



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS  
POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y  
VETERINARIA**



**RESPUESTA DEL CULTIVO DE TOMATE EN SUELO BIOFUMIGADO CON  
BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck), ESTIÉRCOL Y ACOLCHADO  
PLÁSTICO**

**Por:**

**Blanca Araceli Ortiz Morales  
Gloria Guadalupe Guel Grimaldo**

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero  
Agrónomo Fitotecnista**

**Soledad de Graciano Sánchez, SLP.**

**Septiembre, 2014**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS  
POTOSÍ  
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y  
VETERINARIA**



**RESPUESTA DEL CULTIVO DE TOMATE EN SUELO BIOFUMIGADO CON  
BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck), ESTIÉRCOL Y ACOLCHADO  
PLÁSTICO**

**Por:**

**Blanca Araceli Ortiz Morales  
Gloria Guadalupe Guel Grimaldo**

**ASESORES**

**M.C. ANTONIO BUEN ABAD DOMÍNGUEZ  
M.C. MIGUEL ÁNGEL TISCAREÑO IRACHETA  
DR. JOSE MARÍN SANCHEZ**

**Soledad de Graciano Sánchez, SLP.**

**Septiembre, 2014.**

El trabajo titulado “**RESPUESTA DEL CULTIVO DE TOMATE EN SUELO BIOFUMIGADO CON BRÓCOLI (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck), ESTIÉRCOL Y ACOLCHADO PLÁSTICO**” fue realizado por Blanca Araceli Ortiz Morales y Gloria Guadalupe Guel Grimaldo, como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

M.C. ANTONIO BUEN ABAD DOMÍNGUEZ \_\_\_\_\_

M.C. MIGUEL ÁNGEL TISCAREÑO IRACHETA \_\_\_\_\_

DR. JOSE MARÍN SANCHEZ \_\_\_\_\_

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P. a 11 de Septiembre del 2014.

## DEDICATORIAS

### **Araceli**

A Dios por darme fuerza y valor para lograr mis metas.

A mis padres Domingo Ortiz Gaytán y Ángela Morales Ruiz por su apoyo incondicional y sobre todo por depositar su confianza en mí.

A mis hermanos José Lino, Ramón, José Alfredo, Ángel Andrés y Eleazar, Por brindarme todo su apoyo y confianza.

A José Alfredo Ortiz Morales por brindarme su apoyo, comprensión, por darme los mejores consejos y que a pesar de que ya no está a mi lado su recuerdo y sus palabras son las que me dan fuerza y me motivan para salir a delante.

A mis tíos, tías, padrinos, madrinas, y familiares, por darme palabras de aliento y motivación.

### **Gloria**

A mis padres María Gloria Grimaldo y Jesús Antonio Guel (†), por que las circunstancias me llevaron hasta donde estoy.

Gracias mama por haber sido padre y madre a la vez, por todos tus consejos y enseñanzas te debo lo que ahora soy.

A mis hermanos: Ana Laura, José Cruz y Juan Roberto por los buenos y también malos momentos que hemos compartido juntos, gracias por acompañarme por esta largo camino; y gracias por permitirme ser un ejemplo para ustedes los quiero mucho.

A mi hermana Zulema Guel por apoyarme, después de tantos años nos encontramos por fin, este es también tu granito de arena, te quiero mucho sis.

A mi tía Josefina Guel por haber estado siempre pendiente de nosotros, a mis primos Anahis, Verence y Carlos por servir de ejemplo para mí, por demostrarme que cuando se quiere se puede.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma de San Luis Potosí en específico a la Facultad de Agronomía y Veterinaria.

Al M.C. Miguel Ángel Tiscareño Iracheta, al M.C. Antonio Buen Abad Domínguez, al Dr. José Marín Sánchez por su tiempo y apoyo durante la realización del presente trabajo, gracias por compartir sus conocimientos.

Al Ing. Francisco Medina Sánchez por las facilidades otorgadas para la realización del presente proyecto en el Rancho “Las Fincas”.

A la Empresa Olefinas por los materiales proporcionados para que este proyecto se llevara a cabo.

A la Junta Local de Sanidad Vegetal de Villa de Arista, en especial al Ing. Guillermo Moreno y Hugo Moreno por la confianza y apoyo brindados para que este proyecto se llevara a cabo.

A nuestros compañeros y amigos de la carrera por todos los buenos momentos compartidos durante estos cuatro años y medio.

Finalmente y no menos importante a los profesores y personal de la facultad por facilitar nuestra estancia.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIAS.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE GENERAL.....	V
ÍNDICE DE CUADROS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE ANEXOS.....	X
RESUMEN.....	XI
SUMMARY.....	XII
INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	3
REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
Origen y Domesticación de Tomate.....	4
Importancia del Jitomate.....	4
Técnicas de Producción.....	5
Agricultura Protegida.....	5
Materia Orgánica.....	6
Efectos de las Enmiendas sobre el Desarrollo de las Plantas.....	7
Estiércol.....	7
Brócoli.....	8
Acolchado Plástico.....	8
Producción de Jitomate.....	11
Clasificación de Cultivares.....	11
Calidad de Fruto de los Cultivares.....	12
Clima.....	12
Siembra.....	13
Cosecha.....	13
Usos.....	13
Patógenos del Suelo.....	13

Cáncer Bacteriano.....	14
Damping-off.....	14
<i>Alternaria solani</i> .....	15
<i>Phytophthora capsici</i> .....	15
<i>Fusarium</i> sp.....	16
Virosis en el Cultivo del Tomate.....	16
Tomato spotted wilt Tospovirus (Virus de la marchitez manchada del tomate, TSVW).....	16
Tomato mosaic Potyvirus (Virus del mosaico del tomate, ToMV).....	17
Desinfección de Suelo.....	17
Métodos Físicos.....	18
Biofumigación.....	19
Variedades Resistentes.....	19
Injerto.....	19
Sistema de Bandejas Flotantes.....	20
Desinfección con Vapor de Agua.....	20
Solarización.....	21
Tratamiento de Agua Caliente.....	22
Alternativas Químicas.....	23
Los Fumigantes.....	23
Los Fungicidas Químicos y Nematicidas.....	23
MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
Localización del Área de Trabajo.....	25
Clima.....	25
Flora.....	25
Fauna.....	26
Desarrollo Experimental.....	26
Tratamientos.....	27
Diseño Experimental.....	27
Análisis Estadístico.....	28
Sistema de Riego.....	28

Soluciones Nutritivas.....	28
VARIABLES EVALUADAS.....	28
RESULTADOS.....	29
Altura de Planta.....	29
Grosor de Tallo.....	30
Ancho de Fruto.....	32
Largo de Fruto.....	33
Peso de Fruto.....	35
Rendimiento del Cultivo.....	36
DISCUSIÓN.....	38
CONCLUSIONES.....	40
Abonos Orgánicos.....	40
Películas Plásticas.....	40
LITERATURA CITADA.....	40

## ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Superficie de agricultura protegida por Estado (AMHPAC. 2008).....	5
2	Descripción de los tratamientos.....	27
3	Análisis de varianza para la variable altura de planta.....	29
4	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre altura de planta.....	29
5	Análisis de varianza para variable grosor de tallo.....	30
6	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre grosor de tallo.....	30
7	Análisis de varianza para variable ancho de fruto.....	32
8	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre ancho de fruto.....	32
9	Análisis de varianza para la variable largo de fruto.....	33
10	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre largo de fruto.....	33
11	Análisis de varianza para variable peso de fruto.....	35
12	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre peso de fruto.....	35
13	Análisis de estadísticos simples para rendimiento de cultivo.....	36
14	Coefficientes de correlación de Pearson para rendimiento de cultivo.....	36
15	Análisis de estadísticos simples para rendimiento de cultivo.....	37
16	Coefficientes de correlación de Pearson para rendimiento de cultivo.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Comportamiento de altura de planta con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.....	30
2	Comportamiento de grosor de tallo con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.....	31
3	Comportamiento de ancho de fruto con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli. ....	33
4	Comportamiento de largo de fruto con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.....	34
5	Comportamiento de peso de fruto con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli. ....	36

## ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre altura de planta.....	44
2	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre grosor de tallo.....	45
3	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre ancho de fruto.....	46
4	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre largo de fruto.....	47
5	Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre peso de fruto.....	48

## RESUMEN

El trabajo se llevó a cabo en el ciclo PV 2012, en predio particular ubicado en Villa de Arista, S.L.P., cuyo objetivo principal fue determinar la respuesta del cultivo de tomate tipo saladet variedad “Sheena” en un suelo tratado con residuos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck) a 0.0 y 4.0 kg, estiércol de bovino a 0.0, 3.0 y 5.0 kg, y tres tipos de película plástica (acolchado B/N calibre 0.80 mils; película transparente calibre 0.80 mils; película transparente calibre 1.50 mils), así como el testigo comercial metam sodio al 42% a dosis de 0.08 Lt de pc., y un testigo absoluto. Se evaluó la efectividad de la biofumigación y solarización con el fin de reducir presencia de organismos patógenos en el suelo e incrementar el rendimiento y tamaño de los frutos. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, grosor de tallo, ancho, largo y peso de fruto. Se utilizó el diseño de bloques completos al azar con 12 tratamientos y tres repeticiones. Los resultados obtenidos indican que en la variable altura de planta el mejor tratamiento fue el 4 (4.0 kg de brócoli y 0.0 kg de estiércol, acolchado plástico B/N); para grosor de tallo el mejor tratamiento fue el 11 (4.0 kg brócoli y 0.0 kg de estiércol, acolchado plástico transparente 1.50 mils); para ancho de fruto el mejor tratamiento fue el 7 (4.0 kg de brócoli y 3.0 kg de estiércol, acolchado transparente de 0.80 mils.); para largo de fruto el mejor tratamiento fue el 10 (4.0 kg de brócoli y 3.0 kg estiércol, película trasparente de 1.50 mils.), y para peso de fruto el tratamiento 7 (4.0 kg brócoli y 3.0 kg estiércol, película transparente 0.80 mils).

## SUMMARY

The work was finished in the cycle PV 2012, in particular property located in Villa de Arista, S.L.P., whose main objective was to determine the response of the tomato crop type Roma variety "Sheena" on a soil treated with residues of broccoli (brassica oleracea) 0.0-4.0 kg, of 0.0 cattle manure, 3.0 and 5.0 kg, and three types of plastic film (padding b & w caliber 0.80 mils; transparent film gauge 0.80 mils; transparent film gauge 1.50 mils), as well as the commercial witness metam sodium dose of 0.08% 42 Lt pc., and an absolute control. Assessed the effectiveness of the biofumigation and solarisation in order to reduce the presence of pathogenic organisms in the soil and increase the performance and size of the fruit. The variables evaluated were: plant height, thickness of stem, width, length and weight of fruit. The complete block design with 12 treatments and three replicates experimental random was used for statistical analysis. Them. The results indicated that the best treatment plant height was 4 (4.0 kg of broccoli and 0.0 kg of manure, mulch plastic b & w); for thickness of stem best treatment was 11 (4.0 kg broccoli and 0.0 kg of manure, transparent plastic padding 1.5 mils); width of fruit for the best treatment was 7 (4.0 kg of broccoli and 3.0 kg of manure, clear padding of 0.08 mils.); for length of fruit the best treatment was 10 (4.0 kg of broccoli and 3.0 kg manure, transparent film of 1.5 mils.), and weight of fruit treatment 7 (4.0 kg broccoli and 3.0 kg manure, transparent film 0.08 mils).

## INTRODUCCIÓN

La superficie de agricultura protegida en México ha crecido de forma acelerada, ya que entre el año 2000 y 2007 creció de 550 a 9500 Ha, un crecimiento de 1727% en 7 años. Siendo el tomate el más cultivado bajo estas condiciones con un 70% de la superficie, del cual 90% es en suelo. Los productores buscan disminuir los costos, y la producción en suelo puede ser una solución para ello. Por otro lado, el cultivo de tomate en condiciones protegidas ha generado serios problemas de enfermedades y plagas, principalmente debido a la falta de rotación de cultivos (Castellanos y Borbón, 2009).

En los últimos años, investigadores de distintos países han concentrado esfuerzos en desarrollar técnicas no contaminantes de desinfección del suelo como la biofumigación sola o en combinación con la solarización (Castellanos y Borbón, 2009).

El creciente uso de pesticidas y fumigantes agroquímicos se ha hecho indispensable para la producción de chile y jitomate. De las diferentes estrategias que se han probado para el control de plagas y enfermedades del suelo, las que han recibido mayor atención son las basadas en la aplicación de productos químicos, debido a que sus efectos suelen ser más rápidos. Sin embargo, esta estrategia es de costo elevado, requiere aplicaciones continuas y solo se justifica su uso en cultivos redituables (Zavaleta *et al.*, 2002) además, dichos productos agroquímicos, son un importante factor de contaminación del suelo, mantos acuíferos y cultivos, así como de daños y repercusiones en la salud debido a su alto grado de toxicidad.

En México, la horticultura es una de las actividades más importantes desde el punto de vista económico y social. Entre las principales hortalizas cultivadas en México se encuentran el jitomate y el chile. Una de las principales limitantes de la producción de estas hortalizas, son las enfermedades bacterianas, fúngicas y virales, las cuales llegan a generar pérdidas en la producción de hasta el 100%. En la mayoría de los casos, las enfermedades son combatidas con aplicación de pesticidas químicos, los cuales resultan altamente tóxicos para el hombre y son poco amigables con el medio ambiente (Zavaleta, *et al.*, 2002).

El gran interés despertado por el control biológico de patógenos de plantas es una respuesta en gran parte a la creciente preocupación de la sociedad acerca del uso de pesticidas químicos. Recientemente se reportó que más de 70 pesticidas incluyendo fumigantes de suelo, han sido detectados en aguas del subsuelo en 38 estados de la unión americana. Un estudio publicado por la agencia estadounidense de protección ambiental (EPA) indica que tan solo en Estados Unidos de 3000-6000 casos de cáncer son inducidos anualmente por residuos de pesticidas en alimentos y otros 50-100 por la exposición durante su aplicación (Elad y Chet, 1995; citado por Herrera y Chet, 1998). El gobierno de muchos países esta cada día más consciente de la problemática del uso indiscriminado de pesticidas químicos en términos de su impacto en el medio ambiente así como su efecto en los agricultores y consumidores de productos agrícolas además de la resistencia que los patógenos han adquirido (Elad y Chet, 1995; citado por Herrera y Chet, 1998).

Dentro de los principales problemas fitosanitarios que presentan los cultivos de chile y jitomate en el estado de San Luis Potosí se encuentra la pudrición de raíz, que puede provocar pérdidas de un 40 a un 70% de plantas cada año, disminuyendo significativamente la producción (Elad y Chet, 1995; citado por Herrera y Chet, 1998).

## **Objetivos**

### Objetivo general

Determinar la respuesta del cultivo de jitomate en suelo tratado con residuos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck) estiércol y tres tipos de plástico.

### Objetivos específicos

1. Conocer el efecto de la biofumigación con residuos de Brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck) y estiércol.
2. Conocer el efecto de la biofumigación con los tres tipos de plásticos.
3. Evaluar la interacción de los residuos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck) estiércol y los tres tipos de plástico sobre el tamaño y rendimiento de jitomate

## **Hipótesis**

1. El cultivo de jitomate se verá afectado con algún tratamiento de brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck) y estiércol en sus componentes de rendimiento
2. El cultivo de jitomate se verá afectado con alguno de los tres tipos de plástico en sus componentes de rendimiento
3. El cultivo de jitomate se verá afectado con la interacción de los residuos de brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck) y estiércol y los tres tipos de plástico sobre el tamaño y rendimiento de jitomate.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### **Origen y Domesticación de Tomate**

El tomate (*Lycopersicon sculentum* Mil.) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas (Esquinas y Nuez, 2001).

La evidencia histórica favorece a México como el centro más importante de domesticación del jitomate, hecho ampliamente aceptado en el mundo científico, ya que la utilización de formas domesticadas en nuestro país, tiene bastante antigüedad, y sus frutos eran bien conocidos y empleados como alimento para las culturas indígenas que habitaban en la parte central y sur de México, antes de la llegada de los españoles (Gil, 2007).

### **Importancia del Jitomate**

Se estima que tan solo dos hortalizas contribuyen con el 50% de la producción en el mundo: la papa y el jitomate, lo cual indica el enorme valor que este último cultivo representa no solo en el comercio, sino también en el sistema alimentario mundial (Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria, 2007).

De acuerdo con Pérez *et al.* (1997) citado por Espinosa (2004), en México el jitomate es una de las principales hortalizas de exportación.

El jitomate es la hortaliza número uno en consumo; por lo tanto el volumen de este producto es el más grande y el más importante en los diferentes mercados nacionales e internacionales. A nivel de Norte y Centroamérica, el consumo per cápita/año es alrededor de los 26.9kg por persona, mientras que a nivel mundial es de 12.6 kg, y en México 18 kg (Fundación Produce Oaxaca, 2007).

## Técnicas de Producción

Las técnicas de producción son muy variables y en los últimos años ha tomado auge hacerlo bajo condiciones de invernadero y malla sombra, con el fin obtener mayor rendimiento y calidad, razón por la cual los países desarrollados ven en esta forma de producción una alternativa económica para automatizar y programar su agricultura intensiva (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Superficie de agricultura protegida por Estado (AMHPAC. 2008).

ESTADO	INVERNADERO	MALLA SOMBRA	SUP. TOTAL(HAS)
Sinaloa	850	1650	2500
B. California N.	120	1100	1220
B. California S.	400	600	1000
Sonora	250	740	990
Jalisco	900	0	900
San Luis Potosí	160	200	360
Puebla	250	50	300
Zacatecas	200	30	230
Guanajuato	200	0	200
Coahuila	170	25	195
Michoacán	140	0	140
Colima	100	0	100
Edo. De México	100	0	100

## 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 distintos tipos. Las mallas empleadas para cubrir completamente

estructuras de invernaderos o estructuras tipo cobertizo, conocidas comercialmente como casa 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 determinando tipo de ellas impiden el paso de los insectos, 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, 2006).

### **Materia Orgánica**

La biosolarización es la combinación de 2 técnicas. Es un proceso de desinfección basado en el uso de una cubierta plástica y diferentes enmiendas orgánicas (residuos de origen animal y vegetal que adicionados a los suelos mejoran sus características químicas, físicas y biológicas) que incrementan la eficacia de la solarización, la cual varía dependiendo de la época en la que se realice. Se diferencia de la solarización en que las necesidades térmicas para ser efectiva son menores, aspecto muy importante para ajustar estos métodos a diferentes calendarios y zonas de cultivo (Bello *et al.*, 2002). Se aplicó por primera vez en invernaderos de pimiento en 1998. Se realizaron ensayos y se determinó la eficacia de diferentes enmiendas y las fechas más adecuadas para el control de los hongos fitopatógenos de suelo.

Se comprobó que la biosolarización ejerce un aceptable control sobre *P. capsici* (Lacasa *et al.*, 2004).

La eficacia de la biosolarización varía dependiendo de la época del año en que se realice. Los mejores resultados en la región de Murcia se obtienen en el mes de agosto (Lacasa *et al.*, 2004), suponiendo esto pérdidas económicas por la reducción del periodo del cultivo. También se han observado buenos resultados de control iniciando la biosolarización a principios de septiembre (Guerrero *et al.*, 2004) y repitiendo el proceso durante 2 o 3 años consecutivos. (Guerrero *et al.*, 2004b, 2005, 2006, 2007).

Respecto a las enmiendas orgánicas, el estiércol fresco de oveja proporciona buenos resultados cuando se aplica por varios años consecutivos (Guerrero *et al.*, 2004), pero la región del Campo de Cartagena está declarada “zona vulnerable a la contaminación por

nitratos” por el Decreto 390/1998. Este reglamento restringe las aportaciones de nitrógeno al suelo a 170 kg/año por hectárea, cantidad bastante limitada para llevar a cabo una desinfección eficaz mediante biosolarización. El abono verde de brasicas tiene un buen efecto biocida por la producción de glucosinolatos (Brown y Morra, 1997), aunque no siempre resultan eficaces; Coelho *et al.* (1999) no obtuvieron un aumento de la eficacia de la solarización con la aplicación de col en el control de dos especies de *Phytophthora*.

Stapleton y Bañuelos (2009), describen las brasicas como posibles enmiendas de suelo por su poder de liberación de isotiocianatos durante la descomposición de la materia orgánica. Este método parece ser efectivo como desinfectante de suelo al iniciar la solarización en noviembre (Martínez *et al.*, 2010). Los pellets de brasicas (subproductos del proceso de extracción de los aceites de las semillas) han mostrado eficacia en el control de los patógenos del suelo (Lazzeri *et al.*, 2004).

### **Efectos de las Enmiendas sobre el Desarrollo de las Plantas**

En invernaderos con cultivos ecológicos y sin patógenos en el suelo, se observaron diferencias al realizar enmiendas al cultivo, siendo la enmienda con restos de brócoli y el estiércol semicompostado las que generaron plantas más altas (Guerrero *et al.*, 2008).

### **Estiércol**

Castellanos, (1985) menciona que la materia orgánica desempeña un papel importante en la estabilidad estructural del suelo. Por esta causa, después de su aplicación existe un mejoramiento en la estabilidad del mismo. El humus que se obtiene de la descomposición de la materia orgánica del estiércol aplicado al suelo, presenta la propiedad de aportar una gran cantidad de nutrientes que son aprovechados por las plantas, constituye también un material indispensable y de suma importancia ya que mejora las propiedades físicas del terreno.

Edmond, (1984) señala que la aplicación de estiércol provee iones esenciales a los organismos del suelo y a las plantas cultivadas. El estiércol es un fertilizante que aporta,

sobre todo, nitrógeno y potasio. La liberación de estos nutrientes ocurre con mayor rapidez cuando el suelo proporciona condiciones de calor y humedad adecuada para la descomposición microbial.

### **Brócoli**

El brócoli pertenece a la familia Cruciferae, su nombre científico es *Brassica oleracea*, L. var *italica* Plenck., planta similar a la coliflor, aunque las hojas son estrechas y más erguidas, con peciolo generalmente con los bordes más ondulados, así como nervaduras más marcadas y blancas, pellas claras o ligeramente menores de tamaño, superficie más granulada, y constituyendo conglomerados parciales más o menos cónicos que suelen terminar en este tipo de formación en el ápice, en bastantes casos muy marcada.

El brócoli ha sido calificado como la hortaliza de mayor valor nutritivo por unidad de peso de producto comestible. Su aporte de vitamina C, B2 y vitamina A es elevado; además suministra cantidades significativas de minerales (Hortosabor, 2001).

### **Acolchado Plástico**

Melones, tomates, chiles, pepinos, calabacita, berenjena, sandía y otras, son hortalizas que han mostrado incrementos significativos en lo que respecta a precocidad y rendimiento con el uso del acolchado. Con respecto al rendimiento se reporta que el incremento se puede duplicar o hasta cuadruplicar dependiendo el cultivo y la región.

Otro efecto benéfico con el uso de acolchado es la mejora de la calidad de frutos, esto debido a que no hay contacto de los frutos con el suelo y por lo tanto el fruto no se mancha o se pudre. Además de estos beneficios directos con el uso del acolchado, se aprovecha mejor el agua y fertilizantes aplicados y se evita la presencia de malezas cerca de la planta que son competencia con el cultivo (Martinez., 2006).

Con la incursión de nuevas resinas, pigmentos y aditivos, la plasticultura ha evolucionado drásticamente para contribuir con sus beneficios en la productividad, ahorro en costos fijos por hectárea y en manipular a la planta para obtener precocidad y

una mejor ventana de mercado. Cada cultivo hortícola requiere diferentes efectos para que la planta se desarrolle mejor, obtenga más y mejores frutos, por lo que el acolchado agrícola tiene un papel muy importante en la manipulación de los efectos que requiere la planta, tales como: control de insectos, ahorro de agua, ahorro de herbicidas y mano de obra, transmisión de temperatura a la raíz, control de nemátodos con temperatura, menor temperatura en el lomo de la cama para reducir el estrés, por mencionar algunos.

Los acolchados reflectivos en calibre delgado mejoran significativamente la productividad y el costo por hectárea relativamente bajos, adicionalmente se presenta la opción de las películas micro perforadas que reducen la temperatura en el lomo de la cama (efecto chimenea), lo cual provoca un menor estrés en la planta y mejor desarrollo de la misma (Moreno *et al.*, 2006).

El acolchado incrementa la temperatura del suelo y propicia mayor asimilación de nutrientes, lo cual influye en el incremento del agua en los tratamientos sin acolchar. En el uso de acolchado plástico se obtienen los más altos valores de producción de chile verde, esto significa que es diferente al cultivo sin acolchar (Inzunza *et al.*, 2006).

Mendoza, (1999) realizó un trabajo de investigación en sandía con los tratamientos, siembra directa, trasplante a 2 hojas verdaderas, trasplante a inicio de guía, con y sin acolchado; en los tratamientos con acolchado la lámina de riego fue de 52.1 cm cuando se trasplantó a inicio de guía, mientras que cuando éste se realizó a 2 hojas verdaderas, la lámina de riego se incrementó hasta 62.5 cm, en ambos casos la lámina de riego se redujo en aproximadamente 40%, en comparación a la condición de donde no se acolchó.

Con la tecnología de fertirriego y el acolchado plástico se incrementa el rendimiento desde 7% comparado con el método y fórmula tradicional, y hasta 55% comparado con el sistema de temporal de la región. La densidad de población de 22,300 plantas (1.5m x 0.30m) por hectárea con acolchado plástico incrementa el rendimiento en 27.5% con respecto a la densidad de población de 16,750 plantas por hectárea con acolchado y 41.2% en relación con el tratamiento sin acolchado. El sistema de fertirrigación con acolchado plástico es económicamente más atractivo que sin acolchado (López y Mirafuentes, 2004).

En cultivo de tomate con acolchado más riego por goteo, se incrementa el rendimiento hasta en  $26.7 \text{ tha}^{-1}$  (39 %) y se ahorran  $1,800 \text{ m}^3$  de agua (8,000 vs. 6,200) con respecto a suelo desnudo y riego por superficie, así mismo se incrementa el beneficio económico para los agricultores de tomate hasta en 145% (López y Mirafuentes, 2004).

El efecto del color de las películas de acolchado varía en su respuesta a las condiciones climáticas del lugar y del cultivo. Con base en la experiencia adquirida, cada región ha ido seleccionando un color determinado para cultivos específicos. En CIQA (Centro de Investigación de Química Aplicada), en Saltillo, Coahuila ha sido reiteradamente demostrado que la mayoría de los cultivos responden mejor al acolchado color blanco. También se sabe de la existencia de la interacción color de la película de acolchado por año, lo que significa que un color de película puede tener un efecto diferente en años distintos en un mismo cultivo (Ibarra *et al.*, 2004).

Trabajos realizados en lechugas para fines de invierno, con film transparente mostraron las más altas temperaturas de suelo lo que se tradujo en una precocidad de 8 días respecto al testigo. Aunque el análisis económico indicó que los costos aumentaron en un 50% respecto al testigo, los mayores ingresos obtenidos determinaron una rentabilidad superior al testigo en todos los casos, (Berardocco, 2012).

### **Producción de Jitomate**

El tomate es la hortaliza más difundida en todo el mundo y la de mayor valor económico, su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años se debe principalmente al aumento en el rendimiento y en menor proporción al aumento de la superficie cultivada. El tomate en fresco se consume principalmente en ensaladas, cocido o frito y en menor escala como encurtido (FAO, 2008).

## **Clasificación de Cultivares**

Gil (2007) expone la siguiente clasificación de las plantas de tomate con base a los hábitos de crecimiento. El tomate de hábito de crecimiento determinado, desarrolla la primera inflorescencia y un nuevo punto de crecimiento en la forma normal; pero también hay una tendencia en las subsiguientes ramas laterales, a determinar en una estructura floral, en donde no habrá el desarrollo de un nuevo punto de crecimiento. En estas plantas, el desarrollo vegetativo es limitado y se detiene para finalizar en un racimo floral que produce la forma característica de hábito arbustivo.

El hábito indeterminado se usa para describir el tipo de crecimiento simpódico en donde una yema lateral, está siempre disponible a continuar el desarrollo vegetativo. Con esta disposición el crecimiento vegetativo es continuo, así que esta clase de plantas bajo condiciones ideales de humedad y temperatura crecerían en forma indefinida, manifestándose como plantas perenes.

De acuerdo con Rodríguez *et al.* (2006), también es importante seleccionar el material para una región específica, de acuerdo con el tiempo de maduración. En la actualidad se reconocen tres tiempos de maduración (días después del trasplante):

- Precoz: 65-80 días.
- Intermedio: 75-90 días.
- Tardío: 85-100 días.

## **Calidad de Fruto de los Cultivares**

De acuerdo con Cuartero (1995); Anastasio y Abad (1997); González (1998); citados por González *et al.* (2004) existen dos parámetros de calidad de los productos hortícolas comestibles:

Parámetros externos. Son aquellos que el consumidor valora antes de realizar la compra, a continuación se mencionan:

- Color
- Forma
- Tamaño
- Consistencia
- Presentación

Parámetros internos. Son evaluados por el consumidor posterior a la compra, ya sea al consumir los productos o con posterioridad:

- Aroma
- Sabor
- Textura

### **Clima**

El Jitomate es una planta versátil que crece bien en casi todos los terrenos y climas, su límite lo establecen las heladas bajo las cuales muere, otro factor que puede afectar su crecimiento son los vientos fuertes y secos. Prefiere los terrenos neutros, pH de 7, sueltos y bien drenados, con un contenido de caliza ideal para su desarrollo, la tierra rica en nutrientes y en especial el estiércol bien descompuesto favorece el engrosamiento de los frutos (Campo Potosino, 2011).

### **Siembra**

La siembra por trasplante se realiza al aire libre en un lugar protegido de los rayos directos del sol y de los vientos. Lo mejor es utilizar un invernadero o una cajonera con tapa de cristal; para preparar el semillero, se ponen en remojo 24 horas, después se lavan bien y se dejan en la sombra hasta que secan (Campo Potosino, 2011).

### **Cosecha**

El corte es manual, cuando los jitomates empiezan a tomar un tono rallado; el valor nutritivo y el perfume son mayores cuando el tomate madura al sol en pleno campo (Campo Potosino, 2011).

## **Usos**

Su principal utilización es ensaladas y jugo en fresco, la industria alimenticia actual procesa los jitomates de infinidad de formas, desde jugos, purés, conservas de jitomates enteros y pelados, fritos, en componentes de diversas salsas picantes o dulces, mermeladas, esencia para la elaboración de alimentos, saborizantes y otros productos (Campo Potosino, 2011).

## **Patógenos del Suelo**

Las enfermedades fungosas del suelo, económicamente son de las más importantes que atacan al cultivo del tomate. En la actualidad hay varios cultivares resistentes a las enfermedades fungosas del suelo (Ramírez y Saíns, 2010). Humedades elevadas y temperaturas de 25 a 27° C permiten el desarrollo óptimo de las micosis; las corrientes de aire se encargan de dispersar el inoculó de los cultivos. Así también, el exceso de humedad en el suelo o en el sustrato provoca el desarrollo de enfermedades, tales como *Fusarium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*, ya sea de forma independiente o en complejo, atacando principalmente la raíz y cuello de la planta (Ramírez y Saíns, 2010).

## **Cáncer Bacteriano**

También conocido como *Clavibacter michiganensis*, es una enfermedad muy destructiva por lo que es recomendable tener mucho cuidado al momento de adquirir la semilla y preparar el sustrato; el ataque puede ser sistémico o superficial, de tal manera que se tienen pérdidas en el área fotosintética, marchitamiento o muerte de la planta. Las plantas son susceptibles en cualquier fase de desarrollo, y una vez afectadas las plántulas, pueden morir rápidamente o producir plantas poco vigorosas o achaparradas (Jiménez, 2009).

Los primeros síntomas de la enfermedad son marchitez, rizado y bronceado de las hojas, a menudo en un solo lado de la planta. Si se practica un corte en el tallo puede observarse decoloración café en el elemento vascular. Los síntomas se dividen en: superficiales (por colonización bacteriana de tejidos superficiales, y sistémicos, por

invasión bacteriana del tejido vascular). Aparecen lesiones necróticas de hasta 6 mm de diámetro en la superficie de las hojas viejas superiores, o puntos circulares ligeramente protuberantes de 3 mm de diámetro. Pueden observarse manchas similares en tallos y pecíolos.

### **Damping-off**

La secadera de las plántulas o damping-off es responsable de la reducción de número de plántulas, la uniformidad de desarrollo y el rendimiento en muchos cultivos hortícolas. *Rhizoctonia solani*, entre otros patógenos, frecuentemente causan enfermedades en plántulas del tomate. Excepto por fumigación con biocidas de amplio espectro o mediante el uso de suelo esterilizado o tratado con fungicidas apropiados, el control de estos patógenos ha sido posible en plantíos de siembra directa o en invernaderos. La enfermedad generalmente se presenta en grupos de plántula en un surco o en áreas circulares. La sintomatología consiste en una podredumbre de cuello de la raíz que provoca la caída de las plántulas sobre el sustrato (Ramírez y Saíns, 2010).

### ***Alternaria Solani***

Esta enfermedad se presenta principalmente cuando se tiene una condición ambiental favorable de alta humedad relativa mayor del 70% por periodos de ocho a doce horas durante la noche, seguida de periodos secos durante el día, con temperaturas entre los 20 a 25°C. El ataque es más severo cuando las plantas están estresadas por un abundante fructificación o por deficiencias nutricionales. Los síntomas se presentan en cualquier época del desarrollo del cultivo, pero es más grave la enfermedad durante el periodo de fructificación. En hojas inicialmente aparecen manchas circulares o angulares de color café o negro que aumenta de tamaño y forman anillos concéntricos estos pueden unirse y dañar toda la hoja. Cuando el ataque es severo las hojas atacadas se tornan amarillentas y se caen. En ramas y tallos las lesiones son alargadas con anillos concéntricos; en ocasiones los rodean, lo que debilita los tallos que por el peso del fruto llegan a caer. En frutos las lesiones son hundidas y oscuras con anillos concéntricos, generalmente en la

base del fruto cuando las lesiones tienen aspecto seco se puede notar esporulaciones del hongo. El tizón temprano ha ocasionado pérdidas hasta del 30% (Hernandez, Nieto y Navarro, 2010).

### ***Phytophthora Capsici***

Sus ataques están en relación con defectuosas condiciones de cultivo y con temperaturas no muy elevadas (25°C la óptima). Micosis que puede alcanzar a los frutos cuando están tocando el suelo o hay salpicaduras por lluvias u otro procedimiento (Tello y del Moral, 1995).

Por debajo o por arriba de la superficie del suelo se desarrollan lesiones de color café que eventualmente puede ceñir el tallo o la raíz. Estas lesiones se vuelven largas y hundidas. Una coloración café chocolate interna en el sistema vascular se extiende por debajo y por arriba de estas lesiones café hundidas a una corta distancia, en ocasiones el tallo o raíz pueden pudrirse. La infección inicial por el hongo es favorecida por moderados niveles de humedad, después de esto las condiciones de suelo mojado son esenciales para el rápido desarrollo de la enfermedad (Ramírez y Saíenz, 2010).

### ***Fusarium Sp***

La enfermedad se manifiesta con un amarillamiento de hojas por un solo lado de la planta, ya que este hongo al encontrarse en el suelo y penetrar por las raíces sube por el xilema ocasionando un daño y posteriormente el bajar por el floema ocasiona el daño por el lado contrario; otro síntoma manifiesto es la aparición de una necrosis en el interior del tallo de la planta, lo cual va minando el vigor de la planta hasta eliminarla (Ramírez y Saíenz, 2010).

## **Virosis en el Cultivo del Tomate**

Tomato spotted wilt Tospovirus (Virus de la marchitez manchada del tomate, TSVW)

La marchitez manchada del tomate se encuentra presente en casi todas las áreas hortícolas y ataca a varias especies, entre las que se encuentran: tomate, chile, berenjena, papa, chícharo, etc., y también en plantas ornamentales y gramíneas. El TSWV virus del bronceado del tomate (tomato spotted wilt virus) se reconoce mejor por formar manchas anulares amarillas en los frutos de tomates maduros (Villapudua y Sáinz, 2010).

El síntoma en las hojas se presenta en el envés, las nervaduras adquieren una coloración violácea pudiendo presentarse manchas de este mismo color en el tejido internervial. El haz toma coloraciones amarillentas y aparecen pequeños puntos necróticos, posteriormente adquirirá una coloración bronceada característica. A veces en el haz de las hojas afectadas pueden observarse anillos necróticos concéntricos o *ringspots*, en ocasiones las hojas pueden aparecer como enrolladas hacia el envés, a lo largo del eje principal. Los brotes suelen ser afectados gravemente y muestran un aspecto achaparrado y con una coloración amarillenta, apareciendo los folíolos doblados hacia el haz a lo largo del nervio principal. A medida que evoluciona la enfermedad, los brotes normalmente se necrosan y mueren. Los frutos tienen un aspecto moteado con manchas circulares concéntricas que alteran tonalidades amarillas o marrones con verdes o rojas, en función del grado de madurez del fruto (Cepeda, 2009).

Tomato mosaic Potyvirus (Virus del mosaico del tomate, ToMV)

Los síntomas más evidentes se presentan en el follaje con un moteado variable de verde claro a verde oscuro, yendo acompañado de enrollamiento y malformación de las hojas.

Las plantas manifiestan achaparramiento y los frutos presentan estrías, costras y deformaciones. En las plantas enfermas se observan inclusiones virales en el citoplasma de tipo amorfa y cristalina. La forma de transmisión de este virus es principalmente por semilla y por las manos de los fumadores ya que todo el tabaco de casi todos los cigarrillos está infectado por este virus, se transmite muy fácilmente en forma mecánica

en cualquier manejo de la planta, comenzando por las maniobras del trasplante, tutoreo, podas y cosecha (Cepeda, 2009).

### **Desinfección de Suelo**

La desinfección del suelo es una práctica que se emplea en horticultura, sobre todo en invernadero que consiste en tratar de evitar los efectos negativos que ocasionan los parásitos producidos por el monocultivo. Estos parásitos suelen ser insectos, nematodos, hongos, malas hierbas, bacterias y virus, y generalmente hacen peligrar la viabilidad de los distintos cultivos implantados en el suelo, para lo cual se han desarrollado varias técnicas o productos que combaten la acción de los mismos:

Técnicas físicas: Estas técnicas están basadas en la utilización del calor como esterilizante, en sus diferentes formas de aplicación, como son la desinfección por calor y la solarización.

Técnicas químicas: Esta técnica está basada en el empleo de los distintos productos químicos y mediante los efectos de los mismos lograr la desinfección del suelo. Estos productos químicos son los siguientes (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

- Dicloropropeno y sus mezclas
- Metam - sodio y metam - potasio
- Dazomet
- Nematicur.

### **Métodos Físicos**

La adición de materiales al suelo reduce o suprime algunos de los patógenos mediante la estimulación de los microorganismos antagonistas, incremento la resistencia de las plantas hospedantes, brindando nutrientes extras, alterando el pH, u otros efectos ambientales. Las enmiendas orgánicas, tales como la composta de diferentes tipos (subproductos de la agricultura, del área forestal e industrias de alimentos, etc.) estiércol, enmiendas orgánicas y residuos de cultivos, pueden tener el

efecto de controlar los patógenos del suelo y ser fácilmente aplicados en ornamentales y hortalizas (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

Investigaciones previas han probado la alta eficacia del calentamiento solar (solarización), combinada con algunas enmiendas efectivas, tales como los residuos de crucíferas, estiércol, etc. Cuando estas enmiendas se añaden al suelo, quedan expuestas a la degradación microbiana, lo que resulta en la producción de compuestos volátiles biotóxicos, tales como el alcohol, aldehídos, y otros compuestos volátiles que puede estimular la germinación de propágulos fúngicos e incrementar el antagonismo microbiano en el suelo. La actividad microbiana contra los patógenos del suelo puede debilitar los propágulos durante la solarización, o suprimir su re-establecimiento después del tratamiento. Esto ha probado ser efectivo para diferentes hongos del suelo (*Verticillium spp.*, *Rhizoctonia solani*, *Phytium spp.*, etc.), nemátodos y muchas malezas. El control de *Phytium ultimum* y *Sclerotium rolfsii* en el suelo expuesto a los vapores han sido demostrados exitosamente en Italia (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

### **Biofumigación**

La biofumigación es definida como la acción de sustancias volátiles producidas por la degradación de la materia orgánica para el control de plagas del suelo. Esta técnica incrementa su eficacia cuando forma parte de un sistema de manejo integrado de cultivos. Se ha visto que generalmente cualquier materia orgánica puede actuar como biofumigante, dependiendo su actividad, principalmente de la dosis y del método de aplicación. Con el propósito de lograr la fermentación de la materia orgánica debajo de la superficie del suelo, ésta es irrigada a capacidad de campo y cubierta con láminas plásticas. Esta fermentación genera compuestos volátiles que son letales para muchos microorganismos (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

## **Variedades Resistentes**

Hay variedades de cultivos que son resistentes o tolerantes a uno o a algunos patógenos específicos (y razas). Existen híbridos con resistencia múltiple a diferentes patógenos, actualmente usados en la producción de hortalizas (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

## **Injerto**

El injerto consiste en usar patrones resistentes para cultivos anuales (ejemplo: tomate y berenjenas) y perennes (ejemplo: árboles, frutales, cítricos y uvas) susceptibles a patógenos del suelo. El injerto de cultivos susceptibles en patrones resistentes es posible para diferentes cultivos: tomate (híbridos resistentes a la marchitez provocada por *Verticillium*, *Fusarium* y *Pyrenochaeta lycopersici*), pepino (*Cucurbita vicifolia* como patrón resistente a la marchitez por *Fusarium*) y melón (*Benincasa cerifera* resistente a la marchitez por *Fusarium*) (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

## **Sistema de Bandejas Flotantes**

Un ejemplo de esta técnica es el llamado "sistema flotante" usado en Brasil, consistente en cultivar plántulas en bandejas de Styrofoam colocadas en una piscina con agua bajo un túnel plástico. El sistema de flotación usa medios preparados y saneados comercialmente. El medio más comúnmente utilizado contiene corteza de pino fermentada, vermiculita expandida y perlita (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

## **Desinfección con Vapor de Agua**

Es un método de desinfección del suelo en el que se emplea el vapor de agua como desinfectante de todos los parásitos existentes en éste. Dicho vapor se obtiene de una caldera móvil generalmente de 80 - 100°C, que mediante una serie de tuberías es conducida al suelo donde lo va desinfectando poco a poco a una profundidad variable (de 5 - 15 cm) según el sistema utilizado, y con una duración media del tratamiento

comprendida entre 5 y 20 minutos. Pero el efecto de este vapor también puede ser negativo ya que si se aplica a una profundidad demasiado elevada puede destruir las bacterias nitrificantes del suelo. (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

La efectividad del sistema es mucho mayor en suelos secos que húmedos por lo que será aconsejable evitar aplicar riegos antes de efectuar el tratamiento. La desinfección con vapor de agua es un método con una efectividad alta y su principal inconveniente es su alto costo. La desinfección por vapor de agua presenta ventajas e inconvenientes. Cuando se emplea este método, las bacterias amonificantes suelen ser destruidas, por lo que se suele producir una elevación en el contenido en amoníaco del suelo y pueden producirse fitotoxicidades (Buen Abad y Van Der Mersch, s/f).

### **Solarización**

La solarización del suelo es un método no convencional de control de plagas el cual utiliza la radiación solar con el fin de aniquilar varios organismos nocivos, tales como hongos, larvas de insectos, nemátodos y semillas de malezas. El método desarrollado en Israel y dado a conocer en los años de la década del 70, se ha venido aplicando cada vez más en el control de plagas de suelo, en semilleros, viveros y otros cultivos de campo. El método como tal es técnicamente efectivo, económicamente factible en determinadas áreas y condiciones ambientalmente compatibles. (Labrada, 2012).

La solarización consiste en la utilización de mantas plásticas (de polietileno) transparentes, las que se disponen sobre la superficie del suelo ya preparado y húmedo. La manta se deja por espacio de 30-45 días para así absorber la radiación solar y crear un ambiente de altas temperaturas en el suelo, que sirven para desarrollar la actividad de control de plagas. Pasado el período indicado, el suelo se descubre y se procede a la siembra o plantación. El método, además de su efecto de control de plagas, también hace más accesible los macro-elementos del suelo a las plantas cultivables (Labrada, 2012).

La solarización se suele realizar en los meses de verano, en los que la temperatura ambiental es más alta, y si ésta se practica junto a la técnica del enarenado, llega a ser de gran interés en el manejo de los invernaderos. Esta técnica tiene un claro efecto

herbicida, pero los estudios realizados recientemente demuestran que algunas malas hierbas, sobre todo aquellas que son perennes, tienen la capacidad de rebrotar después del tratamiento (Labrada, 2012).

Entre los hongos que la solarización puede controlar están los siguientes: *Fusarium oxysporum*, *F. vasinfectum* y *F. lycopersici*, *Verticillium dahliae* que puede dañar muchas especies de plantas hortícolas *Rhizoctonia solani* que daña el tomate, pimiento, melón, cebollas; *Sclerotinia cepivorum* que ataca cebollas, ajos, puerros; *Sclerotinia minor* que es un patógeno del apio, perejil, lechuga; *Thielaviopsis basicola* y *Macrophomina phaseoli* que son parásitos habituales del cultivo de judías verdes; *Pyrenochaeta terrestris* que puede atacar cebollas y *Pyrenochaeta lycopersici* que produce las enfermedades de las raíces del tomate. (Labrada, 2012).

Se ha observado que tras la solarización, se desarrolla una acción bactericida, en ocasiones superior al 90% de la flora bacteriana, aunque en la mayoría de los casos se puede observar una recolonización de la misma a niveles normales. En lo referente a la materia orgánica, tras la solarización se ha notado un desarrollo en el suelo de la misma sobre todo del contenido en nitrógeno, tanto nítrico como amoniacal. En ocasiones, esta técnica se asocia con inyecciones de algún fumigante a dosis reducidas, como el metam sodio y el isotiocianato de metilo, para producir un efecto desinfectante superior. La solarización permite una drástica reducción de la intensidad de inóculo por inactivación térmica e induce la reducción (cambio cuantitativo y cualitativo en la población de la microflora, estableciendo un nuevo equilibrio biológico); también induce el fenómeno de respuesta de crecimiento aumentado (RCA) afectando el crecimiento de la planta (Labrada, 2012).

### **Tratamiento de Agua Caliente**

El Centro Nacional de Investigación de Tsukuba (Japón), desarrolló este método. Para esto se aplica en el campo agua caliente a 95 °C. El tratamiento elimina algunas plagas, incluyendo patógenos y malezas, y su efectividad dura hasta tres años en áreas cultivadas protegidas. Es necesario mejorar el equipo de producción de agua caliente,

reduciendo su tamaño y disminuyendo sus costos para hacerlo accesible a los agricultores. Este tratamiento no es apropiado para grandes áreas (Labrada, 2012).

### **Alternativas Químicas**

Los productos químicos para la desinfección de suelo pueden ser de un amplio espectro de actividad (fumigantes), o de un espectro de actividad específico sobre una plaga en particular, fungicidas y nematicidas (Labrada, 2012).

### **Los Fumigantes**

Son sustancias tóxicas que se aplican al suelo en forma de gas, polvo, agentes mojantes o gránulos, para el control de diferentes hongos del suelo, bacterias, nématodos, insectos y malezas. Los fumigantes sólidos, una vez incorporados al suelo, se tornan volátiles de forma que penetran (fumigan) completamente el suelo. Estos compuestos químicos son seleccionados de acuerdo a varias características, tales como el espectro de actividad, capacidad de penetración, período de espera entre tratamiento y plantación, disponibilidad y facilidad de uso, fiabilidad, idoneidad para diferentes condiciones ambientales, costo e impacto ambiental (Labrada, 2012).

### **Los Fungicidas Químicos y Nematicidas**

Son generalmente usados para un control más específico de patógenos. Benomyl, Tolclofos Metil, Prochloraz e Iprodione son algunos de los fungicidas comúnmente usados en hortalizas y ornamentales. El fenamifos es actualmente utilizado como nematicida. En los últimos años, el número de plaguicidas registrados para la desinfección del suelo ha decrecido drásticamente debido a severas restricciones impuestas sobre su uso. (Labrada, 2012).

Los gobiernos han sido informados sobre los aspectos negativos de estos productos químicos en términos de impacto a la salud pública y el ambiente.

Se debe recalcar que ningún producto químico es de por sí una alternativa, en términos de consistencia y eficacia contra las plagas a controlar, para reemplazar el uso de pre-plantación del MeBr (MeBr. *Isotiocianato de metilo MITC*) y sus generadores; Metam sodio es un producto químico líquido para el suelo que produce isotiocianato de metilo. Se usa como fumigante de pre-plantación y es efectivo en el control de artrópodos, algunas malezas y patógenos del suelo, principalmente hongos y un número limitado de nematodos.

Se aplica al suelo directamente o a través del sistema de irrigación, bajo una cubierta de polietileno transparente. Metam sodio tiene que ser aplicado cuando las temperaturas del suelo están entre 15 y 30 °C. La dosis de aplicación es de 100 ml m<sup>-2</sup> (con formulados al 32.7 % de i.a.). A altas concentraciones de inoculó, bajas temperaturas, o para suelos pesados es necesario elevar la dosis hasta 800 ml m<sup>-2</sup> (Labrada, 2012).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del Área de Trabajo

El desarrollo de la parcela se implementó en el rancho “LAS FINCAS”, ubicado en Villa de Arista, S.L.P., propiedad del C. Ing. Francisco Medina Sánchez, con coordenadas de referencia (22°40'28.8"N y 100°52'34.0"O WGS 84), bajo condiciones de malla sombra. El municipio se encuentra localizado en la parte norte de la capital del estado, en la zona centro, la cabecera municipal tiene las siguientes coordenadas: 100°51" de longitud oeste y 22°39" de latitud norte, con una altura de 1,610 metros sobre el nivel del mar. Sus límites son: al norte, al este y al sur con Villa Hidalgo; al oeste con Moctezuma; al suroeste San Luis Potosí. Su distancia aproximada a la capital del estado es de 97 kilómetros. La superficie total del municipio es de 564.22 km<sup>2</sup> y representa un 0.93% del territorio estatal de acuerdo al Sistema Integral de Información Geográfica y Estadística (INEGI, 2000).

### Clima

Su principal clima es el semi cálido; con lluvias en verano y sin cambio térmico invernal bien definido. La temperatura media anual es de 26°C, la máxima se registra en el mes de mayo (43.5°C) y la mínima se registra en enero (6.5°C). El régimen de lluvias se registra en el verano, contando con una precipitación media de 650 milímetros. (INEGI, 2000).

### Flora

Matorral macrófilo espinoso, desértico, izotal, nopalero y pastizal. La vegetación se define en el área del municipio por las siguientes especies: gobernadora (*Larrea tridentata*), mezquite (*Prosopis laevigata*), huizache (*Acacia farnesiana*), hojasén (*Cassia senna*), castela (*Castela retusa Liebm*), lechuguilla (*Lactuca serriola*), maguey

(*Agave americana*), guapilla (*Hechtia glomerata*), sotol (*Dasyilirion texanum*), guayule (*Parthenium argentatum*) y candelilla (*Euphorbia antisiphilitica*), (INEGI, 2000).

## **Fauna**

La fauna se caracteriza por las especies dominantes como: liebre (*Lepus capensis*), víbora de cascabel (*Crotalus durissus terrificus*), aves silvestres, tejón (*Meles meles*), gato montés (*Felis silvestris silvestris*) y tlacuache (*Didelphis virginiana*), (INEGI, 2000).

## **Desarrollo Experimental**

Se plantó jitomate tipo saladette de la variedad Sheena, de crecimiento determinado, resistente a nématodos. Es recomendado para todo el año y se puede cultivar a campo abierto con o sin estacas. Resistente a: HR: Vd, Fol (race 1, 2, 3), virus del mosaico del tomate, Pst IR: Mj, TSWV, virus del bronceado del tomate, Sl.

El trasplante se realizó el día 30 de junio de 2012, en una superficie total de 2-50-00 ha, en surcos a una distancia de 2 metros y distancia entre plantas de 35 cm a una hilera.

Por parte de la junta local de sanidad vegetal se llevó a cabo el manejo integrado de plagas con el uso de materiales biológicos y otras estrategias, como son: monitoreo, instalación de trampas para el control de lepidópteros, además de productos biológicos o selectivos para el control de plagas que se presentaron.

Se colectaron muestras de suelo previo a la plantación de tomate con el propósito de tomar lecturas de los patógenos presentes en el suelo antes de la plantación y durante el desarrollo del cultivo se siguió con el monitoreo de patógenos así como de organismos benéficos presentes.

## **Tratamientos**

Se evaluaron 12 tratamientos con tres repeticiones, bajo un suelo tratado con brócoli (*Brassica oleracea* L. var *italica* Plenck) y estiércol a distintas dosis y tres tipos de

plásticos, película de acolchado B/N: 1.20 m calibre 0.80 mils, liso., película transparente: 1.30 m, calibre 0.80 mils, liso., película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso

### Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar, con 12 tratamientos y 3 repeticiones para conformar un total de 36 unidades experimentales (Cuadro 2).

Se evaluó el rendimiento del jitomate en los tres tipos de cubierta plástica con dos tipos de abonos orgánicos (kilogramos de brócoli y estiércol por metro cuadrado). Además se estableció un testigo absoluto ausente de cubierta plástica, brócoli y estiércol.

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos

Factor	No	Tratamiento
Película de acolchado B/N: 1.20 m calibre 0.80 mils, liso	1	0.08 Lt de metam sodio al 42%
	2	(0) Brócoli + (5) Estiércol
	3	(4) Brócoli + (3) Estiércol
	4	(4) Brócoli + (0) Estiércol
Película transparente: 1.30 m, calibre 0.80 mils, liso	5	(0) Brócoli + (0) Estiércol
	6	(0) Brócoli + (5) Estiércol
	7	(4) Brócoli + (3) Estiércol
	8	(4) Brócoli + (0) Estiércol
Película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso	9	(0) Brócoli + (5) Estiércol
	10	(4) Brócoli + (3) Estiércol
	11	(4) Brócoli + (0) Estiércol
Testigo absoluto	12	(0) Brócoli + (0) Estiércol

### Análisis Estadístico

Con los datos obtenidos se realizó análisis de varianza para las variables evaluadas y posterior comparación de medias con la prueba de Tukey ( $\alpha = 0.05$ ); así como análisis de correlación Pearson mediante el programa de análisis estadístico SAS, versión 2004.

### **Sistema de Riego**

El sistema de riego fue localizado (riego por goteo) aplicándose 2 horas diarias.

### **Soluciones Nutritivas**

La solución nutritiva que se utilizó fue a base de fosfonitrato, terafol (nombre comercial) y potasio, además de micorrizas, microelementos y lombricomposta.

### **Variables Evaluadas**

Las variables evaluadas fueron: altura de planta, grosor de tallo, ancho de fruto, largo de fruto y peso de fruto, así como rendimiento por cada tres plantas.

## RESULTADOS

### Altura de Planta

La variable altura de planta arrojó un coeficiente de variación de 2.72% (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Análisis de varianza para la variable altura de planta

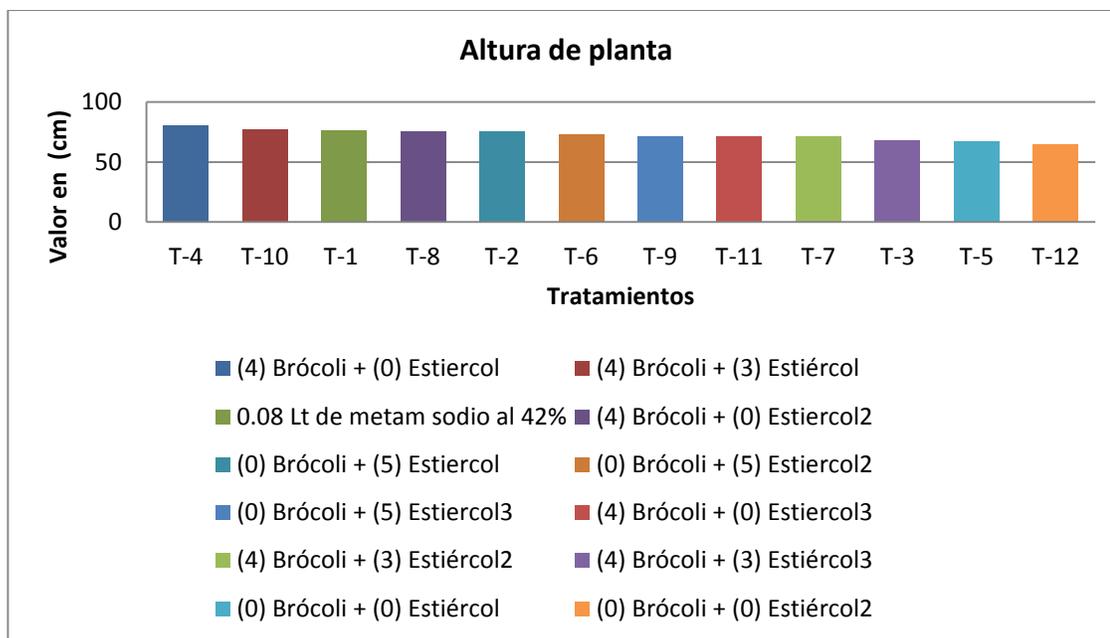
Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	CV (%)
Modelo	13	655.04	50.38	12.90	<.0001	2.72
Error	22	85.92	3.90			
Total correcto	35	740.96				

**Cuadro 4.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre altura de planta.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 4 (4) Brócoli + (0) Estiércol	80.127	a
Tratamiento 10 (4) Brócoli + (3) Estiércol	77.260	a b
Tratamiento 1 (0.08 Lt de metam sodio al 42%)	76.120	a b c
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	65.220	e

(Unidades o Valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

El anava señala que hay diferencia estadística entre tratamientos con  $\alpha$  0.05, por lo que la prueba de medias tukey separa en 7 grupos estadísticos diferentes (anexo 3), siendo el mejor grupo con una altura de 80.12 cm que corresponde al tratamiento 4 (4) brócoli + (0) estiércol y plástico película de acolchado B/N: 1.20 m calibre 0.80 mils, liso; siguiéndole el tratamiento 10 (4) brócoli + (3) estiércol y plástico película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso, del grupo dos, con una altura de 77.26 cm, en contraste, el tratamiento 12 que es el testigo absoluto sin plástico ni tratamientos orgánicos que registró una altura de 65.22 cm, quedando los demás grupos a alturas de 76.12 a 66.89 cm (Cuadro 5; figura 1).



**Figura 1.** Comportamiento de altura de planta con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.

### Grosor de Tallo

El análisis de varianza en la variable grosor de tallo indica un coeficiente de variación de 5.07% (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Análisis de varianza para variable grosor de tallo.

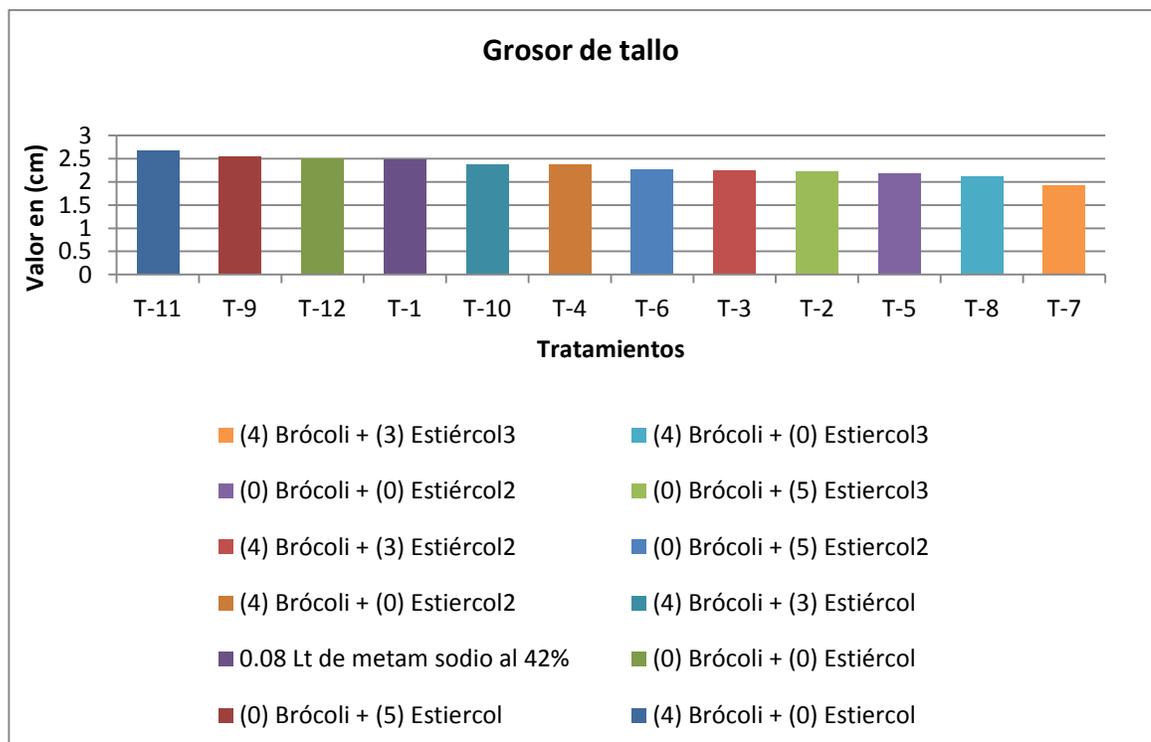
Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	CV (%)
Modelo	13	1.396	0.107	7.71	<.0001	5.07
Error	22	0.306	0.013			
Total correcto	35	1.702				

**Cuadro 6.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre grosor de tallo.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 11 (4) Brócoli + (0) Estiercol	2.6733	a
Tratamiento 9 (0) Brócoli + (5) Estiercol	2.5400	a b
Tratamiento 1 (0.08 Lt de metam sodio al 42%)	2.47667	a b c
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiercol	2.49667	a b c

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

El anava señala que hay diferencia estadística entre tratamientos con  $\alpha$  0.05, por lo que la prueba de medias tukey separa en 8 grupos estadísticos diferentes (anexo 3), siendo el mejor grupo con un grosor de 2.67 cm que corresponde al tratamiento 11 (4) brócoli + (0) estiércol y plástico película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso; siguiéndole el tratamiento 9 (0) brócoli + (5) estiércol y plástico película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso; del grupo dos, con un grosor de 2.54cm, en contraste, el tratamiento 12 que es el testigo absoluto sin plástico ni tratamientos orgánicos que registró un grosor de 2.49 cm, pero ubicándose este tratamiento en uno de los tres primeros lugares; siendo los demás grupos con grosores de tallo de 2.47 a 2.12cm (Cuadro 6; figura 2).



**Figura 2.** Comportamiento de grosor de tallo con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.

### Ancho de Fruto

La variable ancho de fruto indica un coeficiente de variación de 1.03% (Cuadro 7).

**Cuadro 7.** Análisis de varianza para variable ancho de fruto.

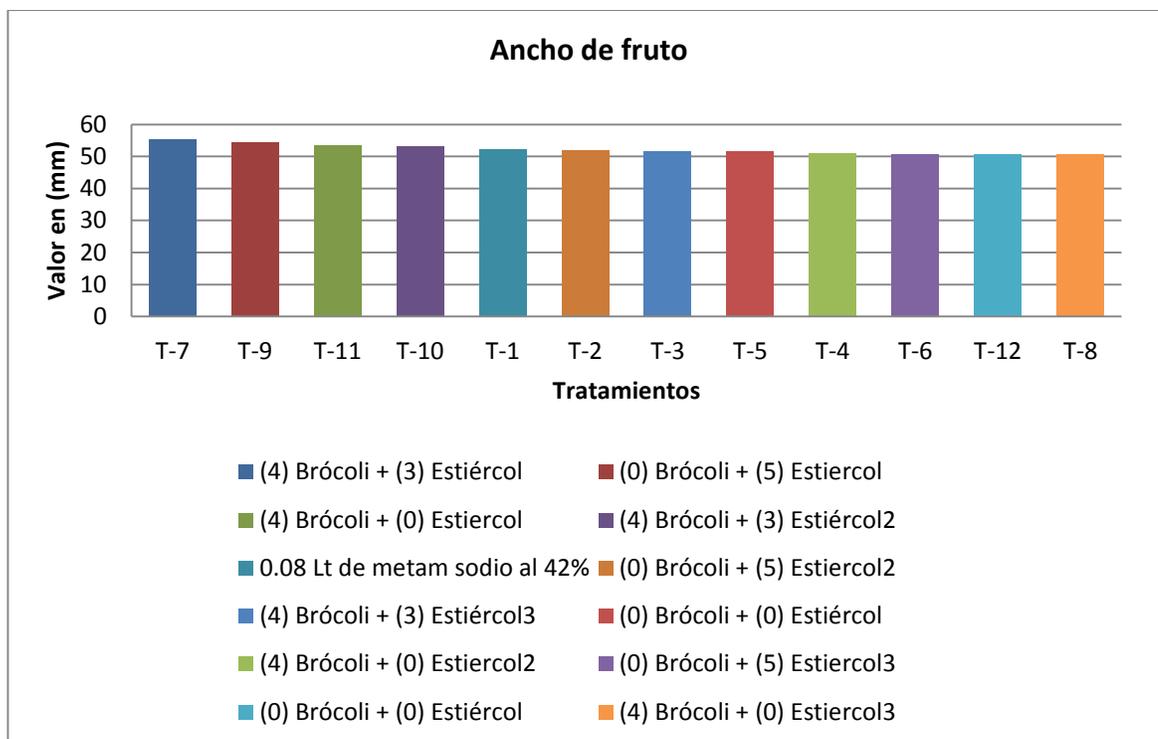
Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	CV (%)
Modelo	13	80.763	6.212	21.25	<.0001	1.03
Error	22	6.431	0.292			
Total correcto	35	87.194				

**Cuadro 8.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre ancho de fruto.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 7 (4) Brócoli + (3) Estiércol	55.4053	a
Tratamiento 9 (0) Brócoli + (5) Estiércol	54.3873	a b
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	52.1497	c d e
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	50.7233	e

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

El anava señala que hay diferencia estadística entre tratamientos con  $\alpha$  0.05, por lo que la prueba de medias tukey separa en 7 grupos estadísticos diferentes (anexo 4), siendo el mejor grupo con un ancho de 55.40 mm, que corresponde al tratamiento 7 (4) brócoli + (3) estiércol y plástico película transparente: 1.30 m, calibre 0.80 mils, liso; siguiéndole el tratamiento 9 (0) brócoli + (5) estiércol y plástico película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso, del grupo dos, con un ancho de 54.38mm; en contraste, el tratamiento 12 que es el testigo absoluto sin plástico ni tratamientos orgánicos que registró un ancho de 50.72 mm, estableciéndose los demás grupos con un ancho de 53.45 a 50.59mm (Cuadro 8; figura 3).



**Figura 3.** Comportamiento de ancho de fruto con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.

### Largo de Fruto

La variable largo de fruto arrojó un coeficiente de variación de 1.24% (Cuadro 9).

**Cuadro 9.** Análisis de varianza para la variable largo de fruto.

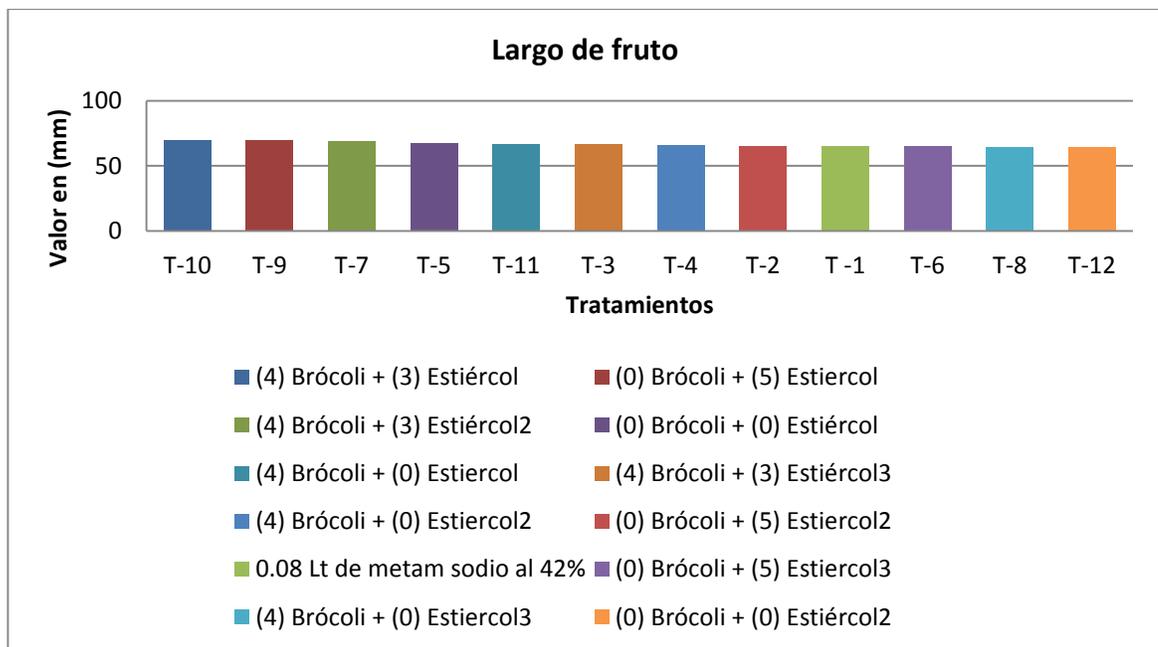
Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	CV (%)
Modelo	13	128.671	9.897	14.41	<.0001	1.24
Error	22	15.113	0.686			
Total correcto	35	143.785				

**Cuadro 10.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre largo de fruto.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 10(4) Brócoli + (3) Estiercol	69.8873	a
Tratamiento 9(0) Brócoli + (5) Estiercol	69.8500	a
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	52.1497	c d e
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiercol	64.6387	c

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

El anava señala que hay diferencia estadística entre tratamientos con  $\alpha$  0.05, por lo que la prueba de medias tukey separa en 4 grupos estadísticos diferentes (anexo 5), siendo el mejor grupo con un largo de 69.88mm que corresponde al tratamiento 10 (4) brócoli + (3) estiércol y plástico película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso; siguiéndole el tratamiento 9 (0) brócoli + (5) estiércol y plástico película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso, del grupo dos, con un largo de 69.85mm; en contraste, el tratamiento 12 que es el testigo absoluto sin plástico ni tratamientos orgánicos registró un largo de 64.63mm, quedando los demás grupos con un largo de 69.44 a 64.86mm (Cuadro 10; figura 4).



**Figura 4.** Comportamiento de largo de fruto con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.

### Peso de Fruto

La variable peso de fruto arrojó un coeficiente de variación de 2.97% (Cuadro 11).

**Cuadro 11.** Análisis de varianza para variable peso de fruto.

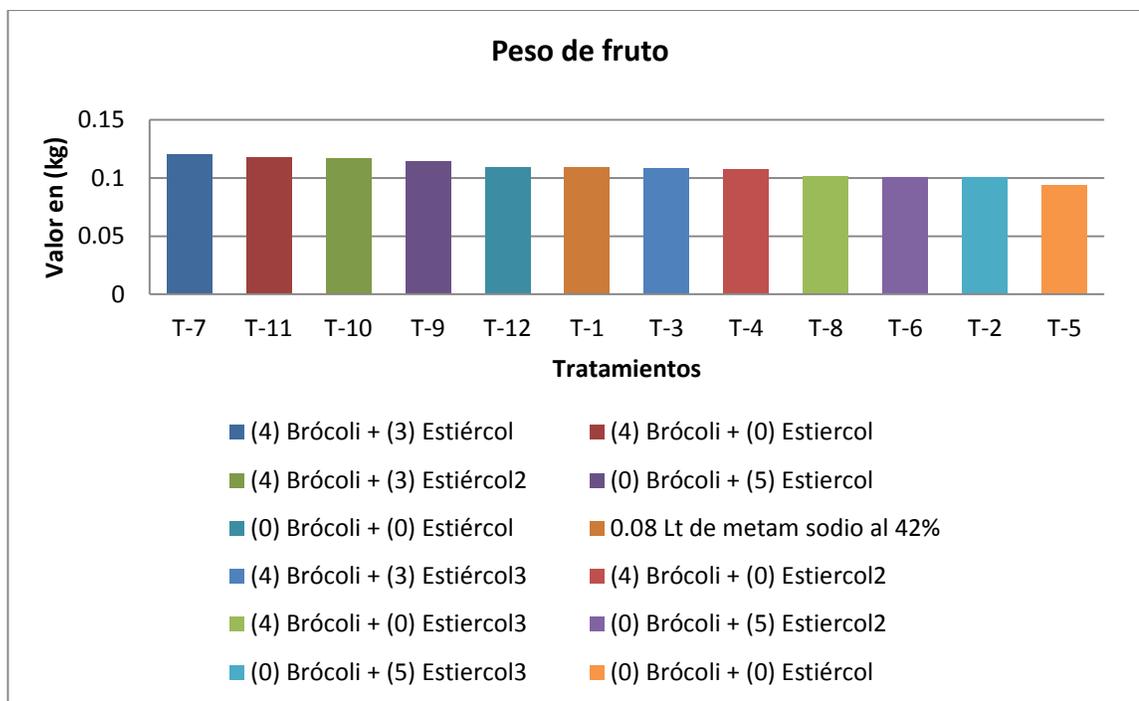
Fuente	DF	SC	CM	F-Valor	Pr > F	CV (%)
Modelo	13	0.0022	0.0001	16.63	<.0001	2.97
Error	22	0.0002	0.00001			
Total correcto	35	0.0024				

**Cuadro 12.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre peso de fruto.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 7 (4) Brócoli + (3) Estiércol	0.1202	a
Tratamiento 11 (4) Brócoli + (0) Estiércol	0.1177	a b
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	0.1086	b c d
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	0.1088	b c d

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

El anava señala que hay diferencia estadística entre tratamientos con  $\alpha$  0.05, por lo que la prueba de medias tukey separa en 7 grupos estadísticos diferentes (anexo 6), siendo el mejor grupo con un peso de 0.1202 kg que corresponde al tratamiento 7 (4) brócoli + (3) estiércol y plástico película transparente: 1.30 m, calibre 0.80 mils, liso; siguiéndole el tratamiento 11 (4) brócoli + (0) estiércol y plástico película transparente: 5.20 m calibre 1.50 mils, liso, del grupo dos, con un peso de 0.1177 kg; en contraste, el tratamiento 12 que es el testigo sin plástico ni tratamientos orgánicos que registró un peso de 0.1088 kg, pero ubicándose aun así en los 4 primeros lugares, registrando los demás grupos pesos de 0.1166 kg a 0.0936 kg, (Cuadro 12; figura 5).



**Figura 5.** Comportamiento de peso de fruto con tres tipos de plástico, estiércol y brócoli.

### Rendimiento del Cultivo

Para el rendimiento del cultivo se tomaron datos del peso de 4 cortes y se realizó una correlación tomando en cuenta los rendimientos obtenidos y la asociación de este a los diferentes tratamientos aplicados; así como la asociación que existe entre el tipo de acolchado y el rendimiento del cultivo (Cuadros 13 y 14).

**Cuadro 13.** Análisis de estadísticos simples para rendimiento de cultivo.

Variable	N	Media	típica	Suma	Mínimo	Máximo
Tratamientos	36	6.50000	3.50102	234.00000	1.00000	12.00000
Rendimientos	36	52965	14530	1906733	26529	91530

**Cuadro 14.** Coeficientes de correlación de Pearson para rendimiento de cultivo.

	Tratamiento	Rendimiento
Tratamiento	1.00000	0.02922
		0.8657
Rendimiento	0.02922	1.00000
	0.8657	

Con base a los datos obtenidos se tiene como resultado que en el caso de los tratamiento hay una correlación directa positiva, donde se observa que el coeficiente es de 0.8657, lo que nos indica que la variable tratamiento tiene un efectos positivo sobre el rendimiento (Cuadro 14).

**Cuadro 15.** Análisis de estadísticos simples para rendimiento de cultivo.

Variable	N	Media	Típica	Suma	Mínimo	Máximo
Rendimiento	12	51158	7475	613892	40736	60736
Acolchado	12	2.50000	1.16775	30	1.00000	4.00000

**Cuadro 16.** Coeficientes de correlación de Pearson para rendimiento de cultivo.

	Acolchado	Rendimiento
Acolchado	1.00000	-0.4101
Rendimiento	-0.4101	1.00000

Con base a los datos obtenidos se tiene como resultado que en el caso del tipo de acolchado hay una correlación negativa, donde se observa que el coeficiente es de -0.4101, lo que nos indica que la variable acolchado no tiene efectos sobre el rendimiento (Cuadros 15 y 16).

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos concuerdan con Guerrero *et al.* (2008), en invernaderos con cultivos ecológicos y sin patógenos en el suelo, se observaron diferencias entre enmiendas al final del cultivo, siendo la enmienda con restos de brócoli y el estiércol semicompostado las que proporcionaron las plantas más altas. En contraste con nuestro trabajo, en donde el tratamiento que obtuvo la mayor altura al final del cultivo fue el tratamiento 4 (4) Brócoli + (0) Estiércol y Película de acolchado B/N: 1.20 m calibre 0.80 mils, liso.

Los resultados obtenidos concuerdan con Inzunza *et al.* (2006) en donde los tratamientos desarrollados bajo acolchado plástico obtuvieron la más alta producción y eficiencia en el uso del agua con respecto a los establecidos sin acolchar. El acolchado incrementa la temperatura del suelo y propicia mayor asimilación de nutrientes, lo cual influye en el incremento del agua en los tratamientos sin acolchar. En el uso de acolchado plástico se obtienen los más altos valores de producción de chile verde esto significa que si es diferente al sin acolchar.

Macua *et al.*, en 2009, mencionan que el acolchado plástico ha proporcionado una mayor eficiencia en el uso del agua, entendida como la relación entre el rendimiento y el agua de riego aplicado, independientemente de la dosis de riego. Con las menores cantidades de agua empleadas la eficiencia en su uso ha sido superior.

Los resultados que aquí se presentan difieren con los resultados de Macua *et al.* (2009), al indicar que el sistema de cultivo con acolchado plástico negro en tomate de industria proporciona mayor precocidad y producción que el sistema de cultivo con suelo desnudo coincidiendo con Berardocco (2012) que nos indica que el empleo de polietileno negro como cobertura de suelo en un cultivo de zapallitos permitió constatar un aumento del 105% en la producción de frutos, comparado con el testigo sin acolchado.

Trabajos realizados en tomate y pimiento por Lahoz *et al.* (2005) demuestran que el uso de película plástica en los cultivos fue muy bueno, sin observarse influencia negativa de ninguno de los acolchados en cuanto al mismo. En los ensayos realizados se

ha podido ver que las diferencias de producción se deben más a la variabilidad de las muestras que al efecto del acolchado.

Respecto al peso medio del fruto, Macua *et al.* (2005) nos dice que no ha habido influencia de la dosis de riego en ninguno de los dos sistemas de cultivo (con acolchado o sin él). Coincidiendo con Lahoz *et al.* (2005) que respecto al peso medio del fruto, no encontraron diferencias significativas entre los diferentes acolchados, oscilando este parámetro entre 57 y 60 gramos, difiriendo de los resultados aquí presentados donde se alcanzan pesos en los frutos de casi el doble.

Martinez (2010) y Macua *et al.* (2009), En trabajos realizados en hortalizas nos dicen que el efecto del incremento de temperatura por acolchado transparente se refleja en cosecha precoz e incremento en rendimiento total.

Berardocco (2012) revela que en trabajos en lechugas a fines de invierno, con film transparente mostraron las más altas temperaturas de suelo lo que se tradujo en una precocidad de 8 días respecto al testigo. Aunque el análisis económico indicó que los costos aumentaron en un 50% respecto al testigo, los mayores ingresos obtenidos determinaron una rentabilidad superior al testigo en todos los casos.

## **CONCLUSIONES**

### **Abonos Orgánicos**

El mejor tratamiento en relación a materia orgánica fue el Tratamiento 7:(4) de brócoli + (3) de estiércol el cual coincidió en dos variables: ancho y peso de fruto en los cuales se obtuvieron los mejores resultados.

### **Películas Plásticas**

En lo que se refiere a las películas plásticas el mejor tratamiento fue 7: (4) de brócoli + (3) de estiércol con plástico de película transparente 1.30 m, calibre 0.80 mils liso, en el que se observaron los mejores resultados en las variables ancho y peso de fruto.

El tratamiento que obtuvo los mejores resultados en la mayoría de los tratamientos fue el tratamiento 7: (4) de brócoli + (3) de estiércol con plástico de película transparente 1.30 m, calibre 0.80 mils liso, que tuvo los mejores resultados

## LITERATURA CITADA

- AMHPAC. 2008. Asociación Mexicana de horticultura Protegida, A. C.
- Bastida T. A. 2006. Manejo y operación de invernaderos agrícolas, Ed. UACH. Dpto. de Preparatoria Agrícola. pp. 2,8-9.
- Berardocco, H. G. (s.f.). *Acolchado plastico* . Recuperado el 15 de Mayo de 2013, de [www.centa.gob.sv](http://www.centa.gob.sv).
- Buen Abad D. A. Charles van der Mersch. SF. Facultad de Agronomía, UASLP. Desinfección del Suelo en Horticultura. AMVAC.
- Castellanos R. J. Z. 1985. El medio ambiente físico del suelo y su modificación mediante la aplicación de la materia orgánica. Sociedad Mexicana de la ciencia del suelo. Delegación Laguna. Serie Temas Didácticos #2.
- Castellanos, J.Z. y Borbón Morales C. 2008. Panorama de la horticultura protegida en México. P. 6-12. En: J.Z. Castellanos (Ed). Manual de Producción de Tomate en Invernadero. INTAGRI. México.
- Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria. 2007. Monografía del Tomate. Gobierno del estado de Veracruz. P. 2. Cultivo del tomate Ed. Mundi-prensa.
- Edmond J. B. 1984. Principios de horticultura. Edit. C. E. C. S. A. Tercera Edición, México, D. F.
- Espinosa Z., C. 2004. Producción de tomate en invernadero. En: Sánchez R., F., J., A. Moreno R., J.L. Puente M. y J. Araiza Ch. (Eds). Memorias del IV Simposio Nacional de horticultura, invernaderos: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coah., México. Consulta en Web: [http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/Memmhort04/04-Seleccion-sustratos\\_prodhortinvernadero.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/Memmhort04/04-Seleccion-sustratos_prodhortinvernadero.pdf)(Referencia:7 de julio de 2009).
- Fundación Produce Oaxaca, A. C. 2007. Situación actual del cultivo de jitomate. En: Rev. Agro produce. Fundación Produce Oaxaca A. C. México. P. 3.
- Gil V. I., 2007. El cultivo del jitomate (*Lycopersicum esculentum Mill*). En: Morales Parada J. T. e I. Miranda Velásquez (Eds). Manejo de cultivo hidropónico bajo invernadero. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Preparatoria Agrícola. Chapingo, Mexico. P. 157-176.
- Gonzalez C., *et al.* 2004. Producción y calidad en el cultivo de tomate cherry. En: manual de cultivo sin suelo. Coord.. Urrestarazu Gavilán, Miguel. Universidad de Almeria. Mundi-prensa. Madrid, España. P. 703-748.

- Guerrero, M.M., Lacasa, C.M., Ros, C., Martínez, V., López, M.A., Martínez, M.A., Beltrán, C., Monserrat, A., Fernández, P., 2008. Enmiendas orgánicas para biosolarización de suelos de invernaderos de pimiento. *Actas de Horticultura* 50, 83-88.
- Guerrero M. M.; Lacasa, A.; Ros, C.; Bello A.; Martínez MC.; Torres J.; Fernández, P. 2004a. Efecto de la biofumigación con solarización sobre los hongos del suelo y la producción.
- Herrera E. A., and Chet, I. 1998. Biological control of bacteria and phytopathogenic fungi. En "Agricultural Biotechnology". Arie Altam Ed. Marcel Dekker, Inc. New York, NY 10016, USA. PP. 263-282.
- Hortosabor, 2011. Catalogo. Disponible en; <http://www.hortosabor.es/catalogo.pdf>.
- Ibarra Jimenez, L., Flores, J., Quezada, M. R., & Zermeño, A. (2004). Acolchado, Riego y Macrotuneles en Tomate, Chile Anaheim y Chile Pimiento. En *Departamento de Agroplasticos*. Saltillo, Coahuila .
- Inzunza I. M. A., Mendoza M. S. F., Villa C. M. M., Catalan V. E. A., Roman L. A., & Sanchez C. I. (2006). Chile Jalapeño de Transplante Crecido Bajo Acolchado Plastico e Irrigacion con Cintilla. En *Tercera Convencion Mundial del Chile* (págs. 235-237). Chihuahua y Delicias, Chih. Mexico.
- Jiménez J.L.; 2009, Manejo integral del cultivo del tomate en invernadero.
- Lacasa, A., Guerrero, M. M., Oncina, M. & Mora, J. A. (2004). Desinfección de suelos en invernaderos de pimiento, vol.16. (Murcia: Publicaciones de la Consejería de Medio Ambiente, Agricultura y Agua.).
- Lazzeri L., Leoni O., Manici L.M., 2004. Biocidal plant dried pellets for biofumigation. *Industrial Crops and Products* 20: 59-65.
- Lopez Lopez, R., & Mirafuentes Hernandez, F. (2004). Sistema de Fertirrigacion y Acolchado Plastico en la Produccion de Chile Habanero (capsicum chinense JACQ.). *Primera Convencion Mundial del Chile* (pág. 229). Leon, Guanajuato, Mexico.
- Macua, J. I., Lahoz, I., Calvillo, S., Garnica, J., & Diaz, E. (2005). *Utilizacion de acolchados plasticos en tomate y pimiento*. Recuperado el 20 de junio de 2013, de [www.navarraagraria.com](http://www.navarraagraria.com).
- Macua, J. I., Lahoz, I., Garnica, J., & Zabaleta, J. (2009). *Navarra Agraria*. Recuperado el 20 de Junio de 2013, de [www.navarraagraria.com](http://www.navarraagraria.com).
- Martinez de la Cerda, J. (2006). Acolchado de Hortalizas. Facultad de Agronomía, UANL. [www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/8alcolchado.pdf](http://www.agronuevoleon.gob.mx/oeidrus/hortalizas/8alcolchado.pdf).

- Mendoza M. S. F. y Martínez S. J., García H. G. y Macías R. H. 1999. Productividad del agua en tres sistemas de producción en sandía con riego por cintilla y acolchado plástico. VII. Congreso Nacional de Irrigación. Memorias pag 220.
- Moreno S. M. A., Cerna Toscano, R., & Rojas Briseño, M. (2006). Nuevas Tecnologías de los Acolchados Plásticos para Incrementar la Productividad en el Cultivo del Chile. En *Tercera Convención Mundial del Chile*. Chihuahua y Delicias, Chih. Mexico. P. 238-243.
- Munro D., J. J., Alcántar, E. V., 1990. Construcción de un modelo de predicción de la eficiencia de la técnica de desinfección solar del suelo para el control de malezas en melón de México. Memorias X Congreso ALAM, La Habana, 10-14 abril, Tomo I, p. 100.
- Macua, J. I., Lahoz, I., Garnica, J., & Zabaleta, J. (2009). *Navarra Agraria*. Recuperado el 20 de Junio de 2013, de [www.navarraagraria.com](http://www.navarraagraria.com).
- Muñoz R., J. J. 2004. Manejo de cultivo de tomate en invernadero. En: J. Z. Castellanos (Ed). Manual de producción hortícola en invernadero. 2a Ed. INTAGRI. México. P. 231-256.
- Ramírez J. y Sanz R.; 2010. Manejo integrado de las enfermedades del tomate, 2ª Edición. Once Ríos Editores.
- Rodríguez R.; Tabares R. J. M.; Medina San Juan. J.A.; 1984. Cultivo moderno del tomate, Mundi-prensa.
- Stapleton, J. J. & Bañuelos, G. S. (2009). Biomass crops can be used for biological disinfestation and remediation of soils and water. *California Agriculture*, 63, 41-46.
- Velasco H. E., Nieto A. R. Y Navarro L. E.R. (2010). Cultivo de Tomate en Hidroponía e Invernadero. Mundi-prensa. Tercera Edición. P. 82.
- Zavaleta M. E. I., Cid del Prado V. F., Franco N., y Sánchez G., 2002. Aplicación de enmiendas orgánicas para el manejo de *Nacobbus aberrans* en tomate. *Nematropica* 32:113-114.

**Anexo 1.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre altura de planta.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 4 (4) Brócoli + (0) Estiércol	80.127	a
Tratamiento 10 (4) Brócoli + (3) Estiércol	77.260	a b
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	76.120	a b c
Tratamiento 8 (4) Brócoli + (0) Estiércol	75.630	a b c
Tratamiento 2 (0) Brócoli + (5) Estiércol	75.183	a b c
Tratamiento 6 (0) Brócoli + (5) Estiércol	72.697	b c d
Tratamiento 9 (0) Brócoli + (5) Estiércol	71.647	b c d
Tratamiento 11 (4) Brócoli + (0) Estiércol	71.423	b c d
Tratamiento 7 (4) Brócoli + (3) Estiércol	71.237	c d
Tratamiento 3 (4) Brócoli + (3) Estiércol	68.217	d e
Tratamiento 5 (0) Brócoli + (0) Estiércol	66.897	d e
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	65.220	e

(Unidades o Valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

**Anexo 2.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre grosor de tallo.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 11 (4) Brócoli + (0) Estiércol	2.6733	a
Tratamiento 9 (0) Brócoli + (5) Estiércol	2.5400	a b
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	2.49667	a b c
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	2.47667	a b c
Tratamiento 10 (4) Brócoli + (3) Estiércol	2.37333	a b c d
Tratamiento 4 (4) Brócoli + (0) Estiercol	2.37333	a b c d
Tratamiento 6 (0) Brócoli + (5) Estiércol	2.26333	b c d e
Tratamiento 3 (4) Brócoli + (3) Estiércol	2.24333	b c d e
Tratamiento 2 (0) Brócoli + (5) Estiércol	2.23333	b c d e
Tratamiento 5 (0) Brócoli + (0) Estiércol	2.18333	c d e
Tratamiento 8 (4) Brócoli + (0) Estiércol	2.12000	d e
Tratamiento 7 (4) Brócoli + (3) Estiércol	1.93000	e

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

**Anexo 3.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre ancho de fruto.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 7 (4) Brócoli + (3) Estiércol	55.4053	a
Tratamiento 9 (0) Brócoli + (5) Estiércol	54.3873	a b
Tratamiento 11 (4) Brócoli + (0) Estiércol	53.4557	b c
Tratamiento 10 (4) Brócoli + (3) Estiércol	53.2800	b c d
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	52.1497	c d e
Tratamiento 2 (0) Brócoli + (5) Estiércol	51.7887	d e
Tratamiento 3 (4) Brócoli + (3) Estiércol	51.6620	e
Tratamiento 5 (0) Brócoli + (0) Estiércol	51.5373	e
Tratamiento 4 (4) Brócoli + (0) Estiércol	51.0060	e
Tratamiento 6 (0) Brócoli + (5) Estiércol	50.7750	e
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	50.7233	e
Tratamiento 8 (4) Brócoli + (0) Estiércol	50.5997	e

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

**Anexo 4.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre largo de fruto.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 10 (4) Brócoli + (3) Estiércol	69.8873	a
Tratamiento 9 (0) Brócoli + (5) Estiércol	69.8500	a
Tratamiento 7 (4) Brócoli + (3) Estiércol	69.4410	a
Tratamiento 5 (0) Brócoli + (0) Estiércol	67.8217	a b
Tratamiento 11 (4) Brócoli + (0) Estiércol	66.6997	b c
Tratamiento 3 (4) Brócoli + (3) Estiércol	66.6497	b c
Tratamiento 4 (4) Brócoli + (0) Estiércol	66.0290	b c
Tratamiento 2 (0) Brócoli + (5) Estiércol	65.5583	b c
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	65.2873	c
Tratamiento 6 (0) Brócoli + (5) Estiércol	65.1750	c
Tratamiento 8 (4) Brócoli + (0) Estiércol	64.8623	c
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	64.6387	c

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)

**Anexo 5.** Efecto promedio de los tratamientos aplicados sobre peso de fruto.

Tratamiento	Media	
Tratamiento 7 (4) Brócoli + (3) Estiércol	0.1202	a
Tratamiento 11 (4) Brócoli + (0) Estiércol	0.1177	a b
Tratamiento 10 (4) Brócoli + (3) Estiércol	0.1166	a b c
Tratamiento 9 (0) Brócoli + (5) Estiércol	0.1144	a b c
Tratamiento 12 (0) Brócoli + (0) Estiércol	0.1088	b c d
Tratamiento 1 0.08 Lt de metam sodio al 42%	0.1086	b c d
Tratamiento 3 (4) Brócoli + (3) Estiércol	0.1084	b c d
Tratamiento 4 (4) Brócoli + (0) Estiércol	0.1074	c d
Tratamiento 8 (4) Brócoli + (0) Estiércol	0.1011	d e
Tratamiento 6 (0) Brócoli + (5) Estiércol	0.1003	d e
Tratamiento 2 (0) Brócoli + (5) Estiércol	0.1003	d e
Tratamiento 5 (0) Brócoli + (0) Estiércol	0.0936	e

(Unidades o valores con la misma literal, son iguales estadísticamente)