecológicas	Características interesantes	Sistema de Fecundación
Regiones tropicales; zona nativa: Ecuador/ Perú.	Condiciones húmedas muy variadas. Mala hierba en terrenos de cultivo recientes.	Tolerancia a la humedad, resistencia a los hongos de la marchites, la podredumbre de raíces y la viruela.	Autopolinización, en prácticamente todas las regiones.
Capacidad de Cruzamiento con Tomates	Variabilidad Genética	Otras Observaciones	
Muy buena	En Perú oriental variable; en otras regiones monomórficas.	Posible origen de formas cultivadas Introgresión de genes <i>L. pimpinellifolium</i> (Linneo).	

El ancestro más probable del tomate cultivado es el tomate cereza o cherry silvestre (usualmente identificado como *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme Dunal, figura 1), el cual crece en forma espontánea en varias regiones tropicales o subtropicales de todo el mundo, escapado de cultivo o accidentalmente introducido. El ancestro silvestre inmediato del tomate cultivado, se halla distribuido más ampliamente que las restantes especies de tomates silvestres, ya que habita México, Colombia, Bolivia y otros países sudamericanos. Esta amplia distribución, cuando comparada con respecto a las otras especies relacionadas, debe haberse llevado a cabo por el ser humano en tiempos históricos. Los tomates silvestres habitan en una gran cantidad de hábitat, desde el nivel del mar hasta alturas de más de 3000 msnm, desde las áridas costas del Pacífico hasta las tierras altas húmedas de Los Andes (Autor anónimo. <http://es.wikipedia.org/wiki/Tomates>) 2008.

Ubicación Taxonómica

Según Nuez, 1995 la clasificación taxonómica del tomate silvestre es:

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanales (Personatae)

Familia: Solanaceae

Subfamilia: Solaneae

Tribu: Solaneae

Genéro: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*

Variedad: Cerasiforme



Figura 1. Frutos de tomate silvestre.

Requerimientos Edafoclimáticos del Tomate

Clima

La temperatura óptima para su desarrollo está comprendida entre 22 °C Y 25 °C, aunque temperaturas próximas a 20 °C Y 25 °C en el día y 17 °C a 20 °C en la noche permiten un desarrollo adecuado del cultivo.

Suelo

El tomate puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad. El pH óptimo oscila entre 6.0 y 7.0 (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Factores Limitantes de Producción

Enfermedades del tomate

Mildiu polvoso, *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht), consignan que los síntomas que se observan son manchas pulverulentas de color blanco en la superficie de las hojas haz y envés que van cubriendo todo el aparato vegetativo llegando a invadir la hoja entera, también afecta a tallos y pecíolos e incluso frutos, en ataques muy fuertes, las hojas y tallos atacados se vuelven de color amarillento y se secan. Las malas hierbas y otros cultivos de cucurbitáceas, así como restos de cultivos, son las fuentes de inóculo y viento es el encargado de transportar las esporas y dispersar la enfermedad (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Moho gris *Botrytis cinerea* (Pers.) parásito que ataca a un amplio número de especies vegetales. En hojas y flores ocasiona lesiones pardas. En frutos se produce una podredumbre blanda más o menos acuosa, según el tejido y se observa el micelio gris del hongo. Las principales fuentes de inóculo las constituyen las conidias y los restos vegetales que son dispersados por el viento, salpicaduras de lluvia, gotas de condensación en plástico y agua de riego. La temperatura, humedad relativa y la fenología influyen en la aparición y desarrollo de la enfermedad de forma separada o conjunta (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Podredumbre blanca, *Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) hongo polífago que ataca a muchas especies hortícolas. En la planta produce una podredumbre blanda no desprende mal olor, acuosa al principio, que posteriormente se seca más o menos según la succulencia de los tejidos afectados, cubriéndose de un abundante micelio algodonoso blanco; se observa la presencia de numerosos esclerocios, blancos al principio y negros más tarde. Los ataques al tallo con frecuencia colapsan la planta, que muere con rapidez, observándose los esclerocios en el interior del tallo. La enfermedad comienza a partir de esclerocios del suelo, procedentes de infecciones anteriores que germinan en condiciones de humedad relativa altas y temperaturas suaves, produciendo un número variable de apotecios. Cuando el apotecio está maduro descarga numerosas esporas que afectan sobre todo a los pétalos. Cuando caen sobre tallos, ramas u hojas producen la infección secundaria (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Marchitamiento bacteriano, ocasionado por *Pseudomonas solanacearum* (E.F. Smith). La bacteria vive en el suelo e infecta a las plantas a través de las raíces o del tallo y del bloqueamiento gradual del movimiento del agua en el tallo es la causa del marchitamiento. Rodríguez *et al.* (1997) mencionan que está ampliamente distribuido en zonas tropicales, subtropicales y de clima caliente de Asia, África, Australia, Europa, América e Indias occidentales.

Mancha bacteriana *Xantomonas* (versicatoria) y peca bacteriana *Pseudomonas tomato* aumentan en severidad por lluvias violentas, que producen heridas o cómo las que ocasionan granizos y proyección de arena, temperaturas frías favorecen el desarrollo de las pecas, mientras que las calientes favorecen el desarrollo de las manchas ambas provocan muerte de las hojas y defoliación (Rodríguez *et al.*, 1997).

Plagas del tomate

Romero Pinto *et al.* (2003) consignan que son numerosos los factores que limitan la producción de hortalizas en Colombia. Dentro de estos, la problemática de plagas y enfermedades condiciona de forma importante la productividad y la rentabilidad de los cultivos, así como la calidad del producto final. Es fundamental que cada vez un número mayor de productores realice un manejo integrado de plagas y enfermedades, partiendo del diagnóstico adecuado e incorporando a las prácticas habituales, el uso de estrategias como control biológico, control botánico y prácticas de manejo cultural entre otras, fundamentales para realizar un manejo de los problemas fitosanitarios presentes en el cultivo, dentro de un contexto armónico con el medio ambiente y acorde con las nuevas tendencias del mercado mundial.

Los principales insectos plagas en el cultivo del tomate en invernaderos son los siguientes: Mosquita blanca, *Trialeurodes vaporariorum* (West) y *Bemisia tabaci* (Genn); Pulgón *Aphis Gossypii* (Glover) y *Myzus persicae* (Sulquer); Minadores de hoja, *Liriomyza trifoli* (Burgess), Trips *Frankliniella occidentalis* (Pergrande), Paratriosa, *Paratrioza cockerelli* (Sulc), Gusano Soldado *Spodoptera exigua* (Hubner), *Spodoptera littoralis* (Boisduvai), *Heliothis armigera* (Hubner), *Autographa gamma* (Linneo) y Nematodo; *Meloidogyne sp.* (Cobb); Gusano del cuerno, *Manduca sexta* (Linneo) (Garza *et al.*, 2007).

Garza *et al.* (2007) concluye que en el plano económico las plagas ocasionan fuertes pérdidas de capital para los productores, falta de empleo y de ingresos en el

medio rural. La exagerada aplicación de insecticidas contra las plagas ocasiona serios problemas en el ecosistema: residuos tóxicos en las cosechas, resistencia de los insectos a los insecticidas, reducción de la fauna benéfica e incremento de la contaminación ambiental y de los costos de producción.

López *et al.* (2009) cita que la aplicación de tecnologías orgánicas complementadas con el manejo orgánico del suelo proporciona a la planta condiciones propicias para un desarrollo sano lo cual conduce a una menor afectación de los insectos plaga y enfermedades.

Descripción de las principales plagas del tomate

Mosquita blanca

Trialeurodes vaporariorum (West) las partes jóvenes de las plantas son colonizadas por adultos de esta plaga que realizan posturas de huevos en el envés de las hojas de los huevos emergen las primeras larvas, que son móviles, tras fijarse en la planta pasan por tres estadios larvarios y uno de pupa, los daños directos amarillamientos y debilitamiento de las plantas son ocasionados por larvas y adultos, que al alimentarse absorben la savia de las hojas, los daños indirectos se deben a la proliferación de fumagina sobre la melaza producida en la alimentación, manchando y depreciando a los frutos y dificultando el normal desarrollo de las plantas otros daños indirectos se producen por la transmisión de virus (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Nuez *et al.* (1995) señala que la duración del ciclo biológico depende de la temperatura y del hospedante sobre el que desarrolla, en el caso del jitomate lo completa en 28 días a temperaturas comprendidas entre 22 y 25 °C. A 12 °C.

El ciclo dura entre 103 y 123 días mientras que a 30 °C. Tan sólo dura de 18 a 21 días (Castresana, 1986 citado por Nuez *et al.*, 1995). En estado de huevo como la especie pasa el invierno, los adultos pueden soportar temperaturas próximas a 0 °C durante varias semanas seguidas. La fecundidad total varía con la temperatura y con la variedad del jitomate. Hussey, 1969 citado por Anaya y Rosales, 1999 comenta que en cultivos al aire libre, los arrastres de moscas blancas por el viento (muy frecuentes en días de pleno verano, con densidades de mosca en el aire que resultan molestas para las personas) originan distribuciones horizontales de la plaga casi uniformes. La mosca blanca del tabaco *Bemisia tabaci* (Genn) conocida también como mosca blanca del algodónero o de la batata, se tiene constancia de su presencia

en países como España desde hace medio siglo (Gómez 1943 y 1945). Sin embargo no se manifiesta cómo plaga.

La ninfa de *B. tabaci* se distingue de *T. Vaporarium* (West) por la coloración amarilla mas intensa y por las dos manchas rojizas correspondientes a los ojos del adulto, la temperatura, la humedad relativa la calidad del alimento condicionan la duración del ciclo biológico (Hendi *et al.* 1987 citado por Nuez *et al.*, 1995) en jitomate a 30 ó 32 °C y 5% de humedad, obtienen una generación en 34 días de media, con amplias variaciones. La fecundidad diaria parece depender, además del hospedante, del estado sanitario de éste (Costa *et al.*, 1991 citado por Nuez *et al.*, 1995). En los meses cálidos pueden completar una generación en 12-14 días, mientras en los meses frescos tarda de 43 a 49 días (Rapisarda, 1990 citado por Nuez *et al.*, 1995).

Pulgones

Aphis gossypii (pulgón del algodonero) (Glover), (*A. fabae*) pulgón de las habas, *Myzus persicae* (Sulquer). Son las especies de pulgón más comunes y abundantes en los invernaderos forman colonias y se distribuyen en focos que se dispersan en el invernadero. El daño lo causan por succión de savia de las hojas de la planta y la transmisión de virus. Todos se encuentran presentes en el cultivo del jitomate (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Trips

Frankliniella occidentales (Pergrande) los adultos colonizan los cultivos realizando posturas de huevos dentro de los tejidos vegetales: hojas, frutos y preferentemente en flores, dónde se localizan los mayores niveles de población de adultos y larvas nacidas. Los daños directos se producen durante la alimentación de larvas y adultos, sobre todo en el envés de las hojas, dónde dejan un aspecto plateado en los órganos afectados que luego se necrosan. El daño indirecto es el que acusa mayor importancia y se debe a la transmisión del “virus del bronceado del tomate” TSWV, que afecta también al pepino (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Gusanos

Spodoptera exigua (Hubner), *Spodoptera littoral* (Boisduvai), *Heliothis armigera*, *Autographa gamma*. La biología de estas especies es bastante similar pasan por estados de huevo, 5 o 6 estadios larvarios y pupa. Los huevos son depositados en las hojas preferentemente en el envés en plastrones con un número

elevado de especies del género *Spodoptera*, mientras que los demás lo hacen de forma aislada los daños son causados por las larvas al alimentarse (Romero Pinto *et al.*, 2003). En *Spodoptera* (Hubner) y *Heliothis subflexus* (Genée) la pupa se realiza en el suelo, en *Chrysodeixis chalcites* y *Autographa gamma* (Linneo), en las hojas los adultos son polillas de hábitos nocturnos y crepusculares. Los daños pueden clasificarse de la siguiente forma: daños ocasionados a la vegetación, *Spodoptera*, *Chrysodeixis* (Linneo), daños a los ocasionados a los frutos, *Heliothis* (Genée), *Spodoptera* y *Trichoplusia ni* (Hubner) en daños ocasionados en los tallos, *Heliothis* y *Ostrinia* que pueden llegar a cegar las plantas (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Gusano falso medidor. *Trichoplusia ni* (Hubner), esta especie se alimenta de la parte inferior de la hoja del jitomate y respetan la cutícula superior, en tanto que las más desarrolladas defolian las plantas y perforan los frutos, favoreciendo la entrada de microorganismos; la larva es de color verde pálido con rayas laterales de color amarillo o blanco y patas torácicas siempre blancas. La pupa es de color verde claro y por lo general se encuentra en capullo tejido en el envés de las hojas. El adulto palomilla color gris pardo oscuro, tiene un punto plateado parecido a la figura de un 8 cerca del centro, el tamaño es de 3-4 centímetros de longitud (Garza U. *et al.*, 2007).

Gusano del cuerno. *Manduca Sexta* (Linneo), la importancia de esta especie es que puede ocasionar defoliaciones severas a los cultivos de chile y jitomate y el deterioro a frutos, aunque pocas veces se observan infestaciones fuertes; la larva es de color verde claro a oscuro con siete líneas blancas oblicuas en cada lado del cuerpo cerca de los espiráculos, en el último segmento abdominal posee un cuerno curvado hacia abajo que inicialmente es verde y luego rojo. La pupa color pardo rojizo y presenta una envoltura especial en forma de gancho que alberga la probosis. Adulto palomillas que mide 10-12 centímetros de expansión alar, color gris con grandes manchas anaranjadas en los lados del abdomen (Garza U. *et al.*, 2007).

Nematodos

Meloidogyne spp. (Cobb). Afectan prácticamente a todos los cultivos hortícolas, produciendo los típicos nódulos en las raíces, los nematodos penetran en las raíces desde la superficie del suelo. Las hembras al ser fecundadas se llenan de huevos y toman un aspecto globoso dentro de las raíces. Esto unido a la hipertrofia que producen en los tejidos de las mismas, da lugar a la formación de los conocidos

“rosarios”. Estos daños producen la obstrucción de vasos e impiden la absorción en las raíces traduciéndose en un menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitamiento en verde en las horas de más calor, clorosis y enanismo (Romero Pinto *et al.*, 2003).

Paratrioza

Psílido del tomate o psílido de la papa, *Paratrioza cockerelli* (Sulc); Cruz (2003), señala que es un insecto picador-chupador y se alimenta de la savia de las plantas, el pulgón saltador tiene reproducción sexual, las hembras después del sexo dan lugar a huevecillos de color amarillo-anaranjado de forma oval alargada adheridos a la planta por un pedicelo o patita. Las ninfas pasan por cinco estadios que son similares en sus rasgos morfológicos.

Cruz (2003), cita que los adultos son diminutos insectos, de 2 a 3 milímetros, con alas claras y sostenidas en tejado por encima del abdomen y parecen cigarras en miniatura. Su color pasa por cambios graduales de amarillo pálido-ámbar, verde y posteriormente a negro es obtenido de los 2 a los 5 días.

Métodos de Monitoreo de Insectos Chupadores

Muestreo directo

Inspección regular y rutinaria de la incidencia de plagas en el cultivo; identificación e inspección de la presencia de enemigos naturales. Es el medio por el cual decidir el momento oportuno para realizar una aplicación y elegir el principio activo a utilizar. El uso de este tipo de muestreo consiste en observar e identificar en un 5 % de plantas en una hectárea las plagas que están afectando al cultivo y en que estadio se encuentran para controlar y estimar la densidad de población en ese momento (López, 2008).

Muestreo con trampas

El uso de trampas adhesivas es una técnica para monitorear y para trapeo masivo de plagas con la finalidad de reducir su incidencia. Una alternativa para cuantificar la población de insectos vectores es el uso de estas trampas de colores naranja, verde fluorescente para paratrioza y amarillas para mosca blanca y pulgones, las cuáles deben ser orientadas para recibir la luz del sol y colocadas a una altura superior al de las plantas de chile y jitomate, además, puede ser de gran ayuda ya que los insectos capturados no volverán hacer daño al cultivo. Estas trampas se elaboran

con plásticos de colores y de un tamaño de 20 x 30 cm y se les unta resina sintética o grasa automotriz. Sin embargo, también son atraídos otros insectos por estos colores; en parcelas de transferencia de tecnología con la estrategia de MIP, se han observado grandes cantidades de fauna benéfica en estas trampas, por lo que en caso de que esto suceda será necesario eliminar el trapeo masivo (Garza *et al.*, 2007).

Métodos de Control de Plagas

Manejo integrado de plagas agrícolas

Huerta (2002), apunta que el manejo integrado de plagas agrícolas es la utilización de todas las tácticas disponibles de combate y control de plagas de la manera más armónica y aceptable posible ecológica, social y económicamente, cuya estrategia sea reducir el promedio de la densidad de las poblaciones de las plagas a niveles que no causen daños de importancia económica (Huerta, 2000; Huerta y Bautista, 2001) dentro de estos manejos se encuentran control biológico (enemigos naturales de la plaga a controlar), control microbioal (utilización de entomopatógenos contra plagas ejemplo: hongo, bacterias y virus), control cultural (acciones durante el proceso de producción como eliminación de residuos de cosecha, eliminación de malezas, material vegetativo libre de virus etc.; control físico mecánico (incluye trampas de color, de luz, mallas antiinsectos y las aspiradoras entomológicas entre otros); control etológico (atrayentes en trampas, cebos, repelentes, inhibidores y feromonas atrayentes); control químico (insecticidas sintéticos) debe ser la última opción a utilizar.

Control biológico

El control biológico es un aspecto importante de la Agricultura Orgánica es el no uso de agroquímicos, recurriendo al control biológico de plagas y enfermedades. Indica que este aspecto se puede definir de 3 formas: a) campo de estudio en diferentes áreas como Ecología de Poblaciones, Biosistemática, Comportamiento, Fisiología y Genética; b) cómo un fenómeno natural: casi todas las especies cuentan con enemigos naturales que regulan sus poblaciones y c) como una estrategia de control de plagas a través de la utilización de parasitoides, depredadores y patógenos. Así como estrategia de combate de plagas, el control biológico cumplió recientemente 100 años. El primer caso exitoso se logró en 1889 con el control

espectacular de la escama algodonosa de los cítricos en California (Rodríguez, 1999 citado por Piña 2004).

Entre los métodos de controles naturales u orgánicos compatibles con el control biológico están la aplicación de bioinsecticidas, que es la distribución o aspersión de los productos obtenidos a partir de una fuente biológica, los cuáles ejercerán su acción pero no tendrán la capacidad de reproducirse en el campo (Leyva, 2000 citado por Piña, 2004).

Los insectos al igual que un organismo vivo están sujetos al ataque de microorganismos que alteran su morfología, fisiología, comportamiento, o bien les causan enfermedades que pueden ocasionar su muerte. Estos microorganismos entomopatógenos (asociados a insectos) son factores de control muy importantes. En muchas ocasiones la alta incidencia y amplia distribución en que ocurre la enfermedad en forma natural reducen poblaciones de insectos plaga por debajo de los umbrales de daño (Alatorre 1999 citado por Piña, 2004).

Producción Ecológica de Cultivos

La producción ecológica de cultivos son sistemas de producción agropecuaria de alimentos sanos, que se basa en la salud, nutrición, conservación y mejoramiento del suelo, el uso apropiado de la energía, el agua, la diversidad vegetal y animal en la aplicación de técnicas e ingredientes que benefician al ambiente y contribuyen al desarrollo sostenible (Romero Pinto *et al.*, 2003).

La agricultura ecológica se constituye en una alternativa para la producción de fibras y alimentos sanos, obtenidos de manera amigable con el medio ambiente (Romero *et al.*, 2003); cubriendo los requisitos de mercado relacionados con la seguridad y calidad de los productos, la reducción de costos de producción mediante la disminución de insumos y/o mejora de eficiencia y restricción al mínimo de los efectos negativos sobre el medio (Autor anónimo. <http://www.horticom.com/pd/article>) 2009. Lo anterior es resaltado por Ubaque y Parrado (2004) al describir las buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero, en donde los elementos principales que consideran son: a) Higiene e inocuidad alimentaria (aspectos microbiológicos y productos fitosanitarios), b) Medio ambiente (manejo integrado de plagas y de cultivo) y c) Bienestar social (consumidores y trabajadores).

Agricultura Orgánica

La producción de cultivos orgánicos, que promueven la utilización de materia orgánica como fuente de nutrientes, especialmente cuyo origen sea interno al sistema de producción vegetal, que no aporta fertilizantes sintéticos y que basa el control de plagas en el control biológico, es también otra importante alternativa para la recuperación y conservación de los recursos suelo y agua (García *et al.*, 2006).

Nieto-Garibay *et al.*, 2002; Pansu *et al.*, 1998; Ruíz, 1996 y Abdel *et al.*, 1994 citados por García *et al.*, 2006. Señalan que los sistemas orgánicos están siendo considerados por FAO como los modelos productivos con mayor potencial de sustentabilidad ecológica y económica, especialmente en países y/o regiones pobres (FIDA, 2001). En este sentido, la incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos (estiércoles, compostas y residuos vegetales); con fines de bio-remediación de suelos agrícolas en sistemas de producción orgánica, es una práctica que ha recuperado importancia en los últimos años a nivel mundial

Por su origen, la agricultura surge desde una concepción integral, donde se involucran elementos técnicos, sociales, económicos y agros ecológicos. No se trata de la mera sustitución del modelo productivo o de insumos de síntesis artificial por insumos naturales. La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes (Amador, 2001 citado por García *et al.*, 2006).

Abonos orgánicos

López *et al.*, (2009) consignan que los abonos orgánicos no sólo aportan a los suelos materiales nutritivos, sino que además influyen favorablemente en la estructura del suelo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general; de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, aireación, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de raíces de las plantas.

El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, no obstante, su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo.

Propiedades de los abonos orgánicos

Los abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo y que aumentan la fertilidad de éste. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades: a) Propiedades físicas. Por su color oscuro, absorbe mejor las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y los nutrientes se pueden absorber con mayor facilidad, mejora la estructura y textura del suelo, mejora la permeabilidad del suelo influye en el drenaje y aireación, disminuye la erosión del suelo tanto por efecto del agua como del viento, aumenta la retención de agua en suelo, el abono retiene durante mucho tiempo el agua en el suelo, particularmente durante el verano. b) Propiedades químicas, aumentan el poder de tampón del suelo y en consecuencia reducen las oscilaciones del pH. Aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumenta su fertilidad. c) Propiedades biológicas. Favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por los que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de microorganismos aeróbicos; constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente. Los abonos que tienen mejor calidad química y física, y un mejor equilibrio en las poblaciones microbianas y mayor estabilidad, son aquellos producidos con la mayor diversidad de residuos orgánicos tanto de origen vegetal como animal. Los conceptos de agricultura orgánica varían dependiendo del autor, cómo lo mencionan Gómez *et al.*, 1998 citado por Piña 2004, que asegura que la concepción amplia de agricultura orgánica se basa en los sistemas de producción integrales que utilizan insumos naturales a través de prácticas especiales, como compostas, abonos verdes, control biológico, cultivos trampa, insecticidas a base de plantas, etc., generando un producto libre de residuos tóxicos, no sólo en campo, sino también en el transporte, envase y embalaje y etiquetado. Favorece el reciclaje de nutrientes mediante el composteo de esquilmos agrícolas, estiércoles y deyecciones de animales, control biológico mediante el manejo de las poblaciones de insectos (Ruiz 2000 citado por Piña O., 2004).

Lombricomposta

Se denomina humus de lombriz a los excrementos de las lombrices dedicadas especialmente a transformar residuos orgánicos y también a los que producen las lombrices de tierra como sus desechos. Es un abono orgánico, producto de la transformación de los materiales orgánicos biodegradables utilizados en la

alimentación de la lombriz. Estos son ingeridos y convertidos en excretas enriquecidas que son expulsadas como deyecciones, las cuales se clasifican en función del tipo de alimento con el que se nutre a la lombriz. El humus es el abono orgánico con mayor contenido de bacterias, tiene 2 billones de bacterias por g. por esta razón su uso es efectivo en el mejoramiento de las propiedades biológicas del suelo. La lombricultura es considerada como uno de los vectores que ayudan al proceso de reciclaje y generan un valor agregado de los recursos orgánicos del lugar (López *et al.*, 2009).

Fertilización

López *et al.*, (2009) cita que el humus debe aplicarse en una cantidad mínima de 3 toneladas por ha por año. Su uso se justifica principalmente para la nutrición integral (orgánica-mineral) de preferencia en cultivos de alta rentabilidad, particularmente hortalizas. La forma de aplicación más conveniente es localizar el humus alrededor de las plantas o en bandas. La vermicomposta no debe quedar expuesta al sol ni al aire, la cantidad de vermicomposta a aplicar esta en relación con los requerimientos del cultivo y estado del suelo.

Aportación de nutrientes

Un kg de lombricomposta: aporta al suelo 2.8 g. de calcio y 1.0 de magnesio lo cual lo hace apto para ser aplicado en suelos ácidos, puesto que este compuesto tiene un grado de acidez de 7.9. Además, aporta al suelo 20 g de nitrógeno, 0.61 de fósforo, 2.02 g de potasio y elementos menores de los cuales el más importante es el azufre 0.32 g y el manganeso con 0.066 g.

Ejemplos de aplicación en cultivos:

Tomate, 4 ton ha⁻¹.

Maíz, 4 ton ha⁻¹.

Café 2-3 kg/ planta.

Cacao 2-3 kg/ planta.

En el caso de pastizales, el humus se deposita sobre este (3-4 ton ha⁻¹) pero se debe regar con abundante agua para que penetre el suelo.

Los ácidos húmicos se pueden aplicar como abono foliar. Dosis 1-2 L de ácidos húmicos diluidos en 20 L de agua. En cultivos hortícolas se recomienda realizar aspersiones quincenales o mensuales combinadas con la aplicación de humus al suelo.

La composta como sustrato alternativo reduce los costos, siendo una opción, mezclar en un contenedor con medios inertes y por la alta cantidad de elementos nutritivos permite mejorar las características físicas y químicas y evitar la hipoxia. Se evaluaron sustratos elaborados con mezclas entre compostas, biocompostas y vermicompostas, y sustratos inertes, arena, perlita, a diferentes niveles, bajo condiciones de invernaderos. Encontraron que las cuatro mezclas más sobresalientes fueron vermicomposta al 50 % más arena así como perlita al 37 y 50 % además de biocomposta al 37.5 más perlita con una media de 91.42 ton ha⁻¹, es decir, 9.14 veces más, a los obtenidos en producciones de tomate orgánico en campo abierto, sin afectar la calidad de los frutos. (Márquez *et al.*, 2008 citado por Rodríguez O. 2008).

Agricultura Protegida

Es aquella que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas cultivadas. De esta forma los dispositivos empleados para proteger cultivos se agrupan en los siguientes elementos: cubiertas de plástico, casa sombra, mini invernaderos o túneles, e invernaderos de diversos tipos. Las mallas empleadas para cubrir completamente estructuras de invernaderos o estructura tipo cobertizo, conocidas comercialmente como casas sombra sirven como cubierta protectora para regular la cantidad de luz que llega a las plantas también tiene como finalidad evitar el exceso de temperatura y proteger de los efectos del granizo, las lluvias torrenciales y determinado tipo de ellas impiden el paso de los insectos, plagas aves y roedores. El color más utilizado en las mallas sombra es el negro, aunque también se usan colores verdes, blancos, azules, rojos y combinaciones de estos colores (Bastida Tapia, 2006).

Los cultivos protegidos se han expandido rápidamente en muchas regiones del mundo, inicialmente su objetivo principal fue el de mejorar los cultivos mediante un manejo integrado de plagas y enfermedades. Los cultivos protegidos requieren ajustar aspectos técnicos, agronómicos y de manejo con el fin de adaptarse al cambiante escenario, dándole cada vez más importancia a la seguridad y calidad; la atención sobre el impacto ambiental de agro sistemas de producción intensiva (es decir los cultivos protegidos) y la conservación de recursos naturales (agua y suelo). Constituyen un proceso de evolución que enfrenta, por un lado, la creciente competencia de productos allegados de otros países, por el otro, la necesidad de lograr un compromiso entre calidad, cantidad e impacto ambiental. Están dirigidos

principalmente a cumplir con los requisitos de mercado relacionados con la seguridad y calidad de los productos, la reducción de costos de producción mediante la disminución de insumos y/o mejora de eficiencia y restricción al mínimo de los efectos negativos sobre el medio (Autor anónimo. <http://www.horticom.com/pd/article>) 2009.

El adecuado manejo de los cultivos protegidos es una alternativa para alcanzar los objetivos de los sistemas de producción ecológica; las estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio impone al desarrollo de las plantas cultivadas como la malla empleada para cubrir completamente estructuras de invernaderos o estructura tipo cobertizo, conocidas comercialmente como casas sombra, sirven como cubierta protectora para regular la cantidad de luz que llega a las plantas también tiene como finalidad evitar el exceso de temperatura y proteger de los efectos del granizo, las lluvias torrenciales y determinado tipo de ellas impiden el paso de los insectos, plagas aves y roedores (Bastida, 2006); por lo que se han expandido rápidamente en muchas regiones del mundo, inicialmente su objetivo principal fue el de mejorar los cultivos mediante un manejo integrado de plagas y enfermedades. Los cultivos protegidos requieren ajustar aspectos técnicos, agronómicos y de manejo con el fin de adaptarse al cambiante escenario, dándole cada vez más importancia a la seguridad y calidad; la atención sobre el impacto ambiental de agro sistemas de producción intensiva y la conservación de recursos naturales (agua y suelo) (Autor anónimo. <http://www.horticom.com/pd/article>) 2009.

La agricultura protegida se ha desarrollado en México de manera significativa a partir de 1998 donde se tenía una superficie de 228 ha, ocho años después se reportan 6 639 ha⁻¹. Los invernaderos ocupan el 41.7 %, malla sombra 58 % y otros 0.3 %. (AMHPAC, 2008 citado por Rodríguez O. *et al.*, 2008). Un componente de estos sistemas de producción son los sustratos, que se definen como el material sólido, distinto del suelo, natural o sintético, mineral u orgánico, en mezcla o solo, el cual colocado en un contenedor, sirve de soporte a las plantas y medio para el desarrollo de las raíces. Se utilizan para la producción de plántula, propagación vegetativa y para crecimiento y desarrollo del cultivo. Pueden sustituir al suelo cuando este no cuenta con las propiedades físicas y químicas para el crecimiento y desarrollo de las plantas. Chávez *et al.*, (2008) citado por Rodríguez O. *et al.*, 2008; menciona que la

calidad y abundante en el periodo mas corto, con los costos mas bajos de producción además no debe causar daños ambientales una vez que se haya utilizado.

Los sustratos convencionales o comerciales como lana de roca, perlita, tezontle, entre otros, no siempre están disponibles al productor y los costos suelen representar un gasto inicial fuerte para un productor de nivel tecnológico intermedio. Los sustratos alternativos son aquellos materiales que se pueden conseguir en la zona de producción, que resultan de un proceso industrial o agrícola. Principales funciones de los sustratos a) Deposito de nutrientes, b) Retención de agua para las plantas, c) Intercambio de gases, d) Anclaje de las plantas. Las razones que han provocado la sustitución de sustrato por suelo se destacan dos: 1) La presencia de factores limitativos para la continuidad de cultivos intensivos en pleno suelo (agentes fitopatógenos, salinidad, etc.). 2) La necesidad de transportar plantas completas a distintos lugares de donde fueron cultivadas (Rodríguez O. *et al.*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Sitio Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el área de invernaderos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, cuya ubicación es el Km. 14.5 de la carretera federal # 57, tramo San Luis Potosí-Matehuala, Ejido Palma de la Cruz, Soledad Graciano Sánchez Romo, S. L. P., Con las coordenadas 22° 14' 10" Latitud Norte y 100° 53' 10" Longitud Oeste de acuerdo al meridiano de Greenwich; con una altura de 1835 m.s.n.m.

Clima

La clasificación del clima según Köppen y modificado por García (1988) corresponde a la fórmula BSo KW'' (w) (i), que equivale a un clima seco-estepario frío. Con temperatura media anual de 18 °C siendo 7.5 °C la mínima y 35 °C la máxima, con una precipitación media anual de 374 mm.

Vegetación

La vegetación según Rzedowski (1986) corresponde al matorral desértico micrófilo, con abundancia dominante de arbustivas, así como mezquite, huizache y nopal.

Desarrollo Experimental

El presente trabajo de investigación se realizó en el ciclo agrícola primavera-verano del 2008, se utilizó el cultivo de jitomate silvestre *Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme (Dunal) A. Grai (IZD-UASLP). Las plántulas se produjeron en charolas de 200 cavidades con peat-moss, a los 20 días después de la siembra se trasplantaron con una altura de 12 cm a doble hilera con una distancia aproximada de 25 cm; se utilizaron cajas de plástico de 50 litros, con los diferentes sustrato en estudio; se utilizó malla sombra para los tratamientos de cultivo protegido. En general el manejo del cultivo incluyó control fitosanitario, riego, fertilización orgánica y tutoraje; el riego se aplicó por goteo y se mantuvo a capacidad de campo. Se registró e identificó las plagas que se presentaron con ayuda de trampas de color y una lupa de 20x utilizando el muestreo directo de plagas por planta; en cuanto al manejo ecológico de plagas, para control de ninfas de mosquita blanca (*Bemisia* spp.) se utilizó un productos microbial con una dosis de un litro ha⁻¹ y solución de ajo

cómo repelente. La etapa vegetativa fue de aproximadamente 26 días, 11 días crecimiento del botón floral, la florescencia fue de 4-5 días, el llenado del fruto de 37 días, cada racimo tuvo en promedio de 7-8 frutos; la cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron la madurez fisiológica, iniciando a los 80 días después del trasplante, una vez cosechados los frutos se clasificaron por tamaño.



Figura 2. Trampas de color

Manejo Ecológico de Plagas

Métodos de monitoreo de insectos chupadores y masticadores

Muestreo directo

Se muestreo una planta por tratamiento cada semana por las mañanas, se observó el envés de las hojas en la parte aérea de las plantas, parte intermedia y parte baja (60 plantas en total). Se tuvo un formato de campo para realizar el conteo de insectos plagas chupadoras y mandibulados (anexo).

Muestreo con trampas

Se colocaron 4 trampas de cada color (verde, amarillo y azul) en cada parcela, cada fin de semana se cambiaron las trampas y se realizó un conteo para monitorear el comportamiento de la población de trips (Figura 2).

Métodos de control de plagas

Hongo *Paecilomyces f. (Bemisia spp.)* dosis de 1-2 L ha⁻¹ para controlar ninfa de mosquita blanca.

Materiales

Los materiales utilizados fueron: regadera manual, cajas de plástico (60), semilla de jitomate silvestre (50 gr), peat-moss (5 kilogramos), Semilleros (4 charolas de unicel), malla sombra (48 m²), Cloro al 3 % , Trampas color: verdes (8), Amarillas(8) y azules(8), estopa (½ kg), aceite para carro (1000 ml), aguarrás (500 ml), agua destilada (1000 ml), refractómetro, navaja, pizeta, platos de porcelana (2), vernier, horno de secado con aire forzado, balanza digital de 1500 g. con precisión de 0.0001 mg, sustratos: arena, tezontle molido, suelo, fertilizantes orgánicos: estiércol de bovino y lombricomposta.

Tratamientos

Sustratos

Los diferentes sustratos utilizados fueron:

- 1) suelo testigo.
- 2) suelo con lombricomposta relación 2:1.
- 3) suelo con estiércol relación 2:1.
- 4) arena con tezontle relación 1:1.
- 5) arena, lombricomposta y estiércol relación 1:1:1.



Figura 3. Cultivo protegido.

Cubierta

Se evaluaron plantas con cubierta de malla sombra (cultivo protegido) y a campo abierto (sin cubierta):

- 1) Cultivo protegido, con malla de 50 % de sombra (Figura 3).
- 2) Sin cubierta (sin sombra).

Análisis Estadístico

Los tratamientos se distribuyeron en parcelas divididas en bloques al azar, la parcela grande fue con cubierta y sin cubierta y la parcela chica fue los diferentes sustratos, con cuatro repeticiones; en total se tuvieron 40 unidades experimentales. Para el análisis de varianza se utilizó el software de Diseños Experimentales de la FAUANL (Olivares, 1994); para los tratamientos con diferencia significativa se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey (< 0.05). La variable densidad de insectos por trampa o planta se transformó con la función $\log(x + 1)$ y se analizó mediante el programa SAS, (SAS Institute, 1997).

Variables de Estudio

Análisis de sustratos. Se utilizó la metodología señalada en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNA7-2000 y se determinó el por ciento de materia orgánica, N, P y K.

Diámetro de fruto. Se clasificaron los frutos por tamaño, determinando tres diámetros: calidad "A" diámetros mayores de 1.6 cm, calidad "B" diámetros entre 1.1 a 1.5 cm y calidad "C" menores de 1 cm. Se utilizó un vernier.

Rendimiento de fruto por planta. Se pesaron el total de frutos de calidad A, B y C producidos en ocho cortes realizados en el ciclo fenológico; se utilizó una balanza digital de 1500 g (Figura 4).

Número de racimos por planta. Se cuantificó el número de racimos por planta.

Altura de la planta. Se midió la planta desde la base del tallo hasta el último brote. Se utilizó una cinta métrica.

Biomasa por planta. Se tomó una planta por tratamiento, se deshidrató a una temperatura de 75°C durante 24 horas, posteriormente se obtuvo el peso seco por planta, se utilizó un horno de secado.

Grados brixs. Se colocó una gota de extracto del fruto en el refractómetro y se tomó la lectura.

Especies de insectos. Se determinaron las especies más importantes asociadas al jitomate silvestre identificándose mediante un muestreo, por medio del monitoreo y con trampas de color amarillo, verde y azul.

Densidad de insectos por planta. Se utilizó el muestreo directo por planta cada semana por las mañanas, se observó el envés de las hojas de la parte aérea, intermedia y baja de las plantas.

Densidad de insectos por trampa. Se realizó el conteo de insectos por medio de monitoreo semanal, con trampas de color amarillo, verde y azul, cada 8 días se cambiaron las trampas.

Dinámica poblacional. Con la ayuda de una lupa 20x se observó en que etapa fisiológica se encontró la plaga determinando los estados de ninfa y de adulto por etapa fenológica del cultivo.



Figura 4. Fruto verde de tomate silvestre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Suelo

Los resultados del análisis de fertilidad del suelo, muestran que el suelo tiene pH alcalino (7.6), carece de problemas de sales, presenta una textura tipo franco-limoso (Cuadro 2), con alto contenido de materia orgánica (4.0%), en cuanto al contenidos de nutrientes (Nitrógeno, Fósforo y Potasio) se presentan contenidos bajos, altos, medios, rico, extremadamente rico (Cuadro 3).

Cuadro 2. Conductividad eléctrica (CE), pH y textura de los tratamientos utilizados en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Tratamientos	C.E.	pH	pH del extracto	Textura
1. Suelo	1.264 dS m ⁻¹	8.27	7.61	Franco-limoso
2. Suelo/lombricomposta	1.013 dS m ⁻¹	7.99	7.89	Franco-limoso
3. Suelo/estiércol	5.06 dS m ⁻¹	8.16	8.03	Franco-limoso
4. Arena/tezontle	1.790 dS m ⁻¹	8.11	7.95	Limosa
5. Arena/lombricomposta/ Estiércol	3.28 dS m ⁻¹	8.39	8.33	Franco-limoso

Cuadro 3. Materia orgánica, nitrógeno, fósforo y potasio de los tratamientos utilizados en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Tratamientos	% de Mat. Orgánica	N (ppm)	P (ppm)	K (ppm)
1. Suelo	4.03 –alto	224 med. rico	0.08 bajo	2876.04
2. Suelo/lombricomposta	5.03- alto	616 extrem. rico	0.05bajo	2138.97
3. Suelo/estiércol	4.3-alto	504 rico	0.05 bajo	8351.37
4. Arena/tezontle	1.34-bajo	336 rico	0.37 bajo	1296.61
5. Arena/lombricomposta/ Estiércol	9.0-muy alto	700 extrem. rico	1.72 bajo	4771.34

El contenido de N, P, K para este trabajo, se utilizó la Norma Oficial Mexicana NOM-021-RECNA7-2000.

Sustratos

Los tratamientos que contienen suelo en el sustrato prácticamente presentan las mismas características del suelo pH, CE y pH del extracto. A excepción del tratamiento de suelo/estiércol que presenta ligera salinidad (5.0 dS m^{-1}).

Variables Evaluadas del Cultivo

Calidad de fruto

El análisis de varianza para el factor de variación sombreado (cultivo protegido con y sin malla sombra) y la interacción con sustratos muestra diferencia no significativa para las variables peso del fruto de calidad A, B y C por planta (Cuadro 4). Para el factor de variación sustratos se encontró diferencia altamente significativa para peso del fruto de calidad A, C y diferencia significativa para peso del fruto de calidad B.

Cuadro 4. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables peso del fruto de calidad A, B y C, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

FV	gl	Peso del fruto A(g)	Peso del fruto B(g)	Peso del fruto C (g)
Repeticiones	5	10164.85	2422.02	5044.29
Sombreado	1	5785.71ns	336.06ns	453.75ns
Error a	5	3651.69	1398.18	4976.35
Sustratos	4	39139.57**	6387.87*	66666.89**
Interacción	4	8139.20ns	2477.19ns	321.76ns
Error b	40	5736.32	1300.32	6287.86
C.V. %		131.84	137.81	115.21

NS. No hay diferencia significativa entre los tratamientos.

*. Existe diferencia significativa entre los tratamientos (0.05 %)

** Existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (0.01 %).

Sombreado

Aunque no se encontró diferencia estadística el tratamiento con mayor rendimiento en cuanto a calidad A, B y C fue el cultivo sin cubierta con 8 % más (Cuadro 5).

Sustratos

La prueba de medias (Tukey) formó dos grupos (Cuadro 5); en el grupo de mayor rendimiento se encuentra el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 151.85 g en calidad A y en calidad B con 57.16 g; el de menor rendimiento fue el tratamiento 3

(suelo con estiércol) con 5.50 g. en A y en B con 2.75 g. el tratamiento 4 (arena con tezontle). En cuanto a la calidad C se generaron 3 grupos obteniendo la media más alta el tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 184.16 g. superando al testigo; el grupo con menor rendimiento fue el tratamiento 4 (arena con tezontle) con 3.91 g.

Cuadro 5. Prueba de medias de las variables peso promedio del fruto de calidad A, B y C por planta en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Tratamientos	Peso del fruto por planta calidad A (g)	Peso del fruto por planta calidad B (g)	Peso del fruto por planta calidad C (g)
Sustratos			
1. Suelo	60.40 b	25.0 ab	184.16 a
2. Suelo con lombricomposta (relación 2:1)	151.85 a	57.16 a	101.83 ab
3. Suelo con estiércol (relación 2:1)	5.49 b	5.66 b	18.33 bc
4. Arena con tezontle (relación 1:1)	20.68 b	2.75 b	3.91 c
5. Arena ,lombricomposta y estiércol (relación 1:1:1)	48.79 b	40.25 ab	184.16 a
Sombreo			
1. Cutivo protegido	47.62 a	23.80 a	66.13 a
2. Cultivo sin cubierta	67.26 a	28.53 a	71.63 a

Medias con la misma letra estadísticamente son iguales, Tukey (0.05).

Grados brixs

Sustratos

En lo general el análisis de los sustratos, se presentan ° brixs a los 3 mejores tratamientos que son: tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 7° brixs seguido del tratamiento 3 (suelo con estiércol) con 6.1° brixs y por ultimo el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 5.8° brixs, superando al final al tratamiento 1 suelo (testigo) con 2, 1 y .7 ° brixs (Cuadro 6 y Figura 5).

Cuadro 6. Comportamiento de grados brixs en 40 días de corte, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

SUSTRATOS	80	88	96	102	109	115	122	130	Med.
	*ddt	ddt							
1. Suelo(testigo)	4.1	4.8	5.6	5.4	5.2	6.1	4.7	5.1	5.1
2. Suelo y lombricomposta (relación 2:1)	5.5	5.4	5.4	5.8	5.2	6.1	6	5.8	5.8
3. Suelo y estiércol (relación 2:1)	-	6	6.1	6.7	6.6	6.7	6	5.1	6.1
4. Arena y tezontle (relación 1:1)	-	-	-	5	5	5.2	4.8	4.5	4.9
5. Arena, lombricomposta y estiércol con cubierta (relación 1:1:1)	6.5	6.7	7.6	7.7	6.5	7.2	6.2	7.9	7
SOMBREO									
1. Cultivo protegido con malla sombra	6.5	5.8	6.1	5.9	5.9	6.2	5.7	6	6
2. Cultivo sin malla sombra	5.3	5.6	6.2	6.3	5.5	6.3	5.3	4.7	5.6

***ddt días después del transplante**

Sombreo

En cuánto al sombreo el cultivo que presentó mayor cantidad de ° brixs fue con malla sombra obteniendo un promedio de 6 y una diferencia de 7 por ciento más en ° brixs (Cuadro 6). Crisanto-Juárez *et al.* (2010) cita que el contenido de sólidos solubles totales varió de 3.8 a 8.9 ° brixs. Los resultados también concuerdan con la variación reportada por Juárez-López *et al.* (2009) entre 5.8 - 8.0 ° brixs y García *et al.* (2009) con (5.43-5.62) para la variedad tipo Bola EF 163, ambos trabajos se consideran complementarios. En este sentido al comparar la variación de sólidos solubles entre los tomates tipo cherry, de los trabajos mencionados se deduce que

aun con las diferencias intrínsecas entre evaluaciones, es factible encontrar mayores concentraciones de azúcares en los tipo cherry que en otros tipos, como concluyeron George *et al.* (2004).

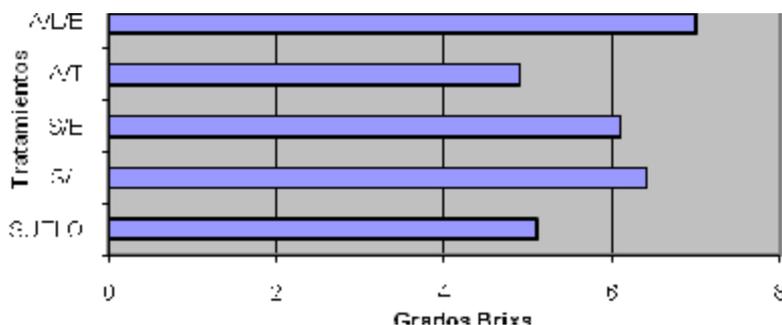


Figura 5. Grados brix en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Parámetros Fisiotécnicos

El análisis de varianza para el factor de variación sombreo (cultivo protegido con y sin malla sombra) muestra diferencia altamente significativa para las variables altura de planta a los 45 y 60 ddt y, diferencia no significativa para altura de planta a los 30 ddt y biomasa (Cuadro 7). Para el factor de variación sustratos muestra diferencia altamente significativa para las variables altura de planta a los 45 y 60 ddt; diferencia significativa para las variables altura de planta a los 30 ddt y biomasa. En cuanto a la interacción solo se encontró diferencia altamente significativa en la variable altura de planta a los 30 ddt.

Cuadro 7. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables altura de planta a los 30, 45 y 60 ddt, biomasa, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

FV	GI	Altura de planta cm (30 ddt)	Altura de planta cm (45 ddt)	Altura de planta cm (60 ddt)	Biomasa g planta⁻¹
Repeticiones	5	3.4059	55.4093	31.50	604.31
Sombreo	1	166.0556ns	247.5058**	1612.90**	4800.01 ns
Error a	5	4.5732	0.8736	1.90	1675.16
Sustratos	4	39.5036*	581.9311**	1870.65**	2304.29 *
Interacción	4	177.9001**	39.6313ns	100.15ns	624.12 ns
Error b	40	4.9635	24.5478	43.36	708.45
C.V.%		15.19	17.48	14.21	41.10

NS. No hay diferencia significativa entre los tratamientos.

*. Existe diferencia significativa entre los tratamientos (0.05 %)

** Existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (0.01 %).

Altura de planta (30 ddt)

Sombreo

La prueba de medias muestra que el tratamiento con mayor altura fue el de malla sombra (16.7 cm), 25 por ciento más que el tratamiento sin malla sombra (12.63 cm) (Cuadro 8).

Sustratos

Se formaron tres grupos, ubicando a los tratamientos de mayor altura: 1. suelo (testigo) con 17.38 cm, 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 16.0 cm y 3 (Suelo con estiércol) con 14.81 cm (Cuadro 8); el tratamiento 4 (arena con tezontle) se ubicó en el tercer grupo de menor tamaño con 11.63 cm.

Interacción Sombreo Vs Sustrato

Considerando los sustratos con sombreado el sustrato testigo (suelo) fue superado por los tratamientos 2 (suelo, lombricomposta) y 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con un 25 por ciento más de altura (Figura 8).

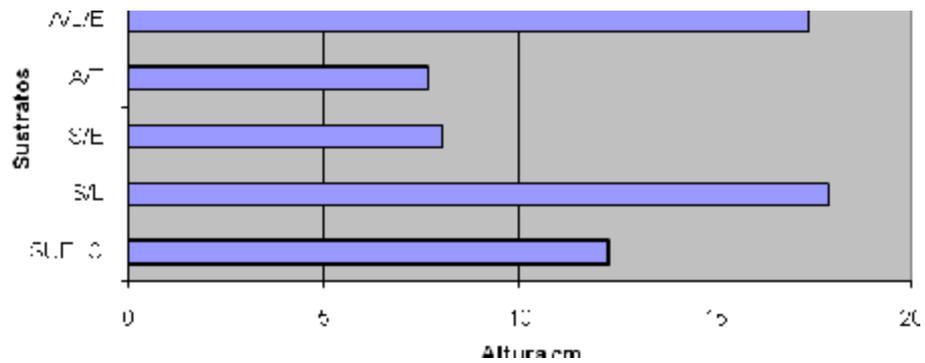


Figura 6. Altura de planta a los 30 ddt con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

En cuánto a la altura a los 30 ddt en los sustratos sin sombreado el sustrato testigo (suelo) supero a todos los tratamientos; el tratamiento 3 (suelo y estiércol) más cercano fue superado con un 1.5 por ciento más (Figura 7).

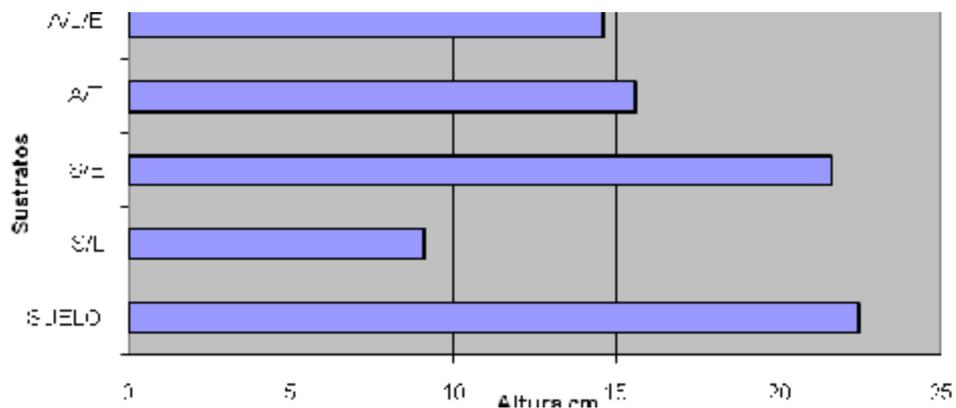


Figura 7. Altura de planta a los 30 ddt sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

La combinación que se encontró en la altura de planta a los 30 ddt de los tratamientos nos muestra que los mejores tratamientos son: tratamiento 3 (suelo y estiércol) y el suelo (testigo) ambos sin sombra, superando a los demás tratamientos; a estos tratamientos les favorece la luz solar y temperatura. (Figura 8). En lo general los tratamientos a los 30 ddt no superan a la altura reportada por Carrillo *et al* (2010) con un promedio de 26.5 cm de altura con fertilización inorgánica, cultivado en invernadero.

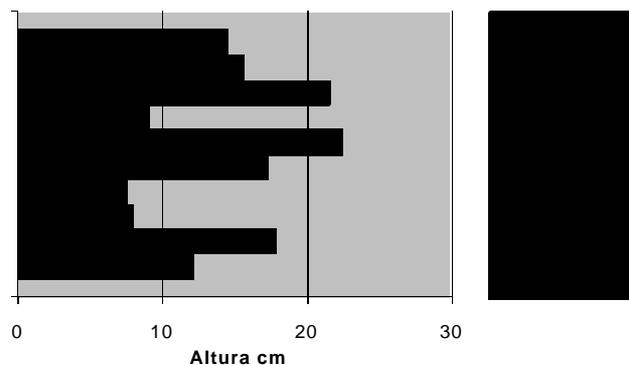


Figura 8. Interacción de la altura de planta a los 30 ddt en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Altura de planta (45 ddt)

Sombreo

La prueba de medias muestra que el tratamiento con mayor altura fue el de malla sombra (30.82 cm), 13.5 por ciento más que el tratamiento sin malla sombra (25.85 cm) (Cuadro 8).

Sustratos

La prueba de medias determinó tres grupos (Cuadro 8), ubicando al tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) y 2 (Suelo con lombricomposta) con mayor altura, 39.75 y 33 cm respectivamente; el tratamiento 4 (Arena con tezontle) se ubico en el tercer grupo con 19.43 cm, siendo el de menor altura.

Altura de planta (60 ddt)

Sombreo

La prueba de medias muestra que el tratamiento con mayor altura fue el de malla sombra (52.70 cm), 23 por ciento más que el tratamiento sin malla sombra (40 cm) (Cuadro 8).

Sustratos

La prueba de medias (tukey) generó tres grupos (Cuadro 8), en el primer grupo incluye a los tratamientos de mayor altura: 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 64.37 cm, 2(suelo con lombricomposta) con 58.57 cm; superando a los demás tratamientos, el tratamiento 4 (arena con tezontle) se ubicó en el tercer grupo de menor tamaño con 27.62 cm.

En lo general el análisis de los sustratos, en cuánto a la altura de planta considerando los 30,45 y 60 ddt los dos tratamientos que alcanzaron mayor altura fueron: tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) seguido del tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) superando al final al tratamiento testigo con 31 y 24 % respectivamente (Figura 9). No superaron a la altura reportada por Carrillo *et al* (2010) con un promedio de 1.5 m de altura con fertilización inorgánica y de crecimiento indeterminado a los 60 ddt.; en cuanto a las dosis de fertilizante orgánico Beltrán (2010) cita que en un estudio con cebolla los valores más altos fueron los tratamientos con una dosis de 1.5 ton ha⁻¹. En altura de planta y ancho de bulbo; a este tratamiento le sigue con valores muy similares el tratamiento con una dosis 3.0 ton ha⁻¹ de (altura de planta y ancho de bulbo) los tratamientos se aplicaron el día de transplante. En cuánto al tratamiento fertilización (testigo) sólo presentó una diferencia significativo en ancho de bulbo.

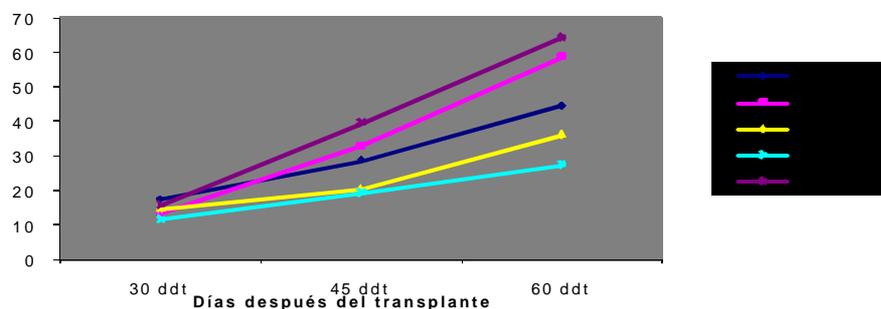


Figura 9. Altura de planta a los 30,45 y 60 ddt en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

En lo general el análisis de los tratamientos con y sin sombreado, en cuánto a la altura de planta considerando los 30,45 y 60 ddt la mayor altura fue para el cultivo con malla sombra superando al final al cultivo sin sombra con un 23 % (Figura 10). El incremento de la altura de las plantas se debe a que la malla sombra a causa del decremento de la temperatura ambiental y la reducción de la diferencia entre las temperaturas diurnas y nocturnas así, como la mayor humedad ambiental, todo lo cual favorece la presencia de un microclima menos variable (Bustamante 2001).

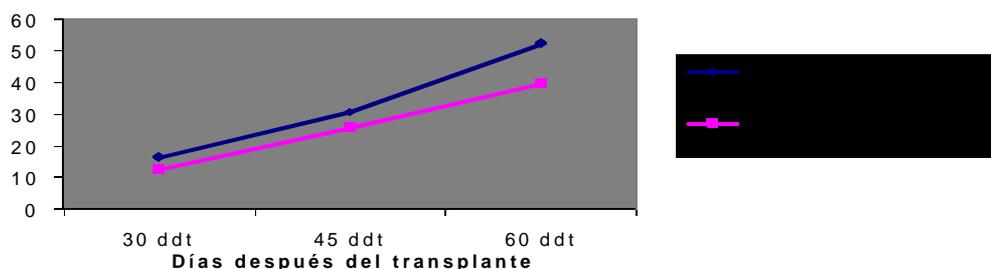


Figura 10. Altura de planta a los 30,45 y 60 ddt con y sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Floración

En cuánto a la floración los primeros tratamientos en florecer con sombra y sin sombra fueron tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) y el tratamiento 3 (suelo y estiércol) a los 26 ddt, en segundo lugar quedaron los tratamientos 2(suelo y lombricomposta) y 1 suelo (testigo) a los 41 ddt al final quedó el tratamiento 4 (arena y tezontle) a los 63 ddt.

Biomasa por planta

Sombreado

La prueba de medias (Cuadro 8) muestra que el tratamiento con mayor biomasa fue el de malla sombra con 75.71 g por planta, 20 por ciento más que el tratamiento sin malla sombra (53.8 g por planta).

Sustratos

La prueba de medias (tukey) muestra que el mejor tratamiento es el 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con mayor producción de biomasa (92 g planta^{-1}). Sólo se determinaron dos grupos y el de menor biomasa fue el tratamiento 1 (suelo) con 50.26 g planta (Cuadro 8). Rodríguez y Cano 2007 citado por Beltrán, 2010 comenta que encontraron en la producción de tomate en invernadero utilizando como sustrato arena + fertilizante, superaron la producción con un 20 % a la mezcla de sustratos que contenían vermicomposta; en cuanto peso, tamaño de fruto, peso seco, índice de cosecha y contenido de nitrógeno y fósforo en hojas, el tratamiento de arena + vermicomposta (50:50 % v: v) igualaron al tratamiento testigo. Los efectos de la

composta en la biomasa son variables ya que mientras unos reportan aumento (Ozores, 1994 citado por Beltrán 2010); otros señalan que no hay efecto (Hortz, 1996, al respecto Rodríguez y Cano, 2007 citado por Beltrán, 2010), señalan que los efectos dependen del material que se composta y del material en su uso.

Cuadro 8. Prueba de medias de las variables altura a los 30, 45 y 60 ddt, biomasa, en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Tratamientos	Altura de planta cm (30 ddt)	Altura de planta cm (45 ddt)	Altura de planta cm (60 ddt)	Biomasa g planta⁻¹
Sustratos				
1. Suelo	17.38 a	28.87 b	44.50 b	50.26 b
2. Suelo con lombricomposta (relación 2:1)	13.50 b c	33.00 a b	58.87 a	54.99 a b
3. Suelo con estiércol (relación 2:1)	14.81 a b c	20.62 c	36.37bc	70.21 ab
4. Arena con tezontle (relación 1:1)	11.63 c	19.43 c	27.62c	56.26 a b
5. Arena, lombricomposta y estiércol (relación 1:1:1)	16.0 a b	39.75 a	64.37 a	92.04 a
Sombreo				
1. Cultivo protegido con malla sombra.	16.70 a	30.82 a	52.70 a	75.71 a
2. Cultivo sin malla sombra.	12.63 a	25.85 b	40.0 b	53.80 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

Componentes del Rendimiento y Rendimiento de fruto

El análisis de varianza para el factor de variación sombreado (cultivo protegido con y sin malla sombra) muestra diferencia no significativa para las variables número de frutos por planta de calidad A, B y C (Cuadro 9); Para el factor de variación sustratos muestra diferencia altamente significativa para las variables número de frutos por planta A, B y C; número de frutos por planta, número de racimos por planta y número de frutos totales por planta y rendimiento por ha. En cuanto a la interacción solo se encontró diferencia altamente significativa en la variable número de frutos por planta de calidad B, número de frutos totales y número de racimos por planta.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables, número de frutos por planta calidad A, B y C, número de frutos por planta, número de racimos por planta, rendimiento de fruto kg planta, rendimiento de fruto kg ha⁻¹ en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

FV	GI	Número de frutos por planta A	Número de frutos por planta B	Número de frutos por planta C	Número de frutos por planta	Numero de racimos por planta	Rendimiento de fruto Kg planta⁻¹	Rendimiento de fruto Kg ha⁻¹
Repeticiones	5	32.0228	35.2415	69.9088	182.40 ns	116.90 ns	4619.70 ns	30461610 ns
Sombreo	1	104.0063ns	348.1096ns	136.8984ns	136.90 ns	18576.1 *	3082.84 **	18004224 ns
Error a	5	27.6228	56.9837	48.6171	249.69	88.89	6460.45	66901932
Sustratos	4	1588.0687**	2866.5625**	20755.2402**	40556.21**	4378.03 **	28319.05 ns	300433088 **
Interacción	4	99.5999ns	1268.8188**	445.9472ns	3975.46**	3600.16 **	14377.34 ns	154672128 ns
Error b	40	23.1927	57.7739	190.4077	440.40	150.56	3999.28	35969632
C.V. %		41.47	38.24	34.01	28.71	25.27	87.85	80.98

NS. No hay diferencia significativa entre los tratamientos.

*. Existe diferencia significativa entre los tratamientos (0.05 %)

** Existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (0.01 %).

Diámetro de fruto

En cuánto al diámetro de fruto con sombra y sin sombra los de calidad A midieron 1.6-1.9 cm, los de calidad B presentaron en su mayoría un diámetro de 1.5 cm y C un diámetro 0.8-1.4 cm. Esto coincide con lo que reporta Carrillo y Chávez (2010) en poblaciones de tomates silvestres con 1.4-1.8 cm.

Número de frutos por planta calidad A

Sombreo

La prueba de medias más alta fue para el tratamiento sin malla sombra con 13.22 frutos por planta (Cuadro 10).

Sustratos

La prueba de medias muestra que el mejor tratamiento fue el 2 (suelo y lombricomposta) con 35.87 frutos por planta (Cuadro 10).

Número de frutos por planta calidad B

Sombreo

La prueba de medias más alta fue para el tratamiento con malla sombra con una diferencia de 25 % mas (Cuadro 10).

Sustratos

La prueba de medias tukey formó 3 grupos la media más alta fue para el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 41 frutos y 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 38.43 frutos; la media mas baja con 1.43 fruto fue para el tratamiento 4 (arena con tezontle) (Cuadro 10).

Interacción

En cuánto al número de frutos calidad B con sombreado, el sustrato suelo (testigo) fue superado por los tratamientos 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 88 por ciento y el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 79 % más de frutos (Figura 11).

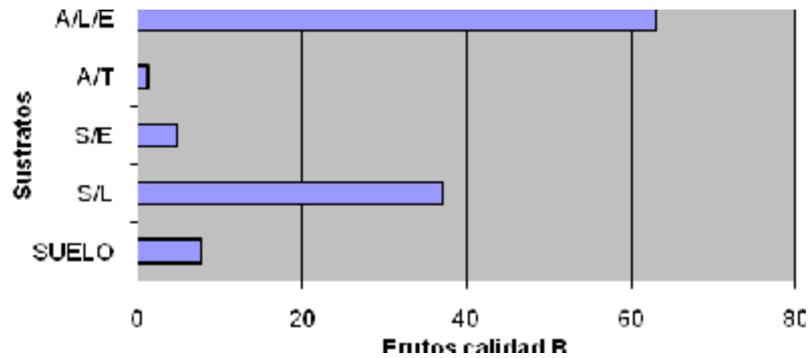


Figura 11. Frutos calidad B con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Considerando el número de frutos calidad B sin sombreado el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) superó al tratamiento 1 suelo (testigo) con 50 % (Figura 12).

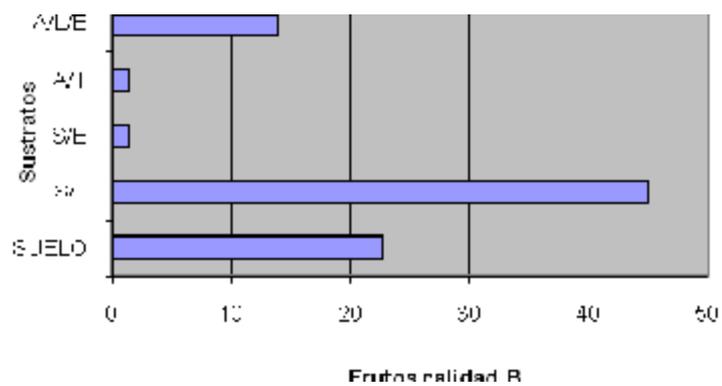


Figura 12. Frutos calidad B sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

La combinación que se encontró en el número de frutos calidad B de los tratamientos nos muestra que los mejores son: tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) sin sombra, tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con sombra superaron los demás tratamientos. Por lo tanto el tratamientos 2 con sombra y sin sombra así como el tratamiento 5 con sombra son mejores para frutos calidad B (Figura 13).

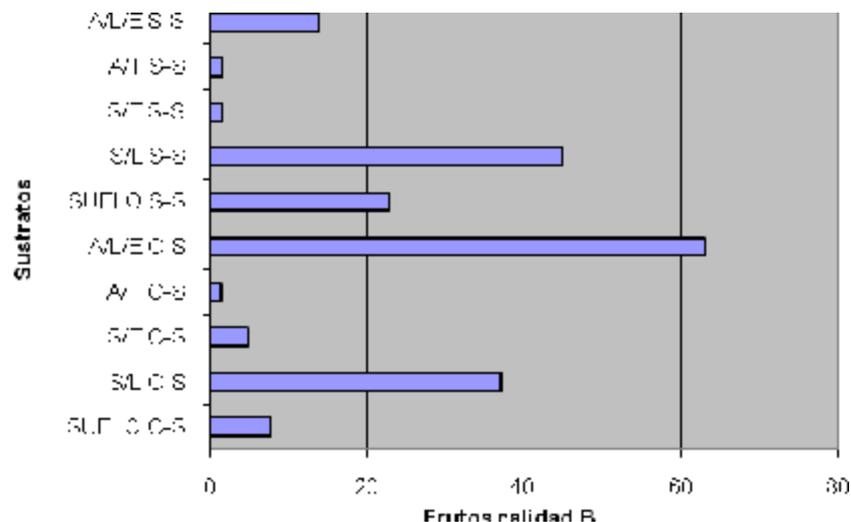


Figura 13. Interacción de frutos calidad B en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Número de frutos por planta calidad C

Sombreo

La prueba de medias mas alta fue para el tratamiento con malla sombra con una diferencia de 16 % más (Cuadro 10).

Sustratos

La prueba de medias más alta fue para el tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 128.31 frutos y la mas baja para el tratamiento 4 (arena con tezontle) (Cuadro 10).

Número de frutos totales por planta

Sombreo

La prueba de medias más alta la obtuvo el tratamiento con malla sombra con un 74.95 (Cuadro 10).

Sustratos

La prueba de medias (tukey) determinó cuatro grupos: en el grupo de mayor rendimiento se encuentra el tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 177 frutos por planta; el de menor rendimiento fue el tratamiento 4 (arena con tezontle) con 7 frutos (Cuadro 10). El promedio de frutos por racimos es de 8 al quinto con 40 frutos esto difiere con lo que comenta Carrillo *et al.* (2010) con un promedio de 46.3 frutos al quinto racimo.

Interacción

En cuánto al número de frutos totales en sustratos con sombreado el tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) supero al menor tratamiento 4 (arena y tezontle) con un 98 por ciento más y al tratamiento testigo (suelo) con 86 % y el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) supero al tratamiento testigo con 70 % (Figura 14).

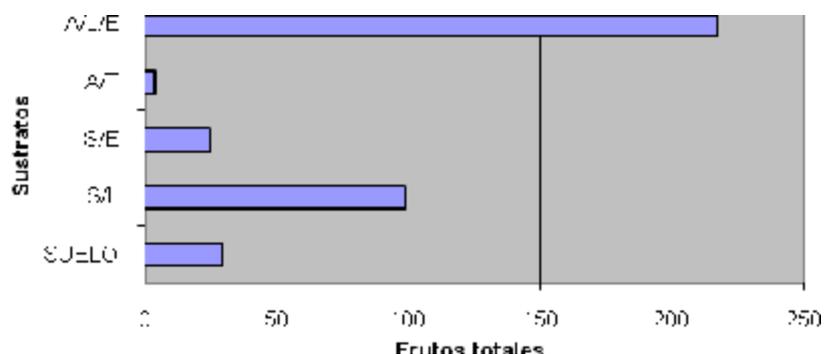


Figura 14. Frutos totales con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Considerando los sustratos sin sombreado en el número de frutos totales, los tratamientos 5 (arena, lombricomposta y estiércol) y 2 (suelo y lombricomposta) superaron al tratamiento 1 suelo (testigo) con un 56 y un 53 % respectivamente (Figura 15).

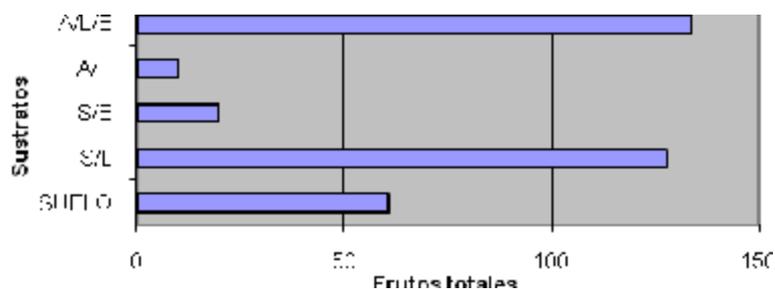


Figura 15. Frutos totales sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

La combinación que se encontró en el total de frutos de los tratamientos nos muestra que los mejores tratamientos son: el 5 (arena, lombricomposta y estiércol) y 2 (suelo con lombricomposta) con la mayor cantidad de frutos, ambos tratamientos fueron mejores con sombra y sin sombra (Figura 16). Beltrán (2010) apunta que algunos productos simples que resultan de la descomposición de la materia orgánica se pierden si no son usados por las plantas superiores o por los microorganismos.

En lo general, entre el 50 y 80 % del nitrógeno aplicado es aprovechado por el cultivo, con lo que implica que entre 20 y 50 % del nitrógeno se pierde con un causante de perjuicio económico y ambiental.

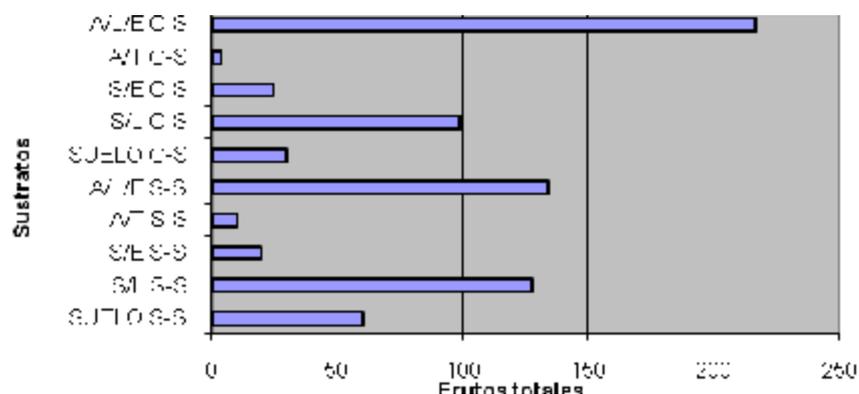


Figura 16. Interacción de frutos totales en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Número de racimos por planta

Sombreo

Después de comparar las medias, la media más alta la obtuvo el tratamiento con malla sombra con 70.10 (Cuadro 10), 63 % más que el tratamiento sin cubierta.

Sustratos

Se compararon las medias de estas variables formándose 4 grupos, muestra que el mejor sustrato fue 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 76 racimos por planta; en el grupo de menor número de racimos fue arena con tezontle. La diferencia entre tratamientos fue 65 % más (Cuadro 10).

Interacción

Considerando los sustratos con sombreado, el tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) y el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) ambos superaron al tratamiento testigo con un 76 y 68 % más (Figura 17).

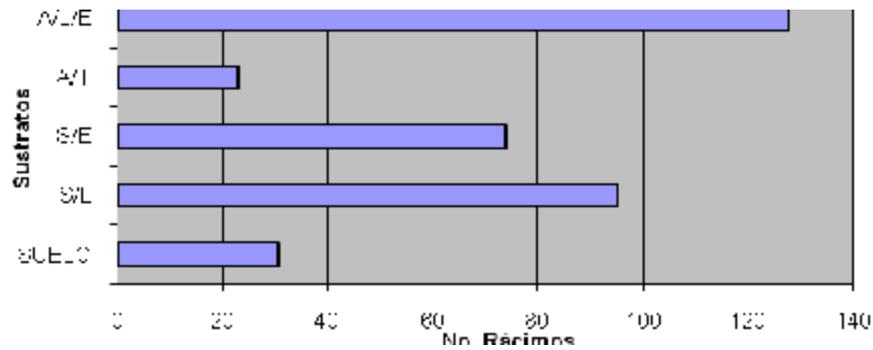


Figura 17. Número de racimos con sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

En cuanto al número de racimos sin sombreado, el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) superó al menor tratamiento 4 (arena y tezontle) con un 55 % y al testigo (suelo) con 7 % más (Figura 18). Beltrán (2010) cita en su trabajo al autor Castellanos *et al.*, (2004) un sustrato orgánico se lixivia el 40 % de N durante el ciclo del cultivo, ocasionando un desbalance nutricional y un abastecimiento de la producción. Además después de 2 meses de transplante, la planta desarrollada con un sustrato de vermicomposta no requiere de fertilizantes porque el sustrato resulta deficiente en nutrimentos lixiviados o absorbidos por la planta.

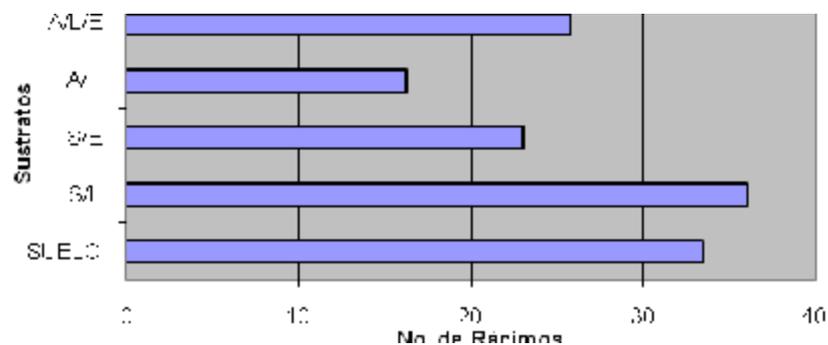


Figura 18. Número de racimos sin sombreado en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

La combinación que se encontró en el número de racimos nos muestra que los mejores sustratos son: el tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) y el tratamiento 2 (suelo con lombricomposta) con sombra obtuvieron los mejores resultados (Figura 19).

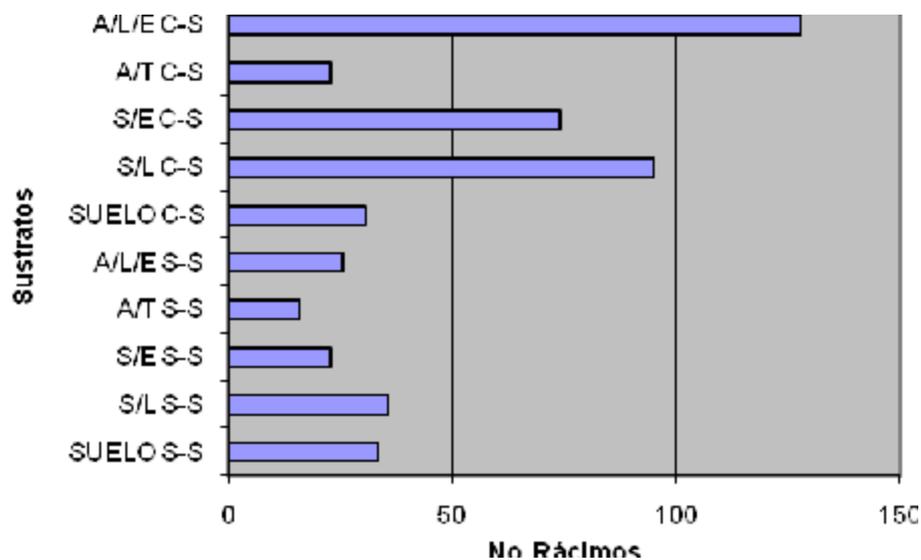


Figura 19. Interacción en el número de racimos en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Rendimiento total de fruto por planta

Sombreo

La prueba de medias más alta la obtuvo el tratamiento con cubierta y una diferencia de 22 % (Cuadro 10).

Sustratos

La prueba de medias (tukey) determinó tres grupos: en el grupo de mayor rendimiento se encuentra el tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 147 g, el de menor rendimiento fue el tratamiento 4 (arena con tezontle) con 7.16 g (Cuadro 10). Beltrán S. L., (2010) comenta que en los tratamientos dónde aplicó lombricomposta, cómo fuente de nutrimento, el crecimiento y producción de cebollitas fue similar a los casos en que se aplica fertilizantes químicos.

Índice de cosecha

En general los tratamientos que presentaron un índice de cosecha mayor que uno son: el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 1.99, tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con 1.59, ambos superaron al tratamiento 1 suelo (testigo) con una diferencia de 22 y 3 % más en la producción de rendimiento (Figura 20).

Los tratamientos con lombricomposta obtuvieron buenos resultados cómo lo cita Beltrán, (2010) señala que promovieron un mayor crecimiento en las plantas

cebollitas cambray en relación al tratamiento con fertilización sintética en las variables de peso seco y altura de planta. La mejor fecha de aplicación es el día del trasplante, así como la calidad y la relación beneficio-costos son igual entre los tratamientos evaluados.

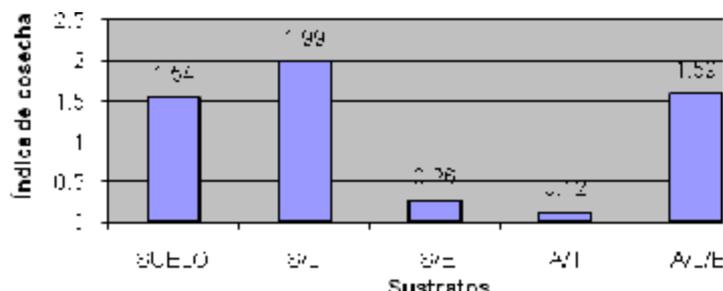


Figura 20. Índice de cosecha en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Rendimiento de fruto por hectárea

Sombreo

La prueba de medias más alta la obtuvo el tratamiento con cubierta (8076) y una diferencia de 17 % más (Cuadro 10).

Sustratos

La prueba de medias (tukey) (Cuadro 10) determinó 2 grupos: en el grupo de mayor rendimiento se encuentran los tratamientos 5 (arena, lombricomposta y estiércol, (relación 1:1:1)) con un rendimiento de fruto de $14,716.87 \text{ Kg ha}^{-1}$ y 2 ((suelo con lombricomposta (relación 2:1)) con un rendimiento de $11,984.62 \text{ Kg ha}^{-1}$, superaron al testigo (suelo) en un 47 % y 35 % más. Los demás tratamientos obtuvieron un rendimiento menor que el tratamiento testigo (suelo); el suelo con estiércol (relación 2:1) un 76.2 % menos, tratamiento 4 (arena y tezontle) 90 % menos; en el tratamiento 3 (suelo y estiércol) uno de los factores que determinaron un bajo rendimiento es el incremento de la conductividad eléctrica a valores superiores a $3.28 \text{ mmhos cm}^{-1}$ (Cuadro 1), y el tratamiento 4 el factor determinante la fertilización que no se aplicó en la fecha adecuada. Beltrán, (2010) concluye que es positivo que los tratamientos con lombricomposta hayan sido estadísticamente iguales que el tratamiento con fertilizante químico debido a que las hortalizas, deben ofrecer ambas partes a los productores (beneficio-costos) los mercados son altamente competitivos.

Cuadro 10. Prueba de medias de las variables, rendimiento de fruto calidad A, B, C, número de frutos totales por planta, número de racimos por planta, rendimiento de fruto por planta y rendimiento de fruto por ha⁻¹ en la producción ecológica de tomate silvestre en diferentes sustratos.

Sustratos	N. de Frutos por planta A	N. de Frutos por planta B	N. de Frutos por planta C	N. de frutos totales por planta	N. de racimos por planta	Rendimiento de fruto Kg planta ⁻¹	Rendimiento de fruto Kg ha ⁻¹
1. Suelo	7.12 b	15.25 b	20.25 bc	45.25 c	32.12 cd	77.65 abc	7765.75 ab
2. Suelo con lombricomposta (relación 2:1)	35.87 a	41.06 a	39.62 b	113.37 b	65.50 ab	109.49 ab	11984.62 a
3. Suelo con estiércol (relación 2:1)	1.75 c	3.18 c	12.68 c	22.25 cd	48.75 bc	18.45 bc	1845.12 b
4. Arena con tezontle (relación 1:1)	2.25 c	1.43 c	2 d	7 d	19.62 d	7.16 c	716.37 b
5. Arena ,lombricomposta y estiércol (relación 1:1:1)	11.06 b	38.43 a	128.31 a	177.62 a	76.75 a	147.16 a	14716.87 a
Sombreo							
1. Cultivo protegido	10 a	22.82 a	42 a	74.95 ^a	70.09 a	80.76 a	8076.64 a
2. Cultivo sin cubierta	13.22 a	16.92 a	38.72 a	71.25 ^a	57.00 a	63.20 a	6734.85 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

Especies de Insectos

Cuadro 11. Especies de insectos que se presentaron durante el desarrollo del cultivo

Nombre científico	Nombre común	Orden	Familia	Hábitos Alimenticios
<i>Bemisia tabaci</i> <i>B. argentifolii</i>	Mosquita blanca	Homóptera	Aleyrodidae	Picador-chupador
<i>Myzus persicae</i>	Pulgón verde	Homóptera	Aphididae	Picador-chupador
<i>Bactericera cockerelli</i>	Paratrioza o psílido del tomate	Homóptera	Psillydae	Picador-chupador
<i>Franklinella occidentalis</i>	Trips	Tisanóptera	Thripidae	Raspador-chupador
<i>Tetranychus urticae</i>	Araña roja	Acarina	Tetranychidae	Picador-chupador
<i>Liriomyza spp.</i>	Minador de la hoja	Díptera	Agromyzidae	Absorbedor
<i>Trichoplusia ni</i>	Gusano Falso medidor	Lepidóptera	Noctuidae	Masticador
<i>Manduca sexta</i>	Gusano del cuerno	Lepidóptera	Sphingidae	Masticador

Estados y Densidad de los Insectos Identificados en Tomate Silvestre

Resultados del análisis de varianza con malla sombra en tomate silvestre

Se encontró diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos de sustratos sobre la cantidad de ninfas de mosca blanca, adultos de araña roja y mostró diferencia no significativa para la variable larva minador, trips adulto, mosca blanca adulto encontrados por planta de tomate silvestre, bajo condiciones de malla sombra (Cuadro 12).

Cuadro 12. Cuadrados medios del análisis de varianza del efecto de sustratos en las variables ninfas de mosca blanca, araña roja, minador larva, trips adulto, mosca blanca adulto en jitomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.

F.V.	GL	Mosca blanca ninfa	Araña Roja adulto	Minador larva	Trips adulto	Mosca blanca adulto
Bloques	8	3.16*	3.28 *	2.30 **	3.03 **	198.43ns
Tratamientos	4	8.31 *	5.71*	0.59 ns	0.05 ns	185.13ns
Error	32	0.66	0.99	0.23	0.21	53.43
C.V. %		94.05	117.48	110.20	129.56	28.77

NS. No hay diferencia significativa entre los tratamientos.

*. Existe diferencia significativa entre los tratamientos (0.05 %)

** Existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (0.01 %).

Mosca blanca ninfa

Se identifican dos grupos de sustratos (Cuadro 13), en su efecto sobre la densidad de ninfas de mosca blanca por planta. El primer grupo incluye aquel tratamiento con la mas alta densidad de ninfas que es: el tratamiento 3 (mezcla de arena, lombricomposta y estiércol) con un valor transformado de 2.40; en el segundo grupo que incluye aquellos tratamientos con el menor número de ninfas encontradas por planta, son: tratamiento 1 suelo (testigo) con un valor de 1.01, tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 0.34, tratamiento 4 (suelo y estiércol) con 0.32, y el tratamiento 5 (arena y tezontle) con un valor transformado de 0.24 ninfas por planta.

Araña roja adulto

Se formaron tres grupos de sustratos (Cuadro 13), en su efecto sobre la densidad de adultos de araña roja por planta. El primer grupo incluye aquellos tratamientos con la mayor densidad de adultos que son: el tratamiento 1 suelo (testigo), con un valor transformado de 1.79, tratamiento 3 (mezcla de arena lombricomposta y estiércol) con un valor de 1.53, estadísticamente el segundo grupo incluye aquellos tratamientos con el menor numero de individuos encontrados por planta que son: los tratamientos 3 (mezcla de arena lombricomposta y estiércol, tratamiento 5 (arena y

tezontle) con un valor transformado de 0.35, y el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 0.33, el tercer grupo comprende los tratamientos que presentaron el menor número de ácaros por planta son: el tratamiento 5 (arena y tezontle), tratamiento 2 (suelo y lombricomposta), y el tratamiento 4 (suelo y estiércol) que obtuvo el menor valor transformado con 0.20 ácaros por planta.

Cuadro 13. Pruebas de medias de las variables ninfas de mosca blanca y araña roja por planta de jitomate silvestre bajo condiciones de malla sombra datos transformados $\log(x + 1)$.

Tratamientos (<i>Sustratos</i>)	Mosca blanca ninfa	Araña roja adulto
1. Suelo.	1.01 b	1.79 a
2. Suelo y lombricomposta (relación 2:1).	0.34 b	0.33 b c
3. Arena, lombricomposta y estiércol (relación 1:1:1).	2.40 a	1.53 a b
4. Suelo y estiércol (relación 1:1)	0.32 b	0.20 c
5. Arena y tezontle (relación 1:1).	0.24 b	0.35 b c

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

Resultados del análisis de varianza sin malla sombra en tomate silvestre

Se encontró diferencia estadística altamente significativa para la variable mosca blanca ninfa entre los diferentes tratamientos de sustratos, diferencia significativa para las variables sobre la cantidad de larvas falso medidor, minador larva, paratriosa adulto, trips ninfa y se encontró diferencia no significativa para las variables gusano del cuerno larva, paratriosa ninfa, pulgón ninfa y adulto; mosca blanca adulto, trips adulto por planta de jitomate silvestre sin malla sombra encontrados por planta de tomate silvestre (Cuadro 14).

Cuadro 14. Cuadrados medios del análisis de varianza del efecto de sustratos en las variables falso medidor larva, minador larva, mosca blanca ninfa y adulto, gusano del cuerno larva, paratriosa ninfa y adulto, pulgón adulto y ninfa, trips adulto en jitomate silvestre.

F.V.	GL	Falso medidor larva	Minador larva	Mosca blanca ninfa	Trips ninfa	Paratriosa adulto	Mosca blanca adulto	Gusano del cuerno larva	Paratriosa ninfa	Pulgón Ninfa	Pulgón adulto	Trips adulto
Bloques	9	1.09 **	2.98 *	3.00*	2.85 *	0.14 **	1.57 *	0.20 ns	0.39ns	0.09ns	0.73*	0.99 ns
Tratamiento	4	0.66 *	2.01 *	6.91 **	2.75	0.18 *	2.64 ns	0.09ns	0.87ns	0.15ns	0.4ns	0.49 ns
Error	36	0.22	0.45	1.61	0.75	0.03	0.76	0.08	0.41	0.10	0.19	0.42
C. V. %		116.09	114.88	131.28	164.82	164.04	28.34	199.41	248.99	326.25	219.29	331.53

NS. No hay diferencia significativa entre los tratamientos.

*. Existe diferencia significativa entre los tratamientos (0.05 %)

** Existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (0.01 %).

Falso medidor larva

Se formaron dos grupos de sustratos (Cuadro 15), en su efecto sobre la densidad de larvas falso medidor por planta. El primer grupo incluye aquellos tratamientos con la mas alta densidad de larvas que son: el tratamiento 3 (mezcla de arena, lombricomposta y estiércol) con un valor transformado de 2.50; seguido del tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con un valor de 1.20 , el segundo grupo incluye aquellos tratamientos estadísticamente iguales con un valor menor que son: el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 1.20 , tratamiento 1 suelo (testigo) con 0.80, tratamiento 4 (suelo y estiércol) con 0.30 y el tratamiento 5 (arena y tezontle) obteniendo el menor valor transformado de 0.20 larvas por planta .

Minador larva

Se formaron dos grupos de sustratos (Cuadro 15), en su efecto sobre la densidad de larvas del minador por planta. El primer grupo incluye aquellos tratamientos con la mas alta densidad de larvas que son: tratamiento 5 (arena, lombricomposta y estiércol) con un valor transformado de 1.09, tratamiento 1 suelo (testigo) con 0.87, estadísticamente iguales en el segundo grupo se incluye a los tratamientos 2 (suelo y lombricomposta) con 0.72, y tratamiento 5 (arena y tezontle) con un valor de 0.26 larvas por planta.

Mosca blanca ninfa

Se identificaron dos grupos de sustratos (Cuadro 15), en su efecto sobre la densidad de ninfas de mosquita blanca por planta. El primer grupo incluye aquellos tratamientos con la mas alta densidad de ninfas de mosquita blanca que son: el tratamiento 3 (arena, lombricomposta y estiércol) con un valor transformado de 1.80, tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 1.68; el segundo grupo incluye aquellos con menor densidad de individuos que son: el tratamiento 1 suelo (testigo) con valor de 0.31, y el tratamiento 5 (arena y tezontle) con un valor de 0.20 ninfas en la planta.

Trips ninfa

Se formaron dos grupos de sustratos (Cuadro 15), en su efecto sobre la densidad de trips ninfas por planta. El primer grupo incluye aquellos tratamientos con la mas alta densidad de trips ninfas que son: el tratamiento 3 (mezcla de arena, lombricomposta y estiércol) con un valor transformado de 1.21; seguido del tratamiento 1 suelo (testigo) con 0.72; el segundo grupo incluye aquellos

tratamientos estadísticamente iguales que son: el tratamiento 1 suelo (testigo), tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con valor de 0.69 trips ninfas por planta.

Paratrioza adulto

Se formaron dos grupos de sustratos (Cuadro 15), en su efecto sobre la densidad de adultos paratrioza por planta. El primer grupo incluye aquel tratamiento con la mas alta densidad de adultos paratrioza que es el tratamiento 3 (mezcla de arena, lombricomposta y estiércol) con valor transformado de 0.34; el segundo grupo incluye aquellos tratamientos con menor densidad de individuos y estadísticamente iguales que son: el tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con valor de 0.069, tratamiento 5 (arena y tezontle) con 0.34, tratamiento 4 (suelo y estiércol) con 0.34 adultos en la planta.

Mosca blanca adulto

Se identificaron dos grupos de sustratos (Cuadro 15), en su efecto sobre la densidad de adultos de mosca blanca por planta. El primer grupo incluye aquellos tratamientos con la mas alta densidad de mosca blanca y estadísticamente iguales que son: el tratamiento 3 (mezcla arena, lombricomposta y estiércol) con un valor transformado de 3.84; seguido del tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) con 3.42, y tratamiento 1 suelo (testigo) con 3.02, y el tratamiento 5 (arena y tezontle) con 2.95 individuos, el segundo grupo incluye aquellos estadísticamente iguales con menor densidad de individuos que son : tratamiento 2 (suelo y lombricomposta) , tratamiento 1 suelo (testigo),tratamiento 3 (arena y tezontle), y el tratamiento 4 (suelo y estiércol) obteniendo el menor valor con 2.41 adultos por planta .

Cuadro 15. Pruebas de medias de las variables larvas falso medidor, minador larva, mosca blanca ninfa, trips ninfa, paratrioza adulto y mosca blanca adulto en jitomate silvestre datos transformados $\log(x + 1)$.

Tratamientos	Falso medidor larva	Minador larva	Mosca blanca ninfa	Trips ninfa	Para- triosa adulto	Mosca blanca adulto
Sustratos						
1. Suelo	0.80 a b	0.87 a	0.31 b	0.72 ab	0.00 b	3.02 a b
2. Suelo y lombricomposta(relación 2:1)	1.20 a b	0.72 a b	1.68 a	0.69 ab	0.06 b	3.42 a b
3. Arena, lombricomposta y estiércol (relación 1:1:1)	2.50 a	1.09 a	1.80 a	1.21 ^a	0.34 a	3.84 a
4. Suelo y estiércol (relación 1:1)	0.20 b	0.00 b	0.00 b	0.00 b	0.03 b	2.41 b
5. Arena y tezontle (relación 1:1)	0.30 b	0.26 a b	0.20 b	0.00 b	0.03 b	2.95 a b

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

Resultados de análisis de varianza con trampas de color en tomate silvestre.

Se encontró diferencia altamente significativa entre los diferentes colores de trampas (amarillo, azul y verde), sobre la cantidad de trips adulto encontrados por trampa en tomate silvestre con malla sombra y sin malla sombra (Cuadro 16).

Cuadro 16. Cuadrados medios de las trampas color amarillo, verde y azul en trips adulto en jitomate silvestre.

F.V.	GL	Trampas con malla sombra	Trampas sin malla sombra
Bloques	8	1.13 **	0.81**
Tratamientos	2	2.04 **	3.76 **
Error	16	0.06	0.06
C.V. %		6.73	4.82

NS. No hay diferencia significativa entre los tratamientos.

*. Existe diferencia significativa entre los tratamientos (0.05 %)

** Existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos (0.01 %).

Trampas amarillas, azules y verdes en malla sombra (trips adulto)

Se determinaron dos grupos en trampas de color (Cuadro 17), en su efecto sobre la densidad de adultos trips por trampa; en el primer grupo se incluyen las trampas con mayor densidad de adultos capturados; la trampa de color amarillo sobresale con un valor transformado de 4.15; seguido de la trampa color azul con 4.10 trips, en el segundo grupo está la trampa color verde con un valor menor de 3.30 trips capturados.

Trampas amarillas, azules y verde sin malla sombra (trips adulto)

Se formaron dos grupos en las trampas de color (Cuadro 17), en su efecto sobre la densidad de adultos trips por trampa; estadísticamente iguales en el primer grupo se incluyen las trampas de color amarillo y verde con un valor transformado de 5.50 y 5.33 trips capturados, en el segundo grupo se encuentra la trampa color azul con menor densidad y un valor de 4.35 de trips.

Cuadro 17. Prueba de medias de las variables con trampas amarillo, verde y azul en el cultivo de jitomate silvestre datos transformados ($\log x + 1$).

Trampa de color	Trampas con malla sombra	Trampas sin malla sombra
1. amarillo	4.15 a	5.50 a
2. azul	4.10 a	4.35 b
3. verde	3.30 b	5.33 a

Medias con la misma letra son estadísticamente iguales, Tukey (0.05).

Dinámica poblacional de plagas encontradas bajo condiciones de malla sombra y sin malla en tomate silvestre

Mosca blanca ninfa con malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta nos indica que se presentaron 3 picos en la población de ninfas de mosca blanca (Figura 21), el primero de ellos se presentó en la etapa de formación de botón floral y floración en la primera semana de agosto, el segundo pico se presentó en la etapa de floración y crecimiento de fruto en la tercera semana de agosto y el tercer pico con mayor densidad de población en la segunda semana de septiembre etapa de fruto verde rayado. Los sustratos que presentaron menor densidad de población son: suelo y lombricomposta, suelo (testigo), suelo y estiércol, y arena con tezontle. Se aplicaron 2 dosis ($1-2 \text{ L ha}^{-1}$) del producto microbioal *phaeaelomyces fumosores*, para controlar las poblaciones de ninfa en la primera semana de septiembre y en la tercera semana de septiembre disminuyendo notablemente la densidad poblacional con la segunda dosis. Lo anterior fue posible al utilizar malla sombra y control microbioal para ninfas de mosca blanca disminuyendo notablemente la densidad poblacional con la segunda dosis.

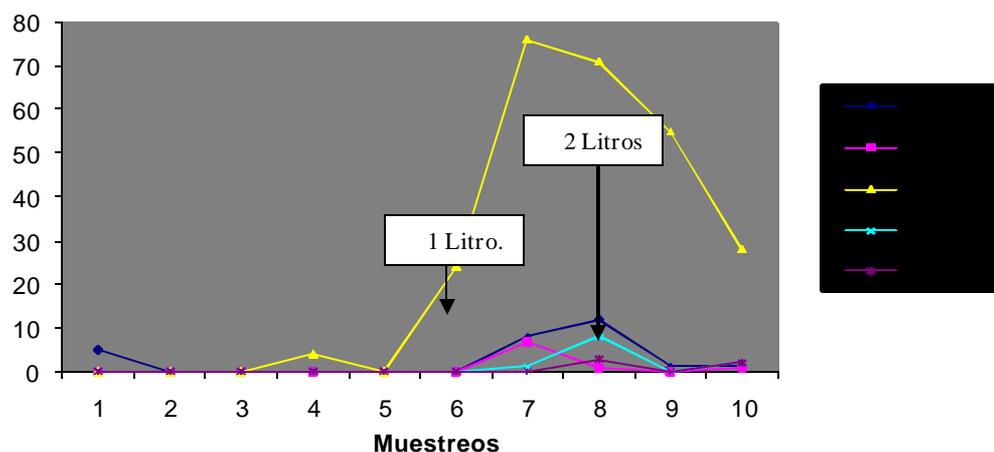


Figura 21. Dinámica poblacional de ninfas de mosca blanca en tomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Arena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Araña roja adulto con malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta indica que se presentaron 3 picos en la población de arañas rojas (Figura 22), el primero de ellos se presentó en la etapa de floración y llenado de fruto en la segunda semana de agosto, el segundo pico se presentó en la etapa de fruto verde en la cuarta semana de agosto y el tercer pico en la segunda semana de octubre etapa de fruto maduro. Los sustratos que no presentaron poblaciones de arañas rojas son: los tratamientos suelo y estiércol, y arena con tezontle. Lo anterior fue posible por las condiciones adecuadas para el desarrollo de esta plaga ya que anteriormente se había presentado en esta área.

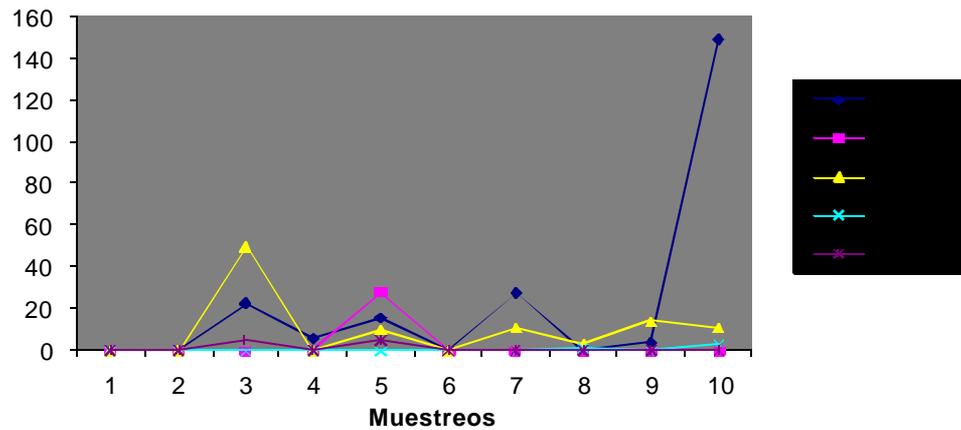


Figura 22. Dinámica poblacional de araña roja en tomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Ar ena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Larva falso medidor sin malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta nos indica que se presentaron 3 picos en la población de larvas falso medidor (Figura 23), el primero de ellos se presentó en la etapa de botón y floración en la primera semana de agosto, el segundo pico se presentó en la etapa de maduración de fruto en la tercera semana de septiembre. Los sustratos que presentaron menor densidad de población sin malla sombra en el muestreo son: los tratamientos suelo (testigo), suelo y estiércol, arena con tezontle. Lo anterior fue producto de no utilizar el uso de trampas para lepidópteros así como el factor determinante la utilización de malla sombra.

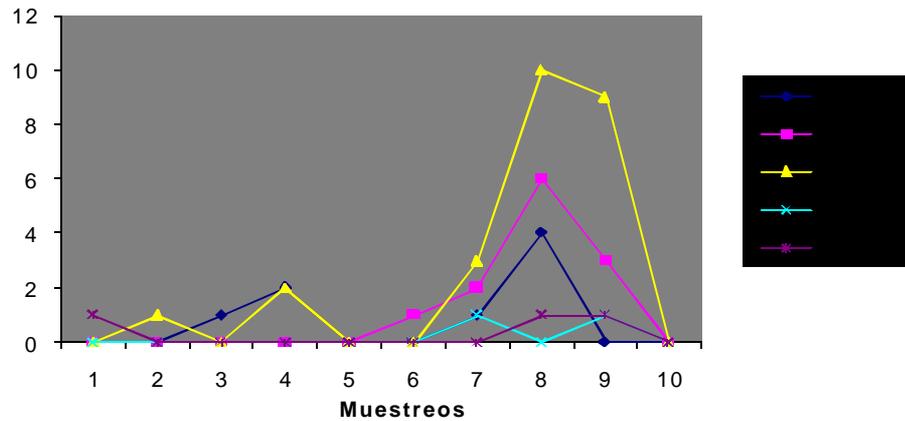


Figura 23. Dinámica poblacional de larvas de falso medidor en tomate silvestre.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Ar ena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Mosca blanca ninfa sin malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta indica que se presentó solamente un pico en la población de ninfas de mosca blanca (Figura 24), con la más alta densidad de población en la segunda semana de septiembre etapa de fruto verde rayado. Los sustratos que presentaron mayor densidad de población sin malla sombra en el muestreo son: mezcla de arena , lombricomposta y estiércol, seguido del suelo y lombricomposta que presentó 2 picos el primero de ellos en la primer semana de agosto en la etapa de formación de fruto y floración y el segundo pico en la primer semana de septiembre etapa de crecimiento de fruto verde mediano .Los tratamientos que presentaron menor densidad de población fueron suelo (testigo), suelo con estiércol, y arena con tezontle. Se aplicaron 2 dosis (1-2 L ha⁻¹) del producto microbial *phaeaelomyces fumosores* para controlar las poblaciones de ninfa en la primera semana de septiembre y en la tercer semana de septiembre. Lo anterior fue posible al utilizar el control microbial para ninfas de mosca blanca disminuyendo notablemente la densidad poblacional con la segunda dosis.

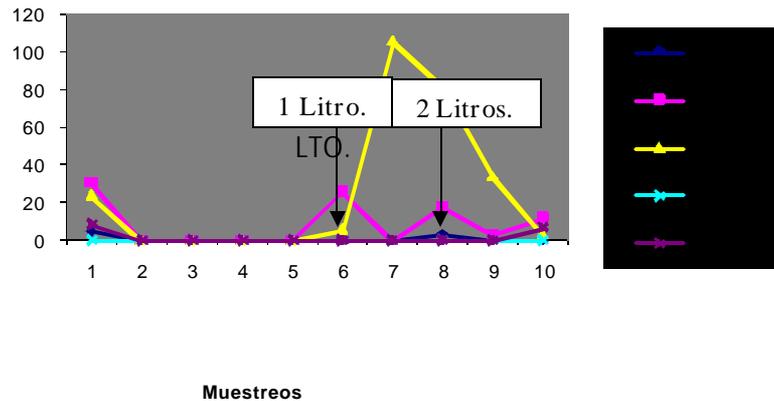


Figura 24. Dinámica poblacional de ninfas mosca blanca sin malla en tomate silvestre.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Ar ena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Mosca blanca adulto sin malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta indica que se presentaron 3 picos en la población de adultos de mosca blanca (Figura 25), el primer pico se presentó con la mayor densidad de población en la primer semana de agosto etapa de floración y formación de fruto. El segundo pico se presentó en la segunda semana de septiembre etapa del crecimiento del fruto verde mediano. Seguido del tercer pico que se presentó en la etapa del primer corte de fruto maduro correspondiente a la cuarta semana de septiembre. El sustrato que presentó menor densidad de población fue arena y tezontle. Lo anterior es posible que sea resultado de la preferencia del insecto debido al buen desarrollo vegetativo de jitomate silvestre en el sustrato arena, lombricomposta y estiércol.

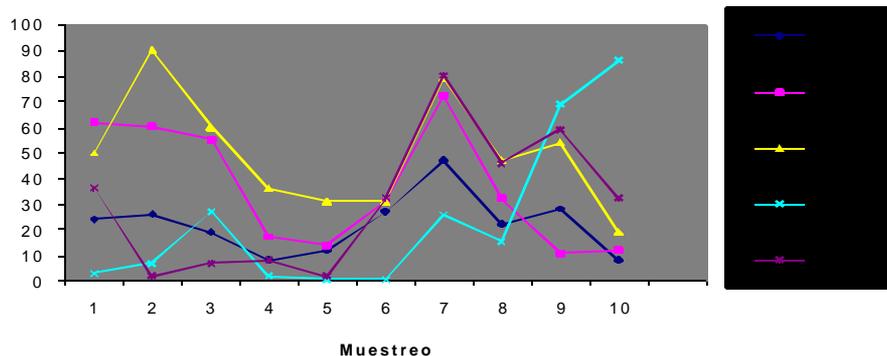


Figura 25. Dinámica poblacional de adultos de mosca blanca sin malla en tomate silvestre.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Arena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Minador larva sin malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta (Figura 26), nos muestra que se presentó un pico de la población larva minador en la etapa de botón y floración, en la segunda semana de agosto con mayor número de individuos. El sustrato que presentó la mayor densidad de población es la mezcla de arena, lombricomposta y estiércol, los tratamientos que mostraron menor densidad de población son: suelo y lombricomposta, suelo (testigo) en la etapa de fruto verde pequeño en la tercera y cuarta semana de agosto. Lo anterior es posible que sea resultado del sustrato adecuado en el desarrollo vegetativo de jitomate silvestre.

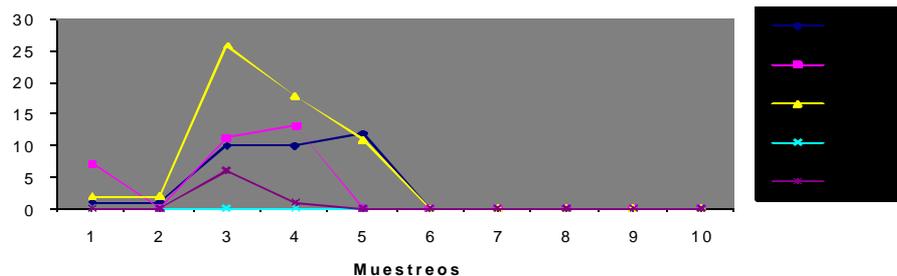


Figura 26. Dinámica poblacional de larvas de minador en tomate silvestre.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Arena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Trips Ninfa sin malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta (Figura 27), indica que sólo hubo un pico en la población de ninfas de trips los cuáles se presentaron en la etapa de botón y floración, en la segunda semana de agosto con mayor cantidad de individuos. Los sustratos que sólo mostraron un pico en la población el tratamiento suelo y lombricomposta, tratamiento suelo (testigo) en la etapa de botón y floración en la primer semana de agosto. Los sustratos que presentaron menor densidad de población sin malla sombra en el muestreo son: tratamiento suelo con estiércol y arena con tezontle. Lo anterior es posible que sea resultado del control natural.

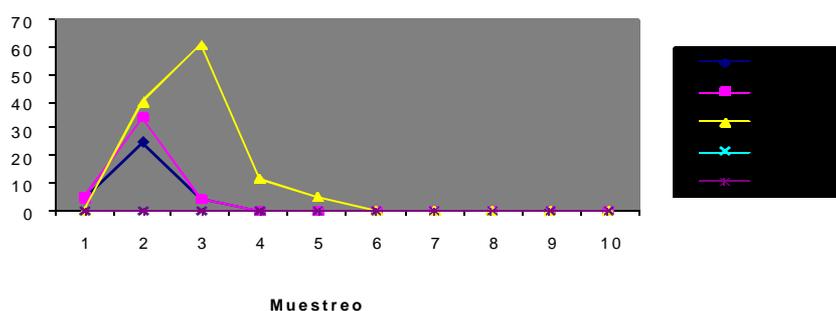


Figura 27. Dinámica poblacional de ninfas de trips en tomate silvestre.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Arena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Paratriosa Adulto sin malla

La dinámica poblacional de individuos muestreados por hoja planta (Figura 28), indica que sólo hubo 2 picos en la población de adulto paratriosa, el primero se presento en la etapa de botón y floración durante 3 semanas del mes de agosto con igual densidad de individuos, el segundo pico se presentó en la tercer semana de septiembre. Los sustratos suelo (testigo), suelo con estiércol y arena con tezontle no presentaron esta plaga. Lo anterior es posible que sea el resultado del efecto de la resistencia del tomate silvestre en combinación con el uso de sustratos.

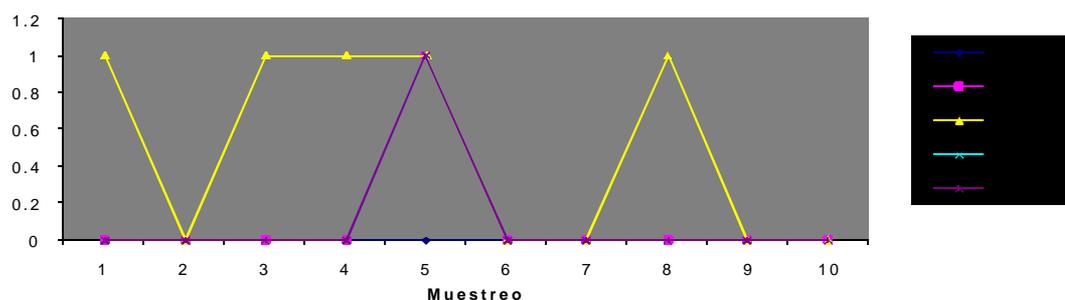


Figura 28. Dinámica poblacional de adultos de paratriosa en jitomate silvestre.

SUELO, suelo testigo; S/L, Suelo y lombricomposta; A/ L /E, Arena, lombricomposta y estiércol; S/ E, Suelo y estiércol; A/ T, Arena y tezontle.

Trampas con malla

La dinámica poblacional de individuos capturados por trampa (Figura 29), indica que la mayor densidad de población se presento en el primer pico correspondiente a la primer semana del mes de agosto en la etapa de botón y floración. La trampa de color amarillo capturó mayor cantidad de adultos trips, seguido de la trampa color azul, la trampa color verde fue la que capturó menor cantidad de adultos trips. Lo anterior es posible que sea el resultado del efecto de termorecepción del insecto con el uso de malla sombra.

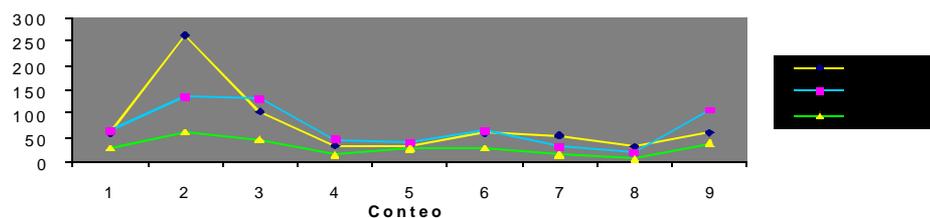


Figura 29. Efectividad de trampas amarillas, verdes y azules para monitoreo de adultos trips en jitomate silvestre bajo condiciones de malla sombra.

Trampas sin malla

La dinámica poblacional de individuos capturados por trampa (Figura 30), nos muestra que se presentó en tres picos de la siguiente manera el primer pico se presentó en la primer semana del mes de agosto en la etapa de botón y floración, el segundo pico en la cuarta semana del mes de agosto en la etapa de fruto verde pequeño, el tercer pico en la segunda semana de septiembre etapa maduración de fruto rayado. La trampa de color amarillo capturó mayor cantidad de adultos trips, seguido de la trampa color verde, la trampa color azul capturó la menor cantidad de adultos. Lo anterior es posible que sea el resultado del efecto de fotorecepción del insecto.

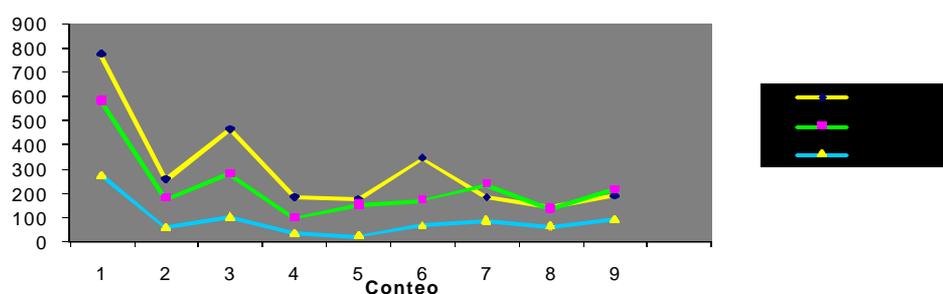


Figura 30. Efectividad de trampas amarillas, verdes y azules para monitoreo de adultos trips en jitomate silvestre.

Cortez-Madrigal (2009), apunta que la incidencia de las diferentes especies de insectos fue baja en condiciones de campo, los resultados de laboratorio y campo indican que el tomate silvestre o Tinguaraque (*S. Lycopersicum esculentum* Mill var. cerasiforme Dunal) presenta resistencia a diversos insectos fitófagos, entre ellos, el psilido de las solanáceas *B. cockerelli*, complejo de áfidos y minadores del género *Liryomiza* spp., y al menos, se encontraron evidencias de posible resistencia a *B. tabaci*. Es probable que con incidencias más altas de mosca blanca las tendencias aquí presentadas sean estadísticamente confirmadas. Indican haber encontrado resistencia a *B. tabaci* en diferentes ecotipos de Tinguaraque colectados en México. Esto difiere con los resultados obtenidos en el presente trabajo en el que reporta un mayor número de plagas en campo y bajo condiciones de malla sombra se presentó menor número de plagas (Sánchez-Peña *et al.*, 2006 citados por Cortez-Madrigal 2009). En México, reportes previos han señalado de manera aislada la resistencia del tomate silvestre hacia diversas plagas del tomate; sin embargo, no se encontraron reportes que muestren evidencias experimentales ni el ecotipo del Tinguaraque evaluado (Pérez *et al.*, 1997 citado por Cortez-Madrigal, 2009). Esto difiere con lo reportado en el presente estudio los resultados obtenidos nos indican que algunas plagas muestran preferencia en el cultivo como mosquita blanca, trips, minadores, falso medidor, g. del cuerno.

El mismo autor menciona que la baja diversidad e incidencia de insectos plaga que ocurrieron en el estudio, es necesario evaluar los injertos contra otras plagas del tomate, incluidos los nematodos. Especies como el gusano del cuerno (*Manduca* spp.), gusano del fruto (*Heliothis* spp.) y gusano alfiler (*Keiferia lycopersicella* Walsingham) no se registraron durante el desarrollo del estudio, por lo que deberían ser consideradas en estudios futuros. De acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo se confirma que el gusano del cuerno también se presenta en este cultivo. Los presentes resultados son el inicio de una línea a seguir en el manejo fitosanitario de hortalizas. Existen diversas regiones de México en donde crecen tomates silvestres (Pérez *et al.*, 1997; Sánchez-Peña *et al.*, 2006 citados por Cortez-Madrigal 2009), los que deben ser explorados y aprovechados para el mejoramiento del cultivo. Y como parte de un manejo integrado de plagas, la resistencia deberá complementarse con otros métodos ecológicos de manejo de plagas como la diversificación vegetal, conservación e incremento de enemigos naturales,

insecticidas microbiales y trampas. (Cortez Madrigal, 2009. <http://www.scielo.org.ve/scielo.mx>,) 2010. De acuerdo con Cortéz-Madrigal, (2009) se complemento el trabajo con el manejo del insecticida microbial *Phaenocarpa f.* y trampas de color amarillo, verde y azul obteniendo buenos resultados con el insecticida microbial y las trampas amarillas, verdes y azules.

Cortez-Madrigal (2009), cita a los autores Eigenbrode y Trumble (1993) en el sentido de que el tomate silvestre presenta resistencia al minador *Liriomyza spp.*, más no con la resistencia al complejo de chinches. Es probable que esas diferencias se deban a la presencia de diferentes especies de estos hemípteros en ambos estudios. Las plagas identificadas coinciden en su mayoría con los mencionados por Cortez-Madrigal (2009), y similares a las reportadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias San Luis Potosí en el Manejo Integrado de las Plagas del chile y jitomate en el altiplano de S. L. P.

CONCLUSIONES

Los mejores tratamientos para la producción de jitomate silvestre var. cerasiforme (Dunal) con malla y sin malla son: los tratamientos 5 (Arena, lombricomposta y estiércol con relación 1:1:1) con una altura (64.37 cm.), número de frutos totales en calidad A, B, y C (177); número de racimos (76.75), rendimiento por planta (147.16) así como en rendimiento por hectárea (14,716.9). En cuanto a ° brixs mostró un alto contenido de sólidos solubles totales (7° brixs) y el tratamiento 2 (Suelo y lombricomposta con relación 2:1) con una altura (58.57 cm.), número de frutos totales en calidad A, B y C (113.37); número de racimos (65.50), rendimiento por planta (109.50) así como en rendimiento por hectárea (11,984.60). En cuanto a ° brixs mostró un alto contenido de sólidos solubles totales (6.4° brixs).

En cuanto a las plagas con malla sombra los tratamientos 5 (Arena, lombricomposta y estiércol (relación 1:1:1)) y 2 (Suelo y lombricomposta (relación 2:1)) fueron los que mostraron mayor densidad de plagas como mosquita blanca, minador y trips a excepción del testigo que mostró una mayor población de arañas rojas además de las mencionadas.

Los tratamientos sin malla sombra en comparación con los de malla sombra mostraron mayor número de plagas, mencionadas anteriormente a excepción de la araña roja así como gusano del cuerno, falso medidor, paratrioza y pulgón en menor población. En general los tratamientos que mostraron menor densidad de plagas fueron los tratamientos testigo, suelo con estiércol y arena con tezontle en relación con todas las plagas identificados en los diferentes estadios.

La trampa color amarilla fue la que mostró excelentes resultados bajo condiciones de malla sombra y sin malla.

El producto microbial que se utilizó para controlar la población de ninfas de mosquita blanca, la dosis 2 L ha^{-1} con buenos resultados.

RECOMENDACIONES

1. Llevar a cabo el experimento en una parcela demostrativa, para verificar los resultados obtenidos.
2. Es una alternativa alimenticia para familias de escasos recursos.
3. Incrementar el área de poblaciones silvestres para la venta de germoplasma criollo.
4. A mediano plazo introducirla en restaurantes gourmet, por su sabor puede llegar a ser muy apreciado.
5. El uso de malla sombra para disminuir la presencia de plagas
6. Modificar fechas de transplante para verificar las plagas que afectan al cultivo en el ciclo correspondiente
7. Realizar el monitoreo directo semanalmente, nos indica el estadio en el que se encuentran las plagas y momento adecuado para tomar aplicar el producto microbial.
8. Determinar el umbral económico de acuerdo a la plaga que se presente y aplicar en el momento adecuado.
9. Controlar ninfas de mosquita blanca con el producto microbial *Phaenocarpa*.
10. El trapeo de insectos es una buena herramienta para monitoreo y con potencial para el control de plagas cómo trips bajo condiciones de malla sombra y sin malla.
11. Utilizar trampas de color amarillo y azul para captura de trips.

LITERATURA CITADA

- Anaya R. S., Romero N. J. 1999. Hortalizas plagas y enfermedades, Ed. Trillas, México, pp. 25-32.
- Bastida T. A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas, Ed. UACH. Dpto. de Preparatoria Agrícola. pp. 2,8-9.
- Beltrán S. L. 2010. Efecto de dosis y tiempo de aplicación de lombricomposta en la producción de cebollita cambray (*Allium cepa*) var. Grano blanco. Tesis profesional, Facultad de Agronomía, UASLP. México. pp.1-2,18-27.
- Bustamante O. J. D. 2001. Bioespacios y la modificación microclimática, alternativa de control del "chino" en jitomate (*L. esculentum* Mill) y otras hortalizas. Simposium el "chino" del jitomate. Horticultura mexicana 8 (3): pp. 22-27.
- Carrillo R. J. C.; Chávez S. J.L. 2010. Caracterización Agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca, Crisanto-Juárez A. U.; Vera-Guzmán A. M.; Chávez-Servia J. L.; Carrillo-Rodríguez J.C. 2010. Calidad de frutos de tomates silvestres de Oaxaca, México, Revista Fitotecnia Mexicana, Vol. 33, Número especial 4. Chapingo, Edo. De México. pp.1-13.
- Cruz R. A. 2003. Manejo integrado del psílido del tomate *paratrioza cockerelli* (Sulc) en pimiento (*Capsicum annum*) bajo condiciones de invernadero. Tesis profesional, Facultad de Agronomía, UASLP. México. pp. 14-18.
- García-Hernández J. L.; Lara-Mireles J. L.; Rodríguez-Ortiz J.C.; Díaz -Gómez O.; Murillo-Amador B.; Rueda-Puente E. O. ,2006. Agricultura conservacionista, alternativa ecológica y económicamente redituable. Editorial Universidad Autónoma de San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 98.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía UNAM. 246 p.
- Garza U. E.; Rivas M. A.; Moreno Ch. J. G., 2007. Manejo integrado de las plagas del chile y jitomate en el Altiplano de San Luis Potosí. S. L. P., México. Folleto para productores Núm. 9.47 Pág.
- IZD-UASLP. s/f. Herbario del Instituto de Zonas desérticas de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí.

- Huerta P.; Chavarín P. J.C., 2002, Manejo Fitosanitario de Ornamentales, Colegio de Posgraduados, Carretera México-Texcoco, Estado de México, pp. 55-64.
- León G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del estado de Chihuahua, México. pp. 30-35.
- Lesur L., 2006. Manual del cultivo del tomate: una guía paso a paso, Ed. Trillas, México pp. 12,13.
- López A., 2008. Manejo Integrado de plagas, Ejido Santa Rita. Río Verde San Luis Potosí.
- López B. O.; Ramírez G. S. I.; Espinoza Z. S.; Villareal F. J.M. Elaboración y Aplicación de Abonos Orgánicos y Lombricomposta. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Universidad Autónoma de Chiapas, Fundación Produce Chiapas, 2009, 72 Pág.
- Nuez F. 1995. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-prensa Madrid, Barcelona, Méx.; pp. 21-28,401-470.
- Olivares S. E. 1996. Diseños Experimentales con aplicación a la experimentación agrícola y pecuaria. Facultad de Agronomía de la UANL. Marín, N.L., México.
- Parrado C. A.; Ubaque L. H. 2004. Buenas prácticas agrícolas en sistemas de producción de tomate bajo invernadero Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Impreso en Colombia. pp. 31-33.
- Piña O.G. 2004. Dosis de Composta en un cultivo de col (*Brassica oleracea* L.) con producción orgánica. Tesis profesional, Facultad de Agronomía, UASLP. México. pp. 1-12.
- Rzedowski J. 1966. Vegetación del estado de San Luis Potosí. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias de la UNAM, México. pp. 8.
- Rodríguez Ortiz, J. C., Rodríguez-Fuentes H., Lara-Mireles, J. L., Loredó-Osti, C. y Alcalá-Jauregui J. A. 2008. Sustratos Alternativos para la Producción Hortícola. Edit. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. San Luis Potosí, S.L.P., México. pp. 7, 12,14, 71-72.
- Rodríguez R. R.; Tabares R. J. M. y; Medina S. J. J. A. 1997. Cultivo Moderno del Tomate, Ed. Mundi –prensa. Madrid, Barcelona, Méx. pp. 139,167.

Romero P. M.; Ramírez V. A.; Pulido S. P.; Ubaque H.; Fuentes L. E.; Gómez S.; Mejía C. J.; Lee R.; Cure José R.; Méndez Hernando; Herrera Jorge; Escobar Hugo; Prieto Giselle 2003. Producción ecológica certificada de hortalizas de clima frío, Ed. Bogotá: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. pp. 63,156-160.

SAS.1997.SAS/STAT user´s guide. SAS Institute, Cary, NC.USA.1028 pág.

Vargas C. D.; Rodríguez G. E; Sánchez G. J. J.; Montes H. S.; Ruiz C. J. A.; Lépiz I. R.; Puente O. P.; Martínez R. J. L. 2005. Colecta de *Lycopersicon* en el occidente de México, Foro Conservación y Uso de los Recursos Fitogenéticos en el Centro y Noroeste de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, Chapingo, Edo. de México. pp. 147-150.

Citas electrónicas

Autor anónimo. Introducción sin duda alguna, el tomate (*Lycopersicum esculentum*). <http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/jitomate> (12-Septiembre-2009).

Autor anónimo.*Solanum lycopersicum*.Wikipedia.<http://es.wikipedia.org/wiki/Tomates> (10-Junio-2008).

Autor anónimo, Perspectivas de futuro para los cultivos protegidos (18-Noviembre-2008). <http://www.horticom.com/pd/article>. (24-Agosto- 2009).

Cortez-Madriral Hipólito (Octubre 15,2009). Resistencia a insectos de tomate injertado en parientes silvestres, con énfasis en *Bactericera cockerelli* Sulc. (hemíptera: psyllidae). <http://www.scielo.org.ve/scielo.mx> (18-October-2010).

Picardi Liliana (Marzo 2002). Tomates silvestres: color y sabor con larga vida. <http://www.fcagr.edu.com.ar> (14-October-2010).

Pinilla Carolina; Di Ruzzal Catalina (Marzo-Abril 2004). La Uchuva-Tattersall. <http://www.tattersall.cl/revista/Rev186/uchuva.htm> (23-Mayo-2008).

Anexo 1. Croquis de los tratamientos sin cubierta.

1	2	3	4	5
4	1	5	3	2
2	5	4	1	3
1	3	2	5	4
3	2	1	4	5
5	4	3	2	1

- 1) suelo testigo
- 2) suelo c/ lombricomposta
- 3) suelo c/ estiércol bovino
- 4) arena c/ tezontle
- 5) arena, lombricomposta y estiércol bovino

Anexo 2.Croquis de los tratamientos sin cubierta.

1	2	3	4	5
5	1	2	3	4
4	5	1	2	3
3	4	3	1	2
2	3	4	5	1
1	2	3	4	5

- 1) suelo testigo
- 2) suelo c/ lombricomposta
- 3) suelo c/ estiércol bovino
- 4) arena c/ tezontle
- 5) arena, lombricomposta y estiércol bovino

Anexo 3. Formato para registrar plagas mandibuladas y masticadores.

REPORTE SOBRE EL MONITOREO DE PLAGAS EN INVERNADERO DE TOMATE

Muestreador: _____ Fecha: _____

DESARROLLO DEL CULTIVO: Prefloración: ___ % Flor _____ % Madurez de frutos: Verde pequeño ___ mediano ___ grande ___ Rosa ___ Maduro ___

A c t i v i d a d e s a n t e r i o r e s a l m u e s t r e o : O t r a s

Fecha de tratamiento previo: _____

Especies	Benéficos	Otro	G. del cuerno		Fal. Medidor		G. soldado	
			H	L	H	L	H	L
Pta. 1								
Pta. 2								
Pta. 3								
Pta. 4								
Pta. 5								
TOTAL								
PROM.								

Especies	Benéficos	Otro	G. del cuerno		Fal. Medidor		G. soldado	
			H	L	H	L	H	L
Pta. 1								
Pta. 2								
Pta. 3								
Pta. 4								
Pta. 5								
TOTAL								
PROM.								

Anexo 4. Formato para registrar plagas picador-chupador.

REPORTE SOBRE EL MONITOREO DE PLAGAS EN INVERNADERO DE TOMATE

Muestreador: _____ Fecha: _____

DESARROLLO DEL CULTIVO: Prefloración: ___ % Flor _____ % Madurez de frutos: Verde pequeño ___ mediano ___ grande ___ Rosa ___ Maduro ___

A c t i v i d a d e s a n t e r i o r e s a l m u e s t r e o : O t r a s

Fecha de tratamiento previo: _____

Especies	Benéficos	Otro	Mosca blanca		Trips		Minador		Pulgón		Paratrioza	
			N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
Pta. 1												
Pta. 2												
Pta. 3												
Pta. 4												
Pta. 5												
TOTAL												
PROM.												

Especies	Benéficos	Otro	Mosca blanca		Trips		Minador		Pulgón		Paratrioza	
			N	A	N	A	N	A	N	A	N	A
Pta. 1												
Pta. 2												
Pta. 3												
Pta. 4												
Pta. 5												
TOTAL												
PROM.												