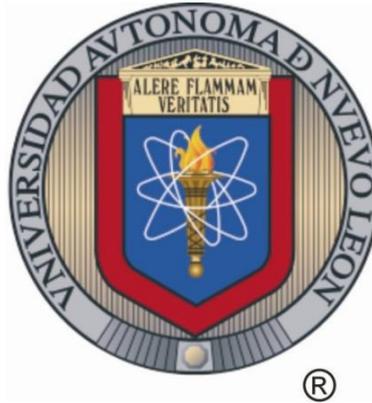


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**EVALUACIÓN DE FUENTES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN TOMATE
(*Lycopersicon esculentum Mill*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRESENTA

NOÉ CARDONA MARTÍNEZ

Marín, N.L.

Noviembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**EVALUACIÓN DE FUENTES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN TOMATE
(*Lycopersicon esculentum Mill*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA

PRESENTA

NOÉ CARDONA MARTÍNEZ

Marín, N.L.

Noviembre de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**



**EVALUACIÓN DE FUENTES DE FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN TOMATE
(*Lycopersicon esculentum* Mill) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS EN PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

PRESENTA

NOÉ CARDONA MARTÍNEZ

Marín, N.L.

Noviembre de 2013

ESTA TESIS FUE REVISADA Y APROBADA POR EL
COMITÉ PARTICULAR COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

COMITÉ PARTICULAR

Ph. D. Emilio Olivares Sáenz

Director

Ph. D. Rigoberto Vázquez Alvarado

Co - Director

Dr. Roberto Carranza de la Rosa

Asesor Auxiliar

Ph. D. Rigoberto Vázquez Alvarado

Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA

A Dios, creador y sustentador de todas las cosas, por permitirme concluir mis estudios profesionales.

A mis padres J. Ascensión Cardona Rodríguez y Ma. Dominga Martínez Almendrades, a mis hermanos José y Karina Cardona Martínez y a mí esposa Susan Deniss Morales Gómez por su incondicional apoyo en esta etapa de mi vida

A mis compañeros de generación y maestros por los momentos vividos durante mi formación académica.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ph. D. Emilio Olivares Sáenz, Ph. D. Rigoberto Vázquez Alvarado y Dr. Roberto Carranza de la Rosa, por formar parte del Comité de Tesis, así como por sus valiosas sugerencias e interés, en la revisión del presente trabajo.

Al equipo de trabajo del Proyecto Invernaderos de la FAUANL y compañeros por apoyarme y brindarme las facilidades pertinentes necesarias para sacar adelante y concluir el presente trabajo.

A las empresas Agro Biológica, S. A. de C. V. y PROGASA de C.V. por su colaboración para la adquisición de materiales empleados en la investigación.

INDICE GENERAL

	Pagina
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INDICE GENERAL	iv
INDICE DE CUADROS	vii
INDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
SUMMARY	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
2 REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1. La Agricultura Orgánica	3
2.1.1. Ventajas de la agricultura orgánica.	3
2.1.2. Panorama mundial de la agricultura orgánica.	4
2.1.3. La agricultura orgánica en México	5
2.1.4. Principales productos orgánicos producidos en México.	7
2.1.5. Exportación de productos orgánicos	7
2.1.6. Problemática de la agricultura orgánica nacional	10
2.1.7. Producción orgánica de tomate en México	10
2.2. Producción de Hortalizas en Invernadero	11
2.2.1. Producción de hortalizas bajo invernadero en el estado de Nuevo León	13
2.3. Aspectos Importantes para la instalación de un invernadero.	14
2.3.1. Ubicación.	14
2.3.2. Orientación de los invernaderos	15
2.3.3. Topografía	16
2.4. El Cultivo del Tomate	17
2.4.1. Importancia económica.	17
2.4.2. Clasificación taxonómica	18
2.4.3. Morfología y desarrollo	19
2.4.3.1. Semilla	19
2.4.3.2. Germinación	20
2.4.3.3. Planta	21
2.4.3.4. Sistema radicular	22
2.4.3.5. Tallo	23
2.4.3.6. Hoja	24

	2.4.3.7.	Flor	24
	2.4.3.8.	Fruto	25
	2.4.4.	Requerimientos edafoclimáticos	26
	2.4.4.1.	Temperatura	26
	2.4.4.2.	Humedad relativa	27
	2.4.4.3.	Luminosidad	27
	2.4.4.4.	Suelo	28
	2.4.5.	Practicas del cultivo	29
	2.4.5.1.	Entutorado Holandés	29
	2.4.5.2.	Poda.	31
	2.4.5.2.1.	Poda de formación	31
		Poda de yemas o chupones	31
	2.4.5.2.3.	Poda de flores y frutos	32
	2.4.5.2.4.	Poda de yema terminal o despunte	33
	2.4.5.3.	Deshojado	34
	2.4.6.	Siembra	35
	2.4.6.1	Germinación	36
	2.4.6.2.	Acondicionamiento de plántulas	37
	2.4.6.3.	Endurecimiento de las plantas	37
	2.4.7.	Trasplante	38
	2.4.7.1.	Trazo y construcción de camas de cultivo	39
	2.4.7.2.	Marco de plantación.	40
	2.4.8.	Fertilización de plantas de tomate en el invernadero.	41
	2.4.8.1.	Problemática por el uso de fertilizantes sintéticos	43
	2.4.9.	Uso de abonos orgánicos	44
	2.5.	Plagas	45
	2.5.1.	Manejo integrado de plagas	46
	2.6.	Enfermedades del Tomate	47
	2.7.	Cosecha.	48
3		MATERIALES Y MÉTODOS	50
	3.1.	Localidad e Instalaciones	50
	3.2.	Preparación de Suelo	51
	3.3.	Material Genético Utilizado	52
	3.4.	Siembra y Trasplante	52
	3.5.	Tratamientos y Diseño Experimental	53
	3.6.	Variables Evaluadas.	55
	3.6.1.	Altura de la planta (cm).	56
	3.6.2.	Largo y ancho de hoja (cm).	59

	3.6.3.	Numero de Hojas.	59
	3.6.4.	Numero de Racimos.	60
	3.6.5.	Diámetro de Tallo (mm).	60
	3.6.6.	Peso de Fruto (g).	61
	3.6.7.	Diámetro ecuatorial y polar de fruto (cm).	61
4		RESULTADOS Y DISCUSIÓN	62
5		CONCLUSIONES	70
6		BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA	71

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1	Extracción nutrimental unitaria y total por el cultivo de tomate con rendimiento de 30 kg m ⁻² y dosis de fertilización sugerida para las etapas de crecimiento y producción.	42
2	Análisis de varianza para rendimiento promedio por planta de tomate de tipo bola de la variedad caimán bajo condiciones de invernadero para los tratamientos con fertilización orgánica, fertilización química más trichoderma, fertilización química más extracto de algas y tratamiento con deshoje parcial (kg m ⁻²).	63
3	Análisis de varianza para ancho de hojas semanal promedio por planta por tratamiento (cm).	64
4	Análisis de varianza para largo de hojas semanal promedio por planta por tratamiento (cm).	64
5	Análisis de varianza para diámetro polar promedio de frutos cosechados por tratamientos con fertilización orgánica, fertilización química más trichoderma, fertilización química más extracto de algas y tratamiento con deshoje parcia (cm).	65
6	Medias de diámetro polar de frutos en los tratamientos de deshoje (cm)	65
7	Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de promedio de frutos cosechados por tratamientos con fertilización orgánica, fertilización química más trichoderma, fertilización química más extracto de algas y tratamiento con deshoje parcia (cm).	66
8	Medias de diámetro ecuatorial de frutos en los tratamientos de deshoje (cm).	66

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1	Entutorado de plantas de tomate mediante sistema Holandes o de ganchos; a) Gancho de entutorado, b) Anillo de entutorado, c) Planta erguida mediante sistema de entutorado Holandés.	30
2	Poda de yemas o chupones.	32
3	Poda de yema principal y brotes axilares.	34
4	Representación de distancias para elaboración de cama de cultivo.	40
5	Maduración de tomate y punto de maduración para corte; a) Racimo de tomate en maduración grado 1 (rompiente), b) Racimo de tomate en maduración grado 2 (punto de corte), c) Inicio de proceso de corte (a partir de grado de maduración 2), d) Caja con tomate cosechado.	49
6	Invernadero israelita tipo gótico de 1000 m ² , Proyecto Invernaderos FAUANL, Escobedo, Nuevo León.	50
7	Labores de preparación de suelo del 18 de junio al 07 de agosto del 2009; a) Inundación de suelo para lavado de sales, b) Rastreo de suelo, c) Trazo de camas de cultivo, d) Instalacion de sistema de riego.	51
8	Proceso de siembra y trasplante; a) Siembra de semilla en charola propagación de 200 cavidades, b) Plantula de 27 dias despues de siembra, c) Realización de cavidades en suelo para trasplante, d) Trasplante de plántulas de tomate, e) Fin proceso de trasplante.	52

9	Croquis de diseño bloques al azar con parcelas divididas (5 Repeticiones).	54
10	Identificación de plantas de estudio (Numero de invernadero, Numero de válvula de riego, Numero de planta, numero de semana y numero de racimo).	57
11	Identificación de punto de crecimiento.	58
12	Medición de largo y ancho de hoja (cm).	59
13	Conteo de número de hojas de bajo del último racimo con al menos una flor abierta	60
14	Peso de tomate cosechado de tratamientos (g).	61
15	Medición de diámetro del fruto (cm); a) Diámetro ecuatorial, b) Diámetro polar.	61

RESUMEN

La producción de tomate en invernadero está creciendo en México y algunos productores están interesados en la producción orgánica, sin embargo en la agricultura orgánica el rendimiento de tomate es bajo comparado a la producción convencional, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de fuentes de fertilización orgánica sobre las variables de rendimiento y calidad de tomate de la variedad Caimán en un invernadero tipo israelita de 1,000 m². La investigación se realizó en el Campus Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Los tratamientos de fertilización que se evaluaron fueron: fertilización con humus de lombriz (fertilización Orgánica), fertilización con gallinaza (fertilización orgánica), fertilización química más trichoderma, fertilización química mas extracto de algas y un testigo en fertilización química; y cada tratamiento estuvo evaluado en dos niveles de deshoje. El diseño experimental fue parcelas divididas con 5 repeticiones. Las parcelas principales fueron destinadas a los tratamientos con fertilización y las sub-parcelas a los tratamientos de deshoje. Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa entre los tratamiento de fertilización bajo las condiciones en que se realizó el experimento. En cuanto a los tratamientos de deshoje se encontró que al eliminar una hoja por simpodio se redujo el tamaño del fruto, pero no los rendimientos. Se concluyó que la fertilización orgánica pudiera sustituir a la fertilización química, bajo las condiciones en que se realizó el experimento.

Palabras clave: Fertilización orgánica, tomate, invernadero, trichoderma, extracto de algas y deshoje.

SUMMARY

Tomato under organic agriculture has low yields compared to the conventional production; the objective of the present investigation was to evaluate the effect of organic fertilization and defoliation on yield and quality of tomato using Caiman variety under an Israelite greenhouse of 1,000 m². The investigation was realized at Campus of Agronomic Sciences, Universidad Autónoma de Nuevo Leon; A split plot design with 5 repetitions was used. The main plots were allocated to the fertilization treatments: fertilization based vermicompost, fertilization base poultry manure, chemical fertilization with trichoderma, chemical fertilization with seaweed extract and a control (chemical fertilization), the experimental unit was a group of 10 plants. Defoliation treatment (with and without defoliation) were randomly assigned to sub plots. Results showed that the fertilization treatments were not significantly different. Defoliation caused reduction of fruit size, but it did not have effect on yield.

Key words: Organic fertilization, tomato, greenhouse, defoliation, trichoderma and seaweed extract.

1. INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica prohíbe el uso de fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana; favoreciendo así la reducción de contaminación del agua, mayor actividad biológica y mejora la fertilidad del suelo.

En México la producción de tomate orgánico se lleva a cabo en Baja California Sur, con rendimientos bajos, por lo que es conveniente producir en invernadero; en este sistema se modifica el ambiente natural en el que se desarrolla el cultivo y se pueden alcanzar altos rendimientos, inocuos y con mejores precios. Aun con esto, existe una problemática que está frenando el desarrollo de la producción orgánica de hortalizas en México, ya que para poder vender la producción, la agencia de certificación debe verificar la unidad de producción de 1 a 3 años antes de que la primera cosecha pueda venderse como orgánica (período de transición). Lo anterior está establecido en la NOM-037-FITO-(1995).

En la producción de cultivos en invernaderos es importante el monitoreo del desarrollo del cultivo, ya que se puede determinar si el cultivo se está desarrollando bajo una condición generativa o vegetativa, lo cual afecta el rendimiento esperado. Durante el crecimiento de la hoja el porcentaje de exportación de los fotoasimilados es cercano al 15%; En una hoja madura sólo el 50% de los fotoasimilados son exportados fuera de la hoja. Si las fuentes exceden a los depósitos dentro del simpodio, los excesos se pueden traslocar fuera de la unidad.

Objetivo

- a) Identificar alguna fuente de fertilización orgánica (gallinaza vs humus), fertilización química mas extracto de algas, fertilización química mas trichoderma, que supere en rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) tipo bola de la variedad Caimán a la fertilización química bajo condiciones de invernadero.

- b) Además, identificar el efecto en rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) tipo bola de la variedad Caimán al realizar un deshoje parcial entre simpodios en los tratamientos anteriores, bajo condiciones de invernadero.

Hipótesis

- a) Los fertilizantes orgánicos afectan la calidad y el rendimiento en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) tipo bola de la variedad Caimán bajo condiciones de invernadero y pueden sustituir a los fertilizantes químicos.

- b) El deshoje parcial entre simpodios balancea la planta en cuanto a desarrollo vegetativo y reproductivo, por lo que se esperan mayores rendimientos en las plantas de tomate con deshoje.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. La Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dando énfasis a la fertilidad del suelo, la actividad biológica y al mismo tiempo minimiza el uso de los recursos no renovables (Pazderka, 2003); este tipo de producción se caracteriza por no utilizar agroquímicos y se desarrolla bajo un sistema de insumos naturales en donde se instrumentan las buenas prácticas agrícolas (BPA) que protegen al medio ambiente, con el fin de crear un sistema de producción autosustentable en el largo plazo y de obtener productos libres de residuos tóxicos (Ochoa y Ortega, 2005).

2.1.1. Ventajas de la agricultura orgánica

La agricultura orgánica podría convertirse en una solución viable para muchos de los problemas del campo, como el uso excesivo de plaguicidas, migración de la población rural hacia las ciudades o los bajos ingresos de los productores rurales, dado que este tipo de agricultura tiene características amigables con el medio ambiente, es una industria intensiva en cuanto a mano de obra y en algunas situaciones es más rentable por factores como escases, alta demanda y alta cotización de estos productos en el mercado (Peinado *et al.*, 2006).

Algunas ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes:

- a) Establece un sistema productivo compatible y respetuoso con el medio ambiente.
- b) Conserva el equilibrio de los recursos naturales.
- c) Proporciona oportunidades comerciales emergentes.
- d) Combina los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadoras.
- e) Fomenta el debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre los problemas ambientales y sociales que se tienen en la actualidad (Ochoa y Ortega, 2005).

El creciente interés por consumir productos orgánicos es parte de una tendencia mundial de cambio de valores (Gómez *et al.*, 2003).

2.1.2. Panorama mundial de la agricultura orgánica

El mercado de alimentos y productos orgánicos ha tenido tasas de crecimiento de la producción por arriba del 20% anual, lo cual ha sido un crecimiento muy acelerado ya que ningún otro grupo de productos agropecuarios ha tenido este crecimiento y además cuenta con la peculiaridad que en algunos países no satisface la demanda de estos productos (Gómez *et al.*, 2003).

A principios del año 2001, se cultivaban bajo producción orgánica alrededor de 15.8 millones de has en el mundo; de las cuales Australia aportó prácticamente el 50% con 7.6 millones, Italia con 985, 687 y Estados Unidos de América con 900, 000 (Lerma, 2006).

El continente Americano registra la mayor superficie destinada a los cultivos orgánicos con un total de 4.3 millones de has; le sigue el continente Europeo con 3.7 millones de has, mientras que en Asia y África es muy marginal la producción destinándose solo en el primer continente 50 mil has y en el segundo 20 mil has (Lerma, 2006).

2.1.3. La agricultura orgánica en México

La agricultura orgánica tiene sus inicios en la década de los cincuentas en Europa; en México inició en 1963 con la producción de café orgánico en la Costa de Chiapas, pero hasta 1982 es cuando se da una fuerte promoción de este sistema al ser adoptado por miles de pequeños productores de café del estado de Oaxaca (Reyes, 2008).

La introducción de la agricultura orgánica certificada en México fue debido a la influencia externa de comercializadoras, organizaciones no gubernamentales, que fomentaron esta nueva forma de producir para poder surtir la demanda creada en los países desarrollados. Fue de esta manera como las comercializadoras de países

desarrollados comenzaron a solicitar a diversos agentes de México la producción de ciertos productos orgánicos, la cual comenzó en áreas donde no se usaban productos de síntesis química como en las regiones indígenas y áreas de agricultura tradicional en Chiapas y Oaxaca (Gómez *et al.*, 2003).

La agricultura orgánica y los productos orgánicos han tenido una buena aceptación por muchos agricultores y consumidores en los países Europeos, de Estados Unidos, Canadá y Japón principalmente, quienes se han preocupado por consumir productos sanos y de buena calidad (Reyes, 2008).

En México en comparación con otros países desarrollados, la agricultura orgánica se caracteriza por la integración de pequeños productores indígenas, por lo que la incorporación de las 80,000 de las 308,000 has agrícolas y pecuarias ya registradas, otorgan el carácter estratégico al sector orgánico Mexicano (Lerma, 2006).

México ocupa el 18º lugar por superficie orgánica y el primero en la producción de café orgánico. Al interior del país, este sector es el subsector agrícola más dinámico, pues ha aumentado su superficie de 23,000 has en 1996 a 103,000 has en el 2000, estimándose que alcanzó las 216 mil has para el año 2002 (Gómez y Gómez, 2001).

En México, los principales estados productores de alimentos orgánicos son: Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, los cuales concentran 82.8% de la superficie Orgánica total (Gómez y Gómez, 2001). Según la Federación Internacional

de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM), para 2005 en México había 120,000 productores orgánicos con un total de 296,046 has certificadas (Reyes, 2008).

2.1.4. Principales productos orgánicos producidos en México

México es el primer productor de café orgánico a nivel mundial (el café orgánico ocupa dos terceras partes de la superficie destinada a la agricultura orgánica en México) y el tercer productor de miel. Pero también se producen cacao, aguacate, mango, tomate, piña, plátano, naranja, ajonjolí, maíz, nopal, vainilla, leche y sus derivados, huevo y plantas medicinales, así como algunos productos procesados como carnes y embutidos, jugos, galletas y mermeladas, principalmente (Monroy, 2008).

De las 668 zonas de producción orgánicas detectadas en México, para el 2004, el 45.26% corresponden a café, 29.56% a frutas, 12.77% a aguacate, 6.57% a hortalizas y 5.66% a granos (Gómez y Gómez, 2001).

2.1.5. Exportación de productos orgánicos

México es uno de los 20 productores más importantes de alimentos orgánicos a nivel mundial, pero sólo el 10% de la producción se consume internamente (Monroy, 2008), de la producción orgánica de México el 85% se orienta a la exportación,

siendo los principales destinos los países de la Unión Europea, Estados Unidos, Canadá y Japón, los cuales tienen como características comunes su industrialización y los altos ingresos de sus habitantes. El estímulo para los productores de orgánicos proviene principalmente de que son generadores de divisas, y además se paga un sobre precio que oscila entre un 20-40% dependiendo del producto y del mercado específico de destino (Gómez *et al.*, 2003).

A diferencia de México en el mercado de Dinamarca los alimentos orgánicos son accesibles en las tiendas de autoservicio y pequeños comercios, debido a que 22% de la harina es orgánica, 20% de la leche, 13% del huevo, 12% de la zanahoria y 7% de la papa (Monroy, 2008).

En México el mercado de productos orgánicos es muy pequeño, por lo que acceder a estos productos no siempre es fácil. Sus canales de distribución suelen ser, en primer lugar, tiendas especializadas, mercados semanales que realizan ventas directas, como los de la Red Mexicana de Tianguis y Mercados Orgánicos que coordina el Centro de Investigaciones. Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial (CIESTAAM), de la Universidad de Chapingo, además los supermercados y las ventas a través de internet (Monroy, 2008).

El café orgánico de México se vende a 17 países, tiene como principales destinos los Estados Unidos (20%), Alemania (20%), Dinamarca (17%) y Holanda (14%), en conjunto los países europeos adquirieron el 72% de las ventas al exterior realizadas

en el último ciclo cafetalero. Las ventas de café orgánico a Japón representaron el 7.2% del total en el año 2000 (Nájera, 2002).

La frecuencia de compra de los productos orgánicos es un indicador para conocer la dinámica del mercado e identificar las oportunidades de los productores mexicanos. En Estados Unidos, el número de habitantes interesados en la compra de alimentos orgánicos creció de 46% en 1991 a 91% en 2000. Actualmente los puntos de venta para los productos orgánicos han aumentado considerablemente; no solo se comercializa este tipo de productos en mercados específicos, si no que ya existen en los supermercados anaqueles específicos para los productos orgánicos (Gómez *et al.*, 2003).

El producto mexicano que más se comercializa en Estados Unidos es el tomate. En el año 2000, México aportó 590,000 ton de tomate fresco a los EE. UU., seguido por Canadá y los Países Bajos. Más del 75% del tomate ingresa a los E U durante los meses de diciembre a mayo, completando la producción local (Hernández *et al.*, 2004). En cuanto a productos frescos orgánicos mas consumidos en Estados Unidos destacan los vegetales (tomates, zanahorias y legumbres) y frutas secas (Gómez *et al.*, 2002). Además el tomate orgánico obtiene un sobreprecio del 20 a 40% frente al tomate convencional (Gómez *et al.*, 2003).

2.1.6. Problemática de la agricultura orgánica nacional

El sector orgánico en México es uno de los sectores agrícolas más exitosos que hay en la actualidad, sin embargo hay algunas limitantes que están frenando su desarrollo y estas pueden afectar su potencial en el futuro (Gómez *et al.*, 2004).

La problemática enfrentada por este sector comprende los aspectos:

- Institucional.
- Económico y comercialización.
- Técnico.
- Organizativo y social.

2.1.7. Producción orgánica de tomate en México

La producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur (Navejas, 2002), pero los rendimientos son bajos, por lo que es conveniente producir en invernadero, garantizando rendimientos mucho más elevados (Cano *et al.*, 2004).

2.2. Producción de Hortalizas en Invernadero

La industria de los invernaderos nació y se desarrolló en Europa y para principios de los 80 empezó a tomar impulso en América, sobretodo en Canadá y algunas regiones de Estados Unidos, y en México, aunque desde los 70 nacen en el altiplano con flores (sobre todo en el Estado de México y Morelos), es a finales de los 90 que comienzan a desarrollarse en forma importante en la producción intensiva de las hortalizas, pasando de 1998 al 2006 (tan solo ocho años), de 600 a más de 6,500 he (Garza y Molina, 2008).

Un invernadero es toda aquella estructura cerrada, cubierta por materiales transparentes, dentro de la cual es posible obtener unas condiciones artificiales de microclima (controles de temperatura, humedad relativa, corrientes de aire y composición atmosférica son esenciales, como lo son, además, el control del agua y de los fertilizantes, el mantenimiento del nivel de oxígeno cerca de las raíces y la sanidad del cultivo) y, con ello, cultivar plantas en condiciones óptimas (Jaramillo *et al.*, 2007) . De esta manera, de tener zonas muy delimitadas para la producción de hortalizas en campo abierto como Sinaloa, Sonora, Baja California, Michoacán y el Bajío (Garza y Molina, 2008).

Los invernaderos se utilizan para asegurar la producción y calidad de los cultivos, ya que en campo abierto es muy difícil mantener los cultivos de una manera perfecta a

lo largo de todo el año (Jaramillo *et al.*, 2007). Actualmente, el tomate de invernadero es más visible que antes en la sección de frutas y verduras de las tiendas de autoservicio y almacenes. El mejoramiento del sabor y la vida de anaquel son dos características que han incrementado la demanda de tomates producidos en invernadero (Vermon, 2003).

Las ventajas de la agricultura protegida son significativas en comparación con la explotación a cielo abierto, ya que los rendimientos pueden incrementarse de manera gradual, con una mayor seguridad en la inversión realizada, ya que en la agricultura tradicional un productor de tomate llega a producir en promedio 40 toneladas al año por ha con agua ineficientemente utilizada debido a pérdidas por evaporización e infiltración. En invernadero es posible producir más de 200 toneladas por ha aprovechando al máximo el agua, esto, siempre y cuando los productores utilicen la tecnología adecuada y tengan los conocimientos necesarios (Garza y Molina, 2008).

La producción de tomate en invernadero se puede realizar en construcciones simples, diseñadas por los agricultores a bajo costo, o sofisticadas, con instalaciones y equipos para un mejor control del ambiente. Los invernaderos generalmente son utilizados para cultivos de porte alto, como tomate, pepino, pimentón, melón, flores y otros (Jaramillo *et al.*, 2007). El principal objetivo de la instalación del invernadero es controlar el micro-clima dentro del invernadero y controlar las plagas de los cultivos (Garza y Molina, 2008).

2.2.1. Producción de hortalizas bajo invernadero en el estado de Nuevo León

La horticultura protegida en México se ha venido desarrollando bajo condiciones muy heterogéneas, desde costosos invernaderos de vidrio, que superan los 100 US\$/m², hasta las más económicas instalaciones denominadas casas sombras con costos de 4 a 7 US\$/m², la superficie de invernaderos incluidas las casas sombras, asciende a 8,934 has, superficie estimada al mes de junio del 2008 (Castellanos y Borbón, 2009).

En el Estado de Nuevo León se han tenido experiencias de producción de hortalizas en invernaderos con resultados satisfactorios. A principios de esta década la UANL propuso un sistema de producción en pequeños módulos de invernadero (1000 m² aproximadamente) por lo que en algunos municipios del Estado se construyeron naves de invernadero de éstas dimensiones. Para el año 2005 ya existían invernaderos de 2,500 m² y de hasta una ha.

Actualmente, son varios los municipios que tienen al menos 1000 m² de producción de cultivos en invernadero entre los que se pueden citar a Cadereyta, Galeana, Dr. Arroyo, Dr. González, General Terán, General Zaragoza, Iturbide, Linares, Los Ramones, Marín, Montemorelos, Rayones, Sabinas Hidalgo, y Aramberri, siendo este último el que posee la mayor superficie de invernaderos con 17 has construidas

y en producción (Garza y Molina, 2008). Actualmente Galeana ya supera a Aramberri.

2.3. Aspectos Importantes para la instalación de un invernadero

2.3.1. Ubicación

En México existe una gran diversidad de regiones dispersas en el territorio nacional con diferentes climas, altitudes y condiciones meteorológicas contrastantes, en las que se puede producir bajo condiciones protegidas (Castellanos y Borbón, 2009). Es importante tomar en cuenta para la instalación de un invernadero el ambiente que lo rodea ya que deberá estar lejos de árboles que alberguen áfidos, mosquitas blancas, arañas, y además pueden bloquear la luz solar, tener acceso a buenas carreteras y al mercado, el sitio deberá estar más arriba que el área que lo rodea para facilitar el drenaje, deberá tener acceso a electricidad, gas natural, calentamiento con petróleo u otra fuente de combustible, deberá tener una buena fuente de agua, cada planta necesitará al menos 100 galones de agua libre de sales por año (Vermon, 2003).

Cada región tiene sus propias demandas de infraestructura. El estado de Sinaloa se distingue por su crecimiento en casas sombras, dado a que las condiciones climáticas permiten producir en el invierno, sin estructuras formales de protección, bajo condiciones de suelo y bajos costos de producción. De igual manera Baja

California, aprovecha la ventana comercial del verano y evita competir con Sinaloa. Estos estados se complementan muy bien para acceder al mercado de la costa oeste de los Estados Unidos.

Por otro lado, en la región central del país está creciendo el uso del invernadero multitúnel, ya sea automatizado o manual. Este sistema de producción opera bajo condiciones de suelo o sustrato, los ciclos de producción que se realizan en México son de invierno y verano. El ciclo de verano tiene la ventaja de permitir ahorrar en combustible, ya que cuando los precios de venta son bajos, no alcanzan para cubrir los gastos de calefacción (Castellanos y Borbón, 2009).

2.3.2. Orientación de los invernaderos

El invernadero se construye generalmente en dirección norte-sur, pues está probado que, en el conjunto del día, la iluminación interna es más uniforme y constante en este sentido (Garza y Molina, 2008). Sin embargo, otros factores que la determinan son la dirección e intensidad de los vientos y la topografía del terreno (Jaramillo *et al.*, 2007). En algunos casos, por razones de ventilación puede ser requerida una orientación de las naves del invernadero Este-Oeste, pero en tal caso invariablemente la orientación de las hileras de las plantas deberá ser Norte Sur (Muñoz, 2009).

Es importante también considerar la dirección predominante del viento para decidir la orientación de la apertura de las ventanas cenitales, con el objeto de provocar una mejor ventilación y evacuar el calor en una forma más eficiente (Muñoz, 2009).

La apertura de ventanas deberá orientarse de preferencia a favor del viento, para no recibirlo desde su dirección predominante. Si se trata de un invernadero multitúnel es importante mantener la consigna de cierre de ventanas a determinada velocidad de viento para evitar que una ráfaga llegue a romper el plástico.

2.3.3. Topografía

Los invernaderos no se deben instalar en terrenos con pendientes mayores al 1%, pues puede generarse una variación de varios grados centígrados entre las naves de la parte baja y de la parte alta. Cuando no hay más remedio que usar esos terrenos, es necesario formar terrazas para instalar módulos pequeños, procurando que en ningún momento el invernadero tenga una pendiente mayor al 1%.

Hay que tomar en cuenta la precipitación pluvial y asegurarse de que las pendientes y dimensiones de las canaletas sean capaces de evacuar el agua en eventos de lluvia intensos (Muñoz, 2009).

2.4. El Cultivo del Tomate

2.4.1. Importancia económica

La versatilidad del tomate para consumo en fresco o en conserva y su adaptabilidad han jugado un papel fundamental en su rápida y extensa utilización (Stanley, 2001).

La superficie nacional destinada al cultivo de hortalizas es pequeña en comparación con la destinada a granos, sin embargo, la demanda de mano de obra y las divisas que se obtienen por la exportación superan con mucho a los cultivos básicos. México ha venido incrementando el volumen de hortalizas exportadas desde 1992, gracias a sus ventajas comparativas de clima y bajo costo de mano de obra con relación a Canadá y EE. UU.

De los 4.5 millones de toneladas de hortalizas y frutas que se exportan de México a Estados Unidos, el cultivo de mayor importancia es el tomate con alrededor de 700,000 ton, seguido de sandía, limón, pepino, pimiento, calabaza, chile, aguacate y mango, el 35% restante se reparte en un grupo grand de cultivos (Castellanos y Borbón, 2009).

En la actualidad el comercio internacional del tomate está localizado en dos áreas concretas con alto poder adquisitivo: Unión Europea y Estados Unidos. El principal exportador de tomate a EEUU es México, seguido de Canadá. Las exportaciones españolas, holandesas, israelitas y marroquíes son pequeñas, alcanzan entre el 4%

y el 8.6%. La situación de los precios de exportación son enormemente ventajosos para México, en relación al resto de competidores (Pérez *et al.*, 2004).

En el año 2000, un 90% de las exportaciones de tomate provenía de campo, en el 2007 el tomate de invernadero represento el 35% de las exportaciones, da ahí la importancia que está teniendo la horticultura protegida en los últimos años.

El incremento constante en el cultivo de tomate bajo invernadero se debe a que, al usar de forma eficiente las herramientas de la agricultura protegida, se pueden tener producciones adecuadas de la variedad deseada, además de planificación de la producción para cosechar en temporadas de precios altos. Si se desarrolla adecuadamente esta industria en México, se podrá desplazar una mayor producción de esta hortaliza y compensar las pérdidas en la balanza comercial de granos (Castellanos y Borbón, 2009).

2.4.2. Clasificación taxonómica

Reino: Plantae.

Sub-reino: Traqueobionta (plantas vasculares).

Superdivisión: Spermatophyta (plantas con semillas).

División: Magnoliophyta (plantas con flor).

Clase: Magnoliopsida (dicotiledóneas).

Subclase: Asteridae.

Orden: Solanales.

Familia: Solanaceae.

Género: Lycopersicon.

Especie: Esculentum.

Nombre binomial: Lycopersicon esculentum.

(Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.3. Morfología y desarrollo

2.4.3.1. Semilla

La semilla de tomate es aplanada y de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 3 x 2 x 1 mm; está constituida por el embrión, endospermo y la testa o cubierta seminal (Muñoz, 2009). En un gramo hay aproximadamente de 300 a 350 semillas (Rodríguez *et al.*, 2008).

Si se almacena por periodos prolongados se aconseja hacerlo a humedad del 5.5%. Una semilla de calidad deberá tener un porcentaje de germinación mayor del 95% (Pérez *et al.*, 2001). La semilla conserva su poder germinativo durante 4 o más años si se la mantiene en condiciones adecuadas de temperatura (Rodríguez *et al.*, 2008).

La aplicación exógena de reguladores de crecimiento, principalmente giberelinas y auxinas, estimula la germinación. Las raíces blancas indican buena sanidad y crecimiento, además de que la planta está en condiciones óptimas para el trasplante.

La germinación también es sensible al pH, las turbas no tratadas presentan valores de pH muy ácidos que afectan la germinación de la semilla (Muñoz, 2009).

2.4.3.2. Germinación

El proceso de germinación comprende tres etapas:

- a) Rápida absorción de agua, que dura 12 horas.
- b) Reposo, dura 40 horas, durante la cual no se observa ningún cambio; la semilla comienza a absorber agua de nuevo.
- c) Crecimiento: asociada al proceso de germinación de la semilla.

Este proceso necesita elevadas cantidades de oxígeno; cuando la oxigenación es deficiente se reduce drásticamente la germinación, como suele ocurrir en suelos anegados (Pérez *et al.*, 2001).

El proceso de germinación está muy influenciado por la temperatura: el rango óptimo se encuentra entre 18 y 29.5°C, la temperatura mínima está entre 8 y 11°C (Picken *et al.*, 1986) y la máxima es de 35°C (Jones, 1999).

2.4.3.3. Planta

El tomate es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas, denominada científicamente *Lycopersicum esculentum* Mill, o *Solanum lycopersicum* L. Farwell. Potencialmente perenne y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual, que es de distinta duración según la variedad (Rodríguez *et al.*, 1997).

Por el tipo de crecimiento la planta de tomate se clasifica de la siguiente manera:

- A) Crecimiento determinado. Son plantas arbustivas, con un tamaño de planta definido, donde en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que se pueden encontrar plantas compactas, medianas y largas, estas plantas presentan periodos determinados de floración y cuajado de frutos (Nuño, 2007).

- B) Crecimiento indeterminado, este tipo de plantas son las adecuadas para un cultivo en invernadero ya que su crecimiento vegetativo es continuo, pudiendo llegar su tallo principal hasta más de 12 m de largo si es manejado a un solo eje de crecimiento, es decir manejando la planta a un solo tallo principal eliminando los brotes laterales y enredando el tallo a un hilo de soporte, las inflorescencias aparecen lateralmente en el tallo, florecen y cuajan uniformemente (Nuño, 2007).

En el invernadero, la planta de tomate puede mantenerse por periodos de 6 a 9 meses o durante un periodo más largo, esto dirigiendo a la planta a un tallo principal, removiendo las hojas viejas y cosechando los racimos más bajos y bajando el vástago principal de la planta para mantenerlo al alcance de la mano de los trabajadores, para mantenerla libre de enfermedades y de otros factores de estrés (Jones, 1999).

2.4.3.4. Sistema radicular

El sistema radical del tomate consta de una raíz principal y gran cantidad de ramificaciones secundarias (Muñoz, 2009). La raíz principal es pivotante y crece unos 3 cm al día hasta que alcanza los 60 cm de profundidad, simultáneamente se producen raíces adventicias (Rodríguez *et al.*, 1997); en los primeros 30 cm de la capa del suelo se concentra el 70% de la biomasa radical.

El sistema radical tiene como función la absorción y el transporte de agua y nutrientes, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. Dentro de la raíz se encuentra la epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, además el cortex y el cilindro central donde se sitúa el xilema (Jaramillo *et al.*, 2007). La temperatura óptima para el crecimiento de la raíz está comprendida entre los 20°C y los 30°C (Rodríguez *et al.*, 1997).

Cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, en consecuencia, se favorece el crecimiento de raíces secundarias que se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. El sistema radical puede abarcar una extensión de 1.5 m de diámetro alrededor de la planta (Garza y Molina, 2008).

2.4.3.5. Tallo

El tallo es el eje principal sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutas además en el extremo de este se encuentra el meristemo apical donde se inician los nuevos primordios foliares y florales.

A lo largo del tallo en las axilas de las hojas surgen los brotes o tallos secundarios los cuales se deben eliminar mediante poda para poder dirigir la planta a un solo eje de crecimiento.

El buen o mal manejo de la planta queda registrado a lo largo del tallo, se puede observar en la longitud de tallo tramos delgados (indica que la planta sufrió una condición de estrés en ese momento) o tramos de tallo demasiado gruesos (indican que en ese momento la planta presento una condición de exceso de vigor) (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.3.6. Hoja

Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo, son compuestas imparipinadas con siete a nueve folíolos, peciolados, lobulados y con borde dentado y recubiertos con pelos o tricomas glandulares (Jaramillo *et al.*, 2007).

Las primeras 2 hojas son de menor tamaño, con menos folíolos, las siguientes pueden alcanzar unos 50 cm de largo, con un folículo terminal grande y hasta 8 folículos laterales (Garza y Molina, 2008).

A lo largo del tallo se van formando unidades de hojas y racimos llamados simpodiso los cuales están formados por tres hojas y un racimo floral para el caso de las variedades de crecimiento indeterminado (Muñoz, 2009).

2.4.3.7. Flor

Las flores son hermafroditas, pequeñas, pedunculadas de color amarillo y forman corimbos axilares, el cáliz tiene 5 sépalos, la corola tiene 5 pétalos que conforman un tubo pequeño pues esta soldada inferiormente, los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresale de los estambres (Garza y Molina, 2008).

En el caso de las plantas con crecimiento determinado las inflorescencias se producen alternando con cada hoja o dos hojas, en estas plantas predomina la

precocidad y el porte bajo; al contrario en las plantas de crecimiento indeterminado la alternancia es mas espaciada y estas son mas tardías y de porte alto. La primera inflorescencia se produce entre el 8° y el 18° nudo según el tipo de planta (Rodríguez *et al.*, 1997).

La polinización ocurre cuando la temperatura nocturna está entre los 13 y 24°C y la diurna entre los 15.5°C y los 32°C, a temperaturas mayores o menores, particularmente en la noche, las flores se caerán sin dejar frutos cuajados (Muñoz, 2009). Con frecuencia, en la planta de tomate se presenta el fenómeno de la abscisión o caída de flores, que se debe a temperaturas extremas (muy altas o muy bajas), a fenómenos morfológicos o aspectos fisiológicos.

2.4.3.8. Fruto

El fruto es una baya de color amarillo, rosado o rojo, de forma deprimida, alargada y lobular, piriforme, redondeada, de tamaño variable; la coloración es roja, rosada o amarillenta según la manifestación de licopeno y/o caroteno (Garza y Molina, 2008).

En sección transversal se aprecian en él la piel, la pulpa, el tejido placentario y la pulpa gelatinosa que envuelve a las semillas. El espesor de la piel aumenta en la primera fase del desarrollo del fruto, adelgazando y estirándose al acercarse la maduración; por ello en algunos frutos se producen grietas (Rodríguez *et al.*, 1997).

El inicio de la fructificación en variedades de crecimiento indeterminado ocurre entre los 70 a 80 días, y la primera cosecha se realiza entre los 85 a 90 días después de la siembra. Si es de crecimiento determinado la floración comienza entre los 60 a 65 días después de la siembra, y la primera cosecha puede realizarse entre los 75 a 80 días.

2.4.4. Requerimientos edafoclimáticos

2.4.4.1. Temperatura

La temperatura óptima durante el día para el desarrollo del tomate se encuentra entre los 23 y 25°C y la temperatura optima nocturna se encuentra entre los 15 y 17°C, los extremos de temperatura hacia arriba y hacia abajo alteran el desarrollo del tomate y provocan una deficiente fructificación a temperaturas por debajo de los 7°C las plantas necesitan una ayuda de calefacción artificial (Muñoz, 2009).

Durante el proceso de respiración se consumen los carbohidratos que se producen durante la fotosíntesis y se eliminan en forma de CO₂, este proceso se realiza durante el día y la noche. Es importante mantener bajas tasas de respiración por lo que es importante evitar temperaturas altas (mayores a 32°C) (Muñoz, 2009).

2.4.4.2. Humedad relativa

La humedad influye sobre el crecimiento de los tejidos, transpiración, fecundación de las flores y desarrollo de las enfermedades criptogámicas (Rodríguez et al., 1997), La humedad relativa óptima para el tomate se encuentra entre un 60 a 80% (Muñoz, 2009).

En la época de invierno y de largos periodos de humedad relativa y días nublados la etapa de amarre de fruto se ve afectada a causa de mala polinización ya que el polen tiende a estar pegajoso y tiende a agregarse, además la longitud del estilo esta determinado genéticamente y se incrementa con baja luminosidad, alta temperatura, alta disponibilidad de nitrógeno y tratamientos con giberelinas (Muñoz, 2009).

2.4.4.3. Luminosidad

Es un factor importante ya que valores reducidos de luminosidad pueden incidir de forma negativa sobre los procesos de la floración, fecundación, así como el desarrollo vegetativo de la planta.

Para que el cultivo del tomate produzca con mínimas restricciones fotosintéticas, debe ocurrir una radiación incidente fuera del invernadero entre los 14 a 16 MJ m⁻² por día, por lo que es recomendable maximizar la luminosidad hacia el invernadero

realizando una buena selección de la cubierta y especial cuidado en la limpieza, además de una óptima orientación (Muñoz, 2009).

2.4.4.4. Suelo

El tomate está clasificado como una hortaliza tolerante a la acidez, con valores de pH de 5.0 – 6.8 en agua. En lo referente a salinidad está clasificado como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6,400 ppm o 10 dS/m. Con respecto a la textura del suelo, el tomate se desarrolla en suelos livianos (arenosos) y en suelos pesados (arcillosos), siendo los mejores los arenosos y limo arenosos con buen drenaje (Garza y Molina, 2008).

Si se tienen suelos con pH de 4 a 5 o de 8 a 9 es posible utilizar algunas enmiendas para el control del pH; para el control de un pH ácido del suelo se recomienda incorporar al suelo dolomita o cal apagada y al contrario al tener un suelo alcalino es posible bajar el pH al realizar acidificación mediante azufre, las enmiendas deben de realizarse solas, antes de la preparación general del terreno y nunca a la vez con aplicaciones del estiércol; debiendo, como mínimo, aplicarse uno o dos meses antes (Rodríguez *et al.*, 1997).

2.4.5. Practicas del cultivo

El tomate es una planta a la cual deben aplicarse una serie de labores culturales a lo largo del periodo de crecimiento, todas ellas para conseguir que la planta se desarrolle en las mejores condiciones posibles para que las producciones sean abundantes.

Estas técnicas de cultivo han evolucionado a lo largo de los años, y como es natural dependen de diversos factores, como puede ser el tipo de suelo, las condiciones ambientales o la variedad (Rodríguez *et al.*, 1997).

2.4.5.1. Entutorado Holandés

El entutorado de la planta de tomate es una práctica imprescindible ya que es necesario mantenerla erguida para que los frutos no toquen el suelo, además esta práctica facilita la aireación y el aprovechamiento de la radiación solar, además las labores culturales se facilitan (Garza y Molina, 2008).

El sistema de tutoreo utilizado comúnmente es el Holandés o de ganchos (Figura 01), la rafia o hilo se amarra alrededor del tallo de la planta y en la parte superior se amarra al cable de soporte del invernadero, además se utilizan anillos, estos son sujetos al hilo de rafia y abrazan el tallo sujetando la planta para poder mantenerla erguida, estos anillos se instalan durante el ciclo de cultivo (Nuño, 2007).

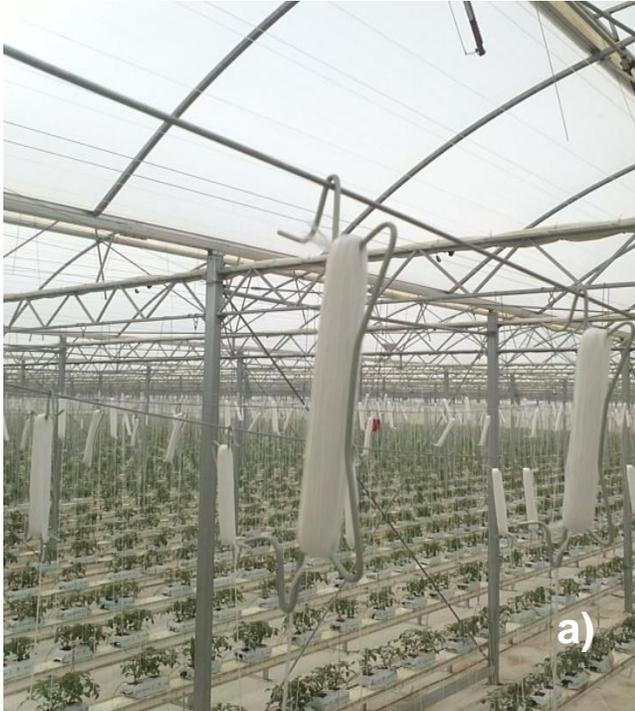


Figura 01. Entutorado de plantas de tomate mediante sistema Holandes o de ganchos; a) Gancho de entutorado, b) Anillo de entutorado, c) Planta erguida mediante sistema de entutorado Holandés.

2.4.5.2. Poda

En materiales de tomate de crecimiento indeterminado, se requiere realizar la poda de diferentes partes de la planta, como tallos, chupones, hojas, flores y frutos, con el fin de permitir mejores condiciones para aquellas partes que quedan y que tienen que ver con la producción; a la vez, se busca eliminar aquellas partes que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía, necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.5.2.1. Poda de formación: se realiza a los primeros 25 a 30 días después del trasplante. En esta actividad se define la cantidad de tallos con los que se va a trabajar la planta de tomate; trabajar con un tallo por planta es lo más recomendable (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.5.2.2. Poda de yemas o chupones: Esta práctica contribuye también a mantener la planta a solo un eje de crecimiento, ya que consiste en la eliminación de brotes axilares entre hojas y tallo (Figura 02), esto evita pérdidas de nutrientes, exceso de follaje y ofrece frutos de máximo calibre y excelente calidad (Nuño, 2007).

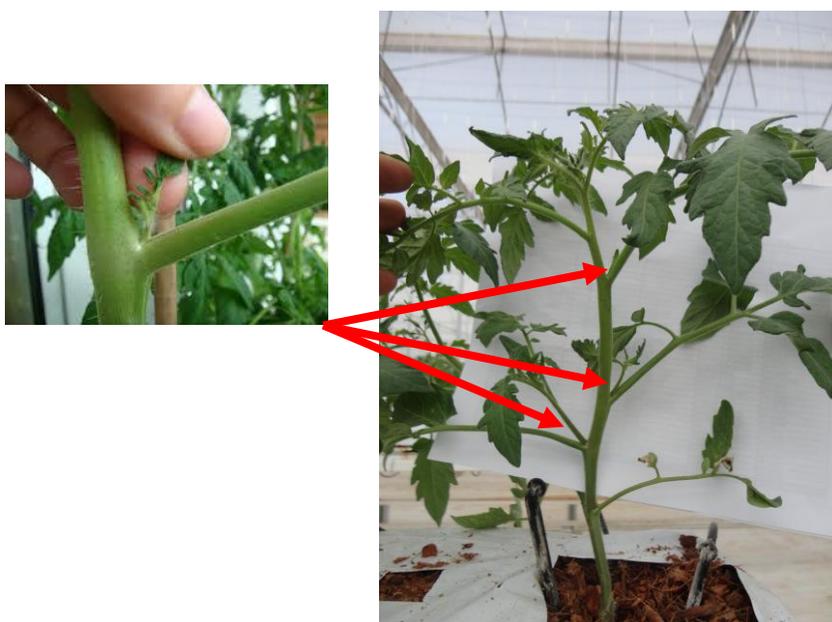


Figura 02: Poda de yemas o chupones.

Es una práctica esencial a lo largo de todo el ciclo, sin embargo entre los 30 y 90 días después del trasplante se producen con más frecuencia, y es necesario, en ocasiones, desbrotar dos a tres veces por semana (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.5.2.3. Poda de flores y frutos: El objetivo de este tipo de poda es balancear el crecimiento vegetativo y generativo de la planta, y homogenizar y aumentar el tamaño de los frutos restantes, así como su calidad (Jaramillo *et al.*, 2007).

En las variedades de tomate bola, donde se requieren frutos de gran calibre, se recomienda que en los primeros 3 racimos se dejen 6 frutos por racimos, 5 en los siguientes 3 racimos, 4 en los sucesivos. En las etapas finales se puede reducir incluso a 3 frutos por racimo cuando se le pide al productor frutos de buen calibre. Si

nunca se hace un aclareo, se reduce el tamaño de fruto y de igual manera las pretensiones en el precio de venta del producto (Muñoz, 2009).

Normalmente no se podan los racimos de flores hasta que se vean 3 a 4 frutos bien formados en el racimo. Sin embargo, flores anormales tienen que ser cortadas tan pronto como las reconozca. Estas flores producirán frutos “cara de gato” (Vermon, 2003).

2.4.5.2.4. Poda de yema terminal o despunte: Consiste en cortar la yema principal de la planta, teniendo en cuenta que el racimo que esté por debajo de esta yema esté totalmente formado (Figura 03); además, se deben dejar dos hojas por encima del último racimo. Esta poda permite determinar el número de racimos que se van a dejar por planta; se puede llevar la producción a 8, 10, 12, 14 o 16 racimos, dependiendo del estado sanitario de la planta, la productividad del material y la calidad comercial exigida por los mercados (Jaramillo *et al.*, 2007).

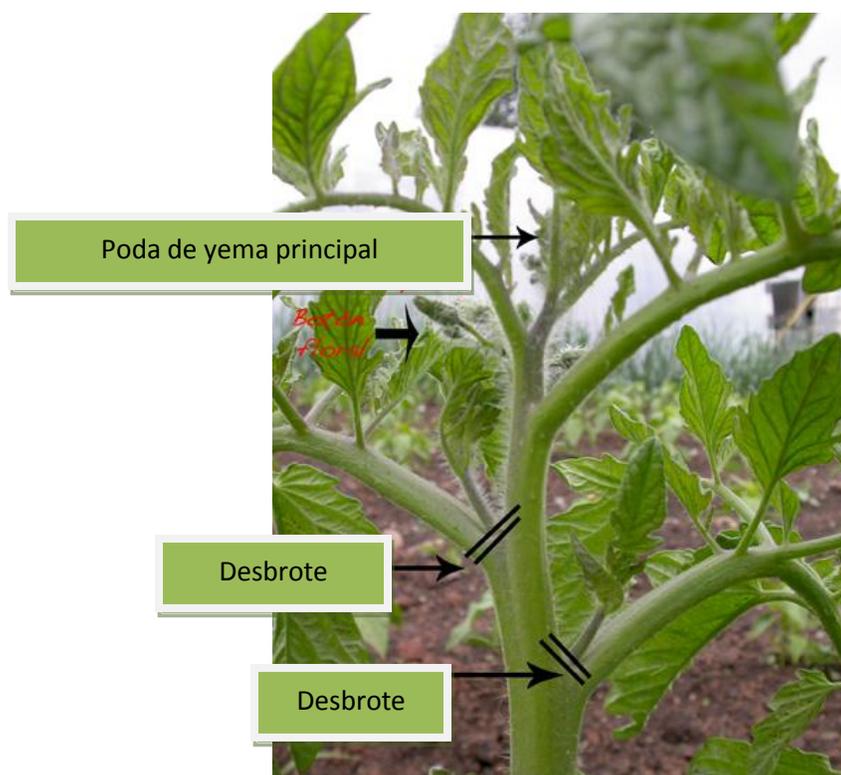


Figura 03: Poda de yema principal y brotes axilares.

2.4.5.3. Deshojado

La hoja representa una gran fuente de fotosintatos a los frutos, principalmente la segunda y tercera hoja debajo del racimo (Vermon, 2003).

Además es importante mantener una planta de tomate con 14 a 17 hojas desarrolladas (estas hojas se cuentan a partir del último racimo formado que tenga al menos una flor abierta y hacia abajo) (Muñoz, 2009).

Al realizar una poda agresiva de hojas (dejando menos de 13 por planta) se tendrán frutos de menor tamaño de lo esperado y la planta se debilitara, de lo contrario al

mantener una cantidad de hojas mayor a las 18 por planta se puede generar una alta humedad relativa en la zona de la planta y provocar riesgos por enfermedades, además de retardar la maduración. Por el contrario, cuando la planta tiene menos de 14 hojas le falta área fotosintética y esta puede sufrir un agotamiento y dificultades para llenar los frutos y mantener una alta tasa de generación de frutos en un ciclo largo (Muñoz, 2009).

2.4.6. Siembra

Es importante el manejo de la sanidad e inocuidad durante el proceso de producción de plántula ya que tanto la semilla como la plántula pueden ser afectados por hongos, bacterias, nematodos, insectos y malezas que pueden afectar los procesos de germinación, crecimiento y desarrollo lo cual puede reflejarse en graves problemas económicos (Jaramillo *et al.*, 2007).

El objetivo de la producción de plántula en charolas es producir una plántula con cepellón que soporte mejor el trasplante y que sufra lo menos posible al momento del trasplante. Las charolas comerciales por lo general son de una sola medida (ancho y longitud), para tomate bajo invernadero se recomienda la de 200 cavidades debido a que se obtiene buena calidad de plántula (Garza y Molina, 2008).

Estas charolas deben estar desinfectadas previamente con productos como Previcur N. Después de la desinfección se llenan las cavidades con turba (peat most) que es

un material inerte, colocando en cada una de las cavidades las semillas de tomate a una profundidad de 2 a 3 milímetros (Nuño, 2007). Es importante recordar que la profundidad de siembra está dada por la regla según la cual una semilla de hortaliza no se profundiza más de dos veces su tamaño (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.6.1. Germinación

Las semillas de tomate germinen plenamente entre seis y ocho días en promedio con semilla de buena calidad, la velocidad de germinación está influenciada por la temperatura óptima y la humedad del suelo, el cual debe estar a capacidad de campo. La temperatura óptima para la germinación está entre 16 y 28° C; temperaturas menores de 10° C y superiores a 35° C inhiben la germinación, a 15° C se presenta una germinación del 75% y a 35° C germina un 70% de la semilla. Respecto al porcentaje de germinación de las semillas, es importante tener en cuenta su longevidad, la cual depende de las condiciones de conservación que se les proporcionen. Es importante mencionar que las casas distribuidoras de semillas garantizan un porcentaje de germinación que está entre un 85 a un 95%, el cual se indica en la etiqueta del empaque (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.6.2. Acondicionamiento de plántulas

Consiste en preparar la planta a las condiciones de clima que se tendrán en el trasplante al invernadero para evitar que sufran lo menos posible por el cambio de las condiciones climáticas.

Lo más común es que la temperatura del semillero se dejen ligeramente por encima y por debajo de la óptima, esto durante la última semana antes de realizar extracciones de plántulas (Garza y Molina, 2008).

2.4.6.3. Endurecimiento de las plantas

Consiste en disminuir la aplicación del agua de riego una semana antes del traslado de las plántulas a campo. Esta práctica es de gran importancia en el semillero y se hace con la finalidad de controlar el crecimiento de las plántulas, endurecer los tejidos y facilitar su adaptación a las condiciones de estrés en el campo. Así mismo, se logra que las raíces inicien una exploración más acelerada en busca de agua y de esta forma se consigue que se desarrollen más rápidamente.

Cuando las plántulas han crecido en condiciones muy favorables de humedad, sus tejidos son muy acuosos y débiles; con la disminución del riego antes del trasplante se busca endurecer los tejidos para que sean más resistentes bajo condiciones de campo (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.4.7. Trasplante

El trasplante se realiza de los 30 a 40 días después de la siembra esto en el mes de Septiembre para iniciar la cosecha en los meses de Noviembre y continuar hasta Mayo, Junio del año siguiente (Nuño, 2007).

Las plantas al trasplante deben estar uniformes, sanas, con hojas bien desarrolladas, de color verde, y erectas, no se debe trasplantar plantas con coloración púrpura en las hojas, ya que esto indica una deficiencia de fósforo, deben tener un sistema de raíces bien desarrollado que permita contener el sustrato y que éste no se desmorone en el momento en que la plántula es sacada de la bandeja (Jaramillo *et al.*, 2007).

Es importante proteger la raíz de la planta antes de mandarla al invernadero para su trasplante para evitar el daño por patógenos que puedan afectar la calidad y sanidad de la plántula utilizando una solución que contenga agua + previcur + derosal, teniendo la precaución de humedecer solamente el área radicular de las plantas, en una dosis de 1 ml de cada producto por cada litro de agua utilizada en la mezcla de la solución (Garza y Molina, 2008).

Es muy recomendable hacer análisis químicos del agua y suelo para determinar las cantidades de elementos disponibles, como los niveles de salinidad existentes en el sustrato (Nuño, 2007).

Se recomienda realizar el trasplante por la mañana temprano o por la tarde y recoger todas las charolas vacías que se utilizaron y lavarlas con algún desinfectante antes de guardarlas para el siguiente año.

2.4.7.1. Trazo y construcción de camas de cultivo

Es importante asegurar que la acumulación de las sales en el suelo ocurra fuera del alcance de la zona de la raíz de la planta, para esto se recomienda: realizar las camas de cultivo a una distancia, de centro a centro de cama de 1.8 m en siembra a doble hilera, dependiendo de las dimensiones del invernadero, para hacer más eficiente el área de cultivo del invernadero hay que comenzar a trazar las camas a partir de las columnas que separan los módulos del invernadero, de tal modo que estos queden en el centro de la cama, la distancia entre hileras deberá ser 0.45 m y entre plantas de 0.50 m cuidando dar una altura a la cama de cultivo de 20 cm (Figura 04). (Garza y Molina, 2008).

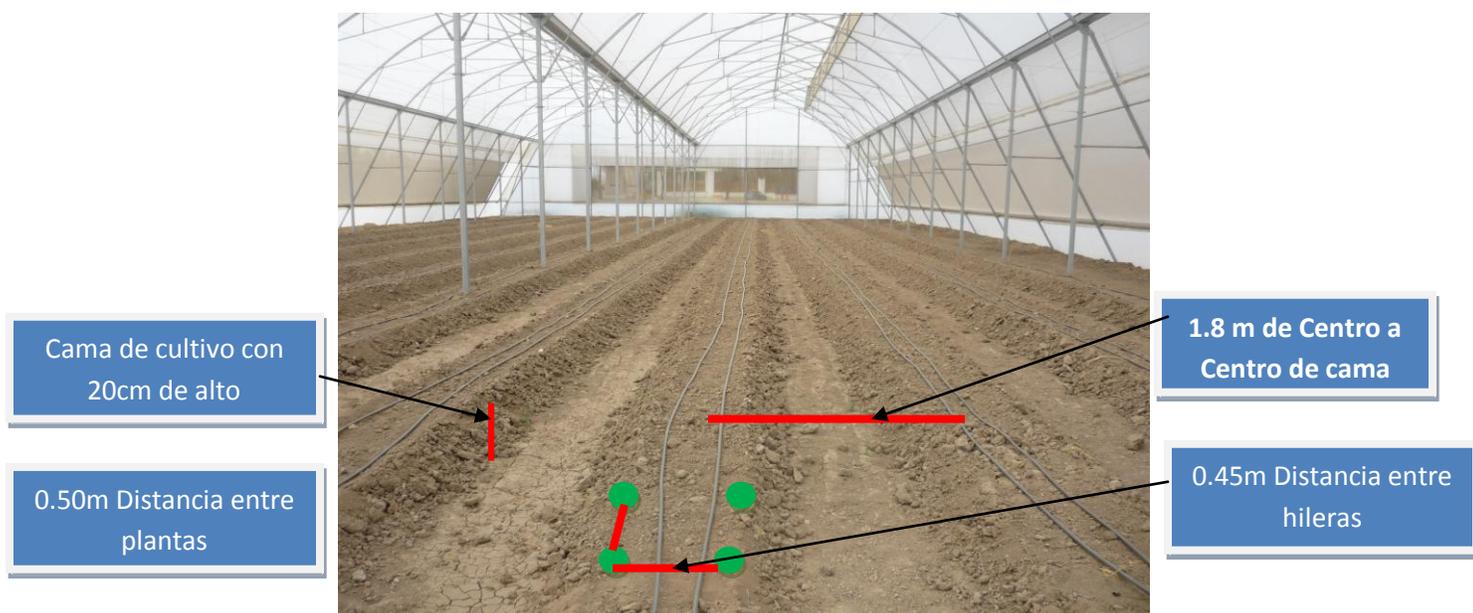


Figura 04: Representación de distancias para elaboración de cama de cultivo.

2.4.7.2. Marco de plantación

El marco de plantación se establece por el número de plantas por m^2 del invernadero existiendo diversos marcos de plantación (de 2.3 a 2.5 plantas por m^2 teniendo de 23,000 a 25, 000 plantas por ha.) (Garza y Molina, 2008).

Existen sistemas de producción en donde se encuentran marcos de plantación de 10 a 16 plantas por m^2 , en estos sistemas se concentra la producción en breves intervalos de tiempo en que los precios de venta son elevados, el principal riesgo de estos sistemas es la sanidad del cultivo (Nuño, 2007).

2.4.8. Fertilización de plantas de tomate en el invernadero

Para optimizar la nutrición en los cultivos es necesario considerar:

- Analizar el agua y el suelo previo al establecimiento del cultivo
- Conocer la demanda nutrimental del cultivo durante su ciclo vegetativo
- Monitorear la nutrición del cultivo a lo largo del ciclo (Caguana y Quindi, 2004).

La adecuada aplicación de fertilizantes comienza con el conocimiento del análisis de los nutrientes del suelo donde se establecerá el cultivo, ya que es posible que al no considerar un análisis de suelos se realice una fertilización errónea que lleve a tener problemas de toxicidad por exceso de fertilizante y que desperdicie recursos (Hartz y Hochmuth, 1996).

La extracción y acumulación de nutrientes por el cultivo de tomate aumenta conforme se incrementa el crecimiento de la planta; la floración y fructificación son las etapas en las que se producen los cambios más acentuados en la absorción de los nutrientes. La absorción de nitrógeno, fósforo, potasio, azufre y magnesio se incrementa intensamente a partir de la floración (45 días) y hasta el inicio de la maduración de los frutos (90 días); la tasa máxima de acumulación de nutrientes se logra a los 90 días, y es el potasio el elemento que toma la planta en mayor proporción, ya que aproximadamente el 73.8% lo absorbe en el proceso de fructificación (Jaramillo *et al.*, 2007).

Además de la etapa de desarrollo del cultivo; el consumo de nutrimentos de la planta de tomate también está en función del rendimiento. A mayor rendimiento, la planta tiene un mayor consumo nutrimental. Por lo tanto resulta evidente que un rendimiento mayor de fruta exigirá una mayor dosis de fertilización (Castellanos y Ojodeagua, 2009).

En el Cuadro 1, se muestra el consumo neto de nutrientes para una producción de una tonelada de tomate por una ha (Kg/t) y el consumo total neto de cada nutriente para un rendimiento de 30 kg m⁻²; en este mismo cuadro Godoy *et al.* (2008) presenta una dosis de fertilización sugerida para las etapas de crecimiento y producción en kg/ha/día.

Cuadro 1. Extracción nutrimental unitaria y total por el cultivo de tomate con rendimiento de 30 kg/m² y dosis de fertilización sugerida para las etapas de crecimiento y producción.

Nutriente	Consumo Neto		Fertilización, Kg/ha/día	
	Kg/t	Kg/ha	Crecimiento	Producción
N	2.1	630	1.5 – 3.5	3.5 – 4.5
P ₂ O ₅	0.7	210	0.8 – 1.2	1.0 – 1.5
K ₂ O	4.4	1320	2.5 – 5.0	6.0 – 7.0
Ca	2.3	690	1.5 – 3.5	3.0 – 4.0
Mg	0.4	120	0.4 – 0.8	0.7 – 0.9

(Godoy *et al.*, 2008).

2.4.8.1. Problemática por el uso de fertilizantes sintéticos

Para lograr altos rendimientos en los sistemas de producción agrícola modernos se requiere la utilización de elevadas cantidades de insumos de origen químico como nitrógeno, fósforo y potasio entre otros; no todo el fertilizante que es adicionado al suelo es aprovechado por las plantas; para el caso del nitrógeno solo un 40-50% suele ser absorbido y el resto puede perderse por lixiviación a las aguas subterráneas y superficiales (produciendo su eutricación) o perderse en forma gaseosa (González *et al.*, 2007).

Estas pérdidas del N generan trastornos en el equilibrio biológico ya que por efecto de la eutricación se generan altas mortandades de peces, esto ocurre tanto en las aguas continentales (acequias, ríos y lagos) como costeras. En algunos países el agua subterránea está contaminada principalmente por nitratos hasta el punto de no cumplir con las condiciones establecidas en las normas actuales para el consumo humano (Ongley, 1997). Las concentraciones altas en nitratos en el agua de consumo tienen como consecuencia una acumulación de nitritos por efecto de los micro-organismos, provocando el síndrome del bebé azul (Perdomo *et al.*, 2001), haciendo que la hemoglobina sanguínea pase a metahemoglobina incapaz de combinarse con el oxígeno y de transportarlo a las células impidiendo, por lo tanto, la correcta oxigenación del organismo, que puede causar incluso la muerte (Hernández *et al.*, 2006).

2.4.9. Uso de abonos orgánicos

Entre los sistemas de producción orgánica bajo condiciones controladas, la producción de hortalizas con aplicación de enmiendas orgánicas, es una práctica que se ha extendido a escala mundial, por la mínima contaminación del ambiente que conlleva y los resultados satisfactorios que se han encontrado; lo anterior ha revitalizado la idea del reciclaje eficiente de los desechos orgánicos de la actividad agropecuaria, así como el uso de los abonos orgánicos, de tal manera que se reduzca al mínimo imprescindible el uso de los fertilizantes sintéticos como vía de nutrición de las plantas (Rodríguez *et al.*, 2009).

La utilización de abonos orgánicos puede contribuir a mejorar la fertilidad del suelo, pues al incrementar la materia orgánica, aumenta la capacidad de retención de agua y nutrientes y se reduce la erosión. En nuestro país el abono orgánico más utilizado en tomate es con base en estiércol de gallina (gallinaza) (Jaramillo *et al.*, 2007).

Es importante usar sólo abonos orgánicos que hayan sido sometidos a tratamientos de compostaje, para reducir el riesgo de contaminación microbiológica en las aplicaciones superficiales (Jaramillo *et al.*, 2007).

Márquez y Cano (2005) propusieron la elaboración de un sustrato orgánico que brinde sostén y sobretodo que aporte cantidades altas de nutrimentos, el cual evite el tiempo de reconversión y apegado a las normas de producción orgánica. López *et*

al., (2001) recomiendan trabajar a mediano plazo con abonos orgánicos de composta y gallinaza en dosis de 20 a 30 y 4 a 8 t ha⁻¹, con ellos se han obtenido buenos resultados y pueden funcionar como una alternativa a la sustitución o reducción de la fertilización inorgánica. La sustitución de fertilizantes químicos por biofertilizantes permite ahorrar hasta el 50% del fertilizante nitrogenado industrial en el caso de los fijadores asociativos, y hasta el 80% en los simbióticos, mientras que los microorganismos solubilizadores del fósforo pueden sustituir hasta el 70% del fertilizante fosfórico (Peña y Díaz, 2009), ejemplos de estos biofertilizantes pueden ser los hongos (*Trichoderma harzianum*) y las Micorrizas (*Azospirillum brasilensis*).

Sólo se deben utilizar abonos de origen conocido cuyas técnicas de tratamiento estén garantizadas. Si los abonos se producen en la propia finca, su preparación se debe realizar en un lugar retirado de las instalaciones de la finca y de fuentes de agua que puedan resultar contaminadas, y siguiendo adecuadamente las técnicas para preparar abonos orgánicos (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.5. Plagas

Plagas son todos aquellos seres vivos que compiten con el hombre en la búsqueda de agua y alimentos, invadiendo los espacios en los que se desarrollan las actividades humanas. La alta incidencia de estas daña estructuras o bienes, y constituyen uno de los más importantes vectores para la propagación de enfermedades.

Estos son los más diversos organismos como insectos, hongos, virus, bacterias, nematodos e incluso vertebrados.

2.5.1. Manejo integrado de plagas

Es importante mantener el buen control de plagas que afectan nuestro cultivo ya que las plagas contribuyen con una parte importante de las mermas que podamos tener en la producción. Según estimaciones de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), las pérdidas en el proceso productivo, cosecha, transporte y almacenamiento de las hortalizas alcanza en promedio un 40%, ubicándose lo referente a pérdidas ocasionadas por plagas en un 30% (Salas-Aguilar, 1992).

El manejo integrado de plagas (MIP) permite el acceso a mercados de exportación que exigen la calidad fitosanitaria. El MIP es la utilización de todos los recursos necesarios, por medio de procedimientos operativos estandarizados, para minimizar los peligros ocasionados por la presencia de plagas, basados en consideraciones económicas, ecológicas y sociales predecibles. Su premisa básica es que ningún método de control usado individualmente será exitoso a mediano ni a largo plazo (integración), siendo su objetivo fundamental controlar las plagas económica y ambientalmente con eficacia (rentabilidad, preservación y permanencia) (Salas-Aguilar, 1992).

En el caso del tomate, utilizando el MIP se ha logrado una reducción promedio del 40% en los costos para el control de plagas. Para el cultivo de la papa, la reducción ha sido mayor al 60% (Salas-Aguilar, 1992).

Entre las principales plagas que afectan al tomate se encuentra: Paratrioza (*Paratrioza cockerelli*), Acaro blanco (*Polyphagotarso nemuslatus*), Araña roja (*Tetranychus urticae*, *Tetranychus cinnabarinus*), Mosca blanca (*Bemisia tabaci*), Minador de la hoja (*Liriomyza sativae*, *Liriomyza trifolii*), Nematodos (*Meloidogyne incognita*), Trips (*Frankliniella occidentalis*) (Nuño, 2007) (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.6. Enfermedades del Tomate

Una planta está sana cuando puede llevar a cabo sus funciones fisiológicas como división celular, diferenciación y desarrollo, cuando una o varias de sus funciones sean alteradas por los organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio esta planta presenta enfermedad. Las causas principales de enfermedad en las plantas son los organismos patógenos y los factores del ambiente físico (Agrios, 2007).

Existen cerca de 200 enfermedades del tomate de diversas causas y etiologías, que para su control se utilizan variedades resistentes, así como medidas de exclusión, erradicación y protección, en el contexto de un programa de control integrado (Stanley 2001).

De entre los principales patógenos (hongos, bacterias, virus y viroides) que causan enfermedad en las plantas de tomate se encuentran las siguientes:

Damping off o complejo de hongos (*Pythium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Phytophthora*, *Sclerotium*), Mancha bacteriana (*Xanthomonas campestris*), Cenicilla polvorienta (*Leveillula taurica*, *Erysiphe orontii*, *Oidium lycopersicum*), Fusarium (*Fusarium oxysporum*), Tizón tardío (*Phytophthora infestans*), Tizón temprano (*Alternaria solani*), Moho gris (*Botrytis cinérea*), Marchitez por verticillium (*Verticillium sp*), Virus del mosaico del tabaco (*Tobacco Mosaic Virus*), Virus del mosaico del tomate (*ToMV: Tomato Mosaic Virus*) (Jaramillo *et al.*, 2007).

2.7. Cosecha

Cuando el tomate ha alcanzado el calibre deseado de acuerdo a la variedad y el fruto comienza a romper color y/o presenta algún cambio en su coloración, es el momento en que se puede comenzar el proceso de cosecha (Figura 05). La cosecha del tomate inicia de los 70 a 90 días después del trasplante (Nuño, 2007).

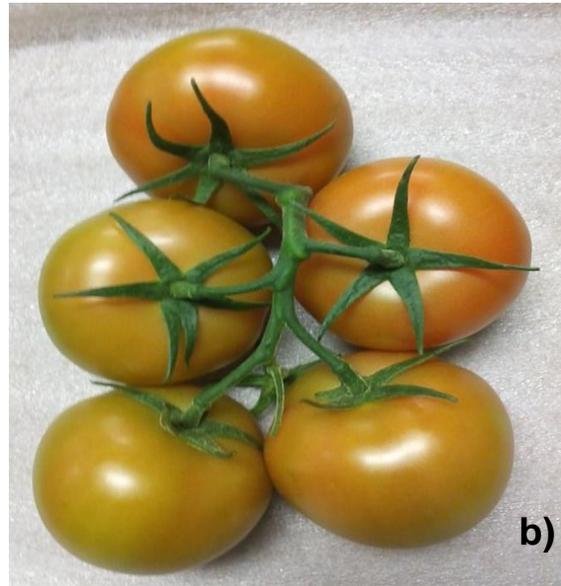
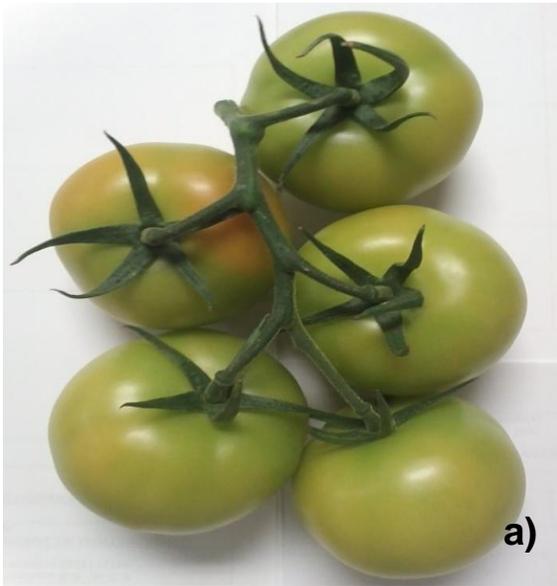


Figura 05: Maduración de tomate y punto de maduración para corte; a) Racimo de tomate en maduración grado 1 (rompiente), b) Racimo de tomate en maduración grado 2 (punto de corte), c) Inicio de proceso de corte (a partir de grado de maduración 2), d) Caja con tomate cosechado

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localidad e Instalaciones

La presente investigación se realizó en las instalaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, Campus Ciencias Agropecuarias, en el Municipio de Escobedo, Nuevo León, geográficamente se ubica a 25° 45´ latitud N y 100° 17´ longitud O, con una altitud de 427 msnm. El clima de la región es semiárido con una precipitación pluvial que oscila entre los 400 y 600 mm anuales y temperatura media anual entre los 22 y 24°C.

Se utilizó un invernadero israelita tipo gótico de 1000 m² con altura a canaleta de 4.60 m; consta de ventanas laterales y ventanas cenitales, con orientación Norte a Sur. Este invernadero es semi-tecnificado con fertirriego por goteo. El análisis realizado al suelo indica un contenido de materia orgánica de 3.6%, con textura arcillosa y un pH de 7.9.



Figura 06: Invernadero israelita tipo gótico de 1000 m², Proyecto Invernaderos FAUANL, Escobedo, Nuevo León.

3.2. Preparación de Suelo

Del 18 de junio al 7 de agosto del 2009 se llevaron a cabo las labores de preparación del suelo (Figura 07): subsoleo, solarización, inundación del suelo para lavar sales, rastreo, trazado y levantamiento de camas de cultivo, instalación del sistema de riego por cintilla y prueba del mismo.



Figura 07: Labores de preparación de suelo del 18 de junio al 07 de agosto del 2009; a) Inundación de suelo para lavado de sales, b) Rastreo de suelo, c) Trazo de camas de cultivo, d) Instalación de sistema de riego.

3.3. Material Genético Utilizado

Se utilizó la variedad de tomate Caimán tipo bola de crecimiento indeterminado.

3.4. Siembra y Trasplante

La siembra se realizó el 27 de Agosto del 2009 y el trasplante el 23 de Septiembre; con un marco de plantación a doble hilera en camas de 1.8 m de ancho de centro a centro y de 0.50 m entre plantas con una distancia entre hileras de 0.45 m, las plantas fueron guiadas a un solo tallo (2.5 plantas por m²) (Figura 08).



Figura 08. Proceso de siembra y trasplante; a) Siembra de semilla en charola propagación de 200 cavidades, b) Plántula de 27 días después de siembra, c) Realización de cavidades en suelo para trasplante, d) Trasplante de plántulas de tomate, e) Fin proceso de trasplante.

3.5. Tratamientos y Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar con parcelas divididas con 5 repeticiones. Donde:

- ▶ Las parcelas principales fueron destinadas a los tratamientos con fertilización y estuvieron constituidas por 10 plantas.

- ▶ Cada sub parcela (2 por parcela) correspondió a los tratamientos con defoliación las cuales contaron de 5 plantas.

Se evaluaron 5 tratamientos los cuales fueron: fertilización con humus de lombriz (orgánica) y Fertilización con gallinaza (orgánica), fertilización química más trichoderma, fertilización química mas extracto de algas y un testigo con solo fertilización química. En la Figura 08 se puede observar el croquis del diseño experimental.



TRATAMIENTOS (Bloques)	
KL	Fertilizacion Quimica + Extracto de algas
HL	Humus de lombriz
GZ	Gallinaza
T.	Testigo
QTR	Fertilizacion Quimica + Tricodermas
COLOR	PARCELAS PARA DESHOJE
	Con Deshoje
	Sin Deshoje

Figura 09: Croquis del diseño bloques al azar con parcelas divididas (5 repeticiones).

Las dosis de los fertilizantes orgánicos se calcularon de acuerdo con el contenido de nitrógeno de cada fuente (gallinaza y humus de lombriz), la dosis para los fertilizantes orgánicos fueron las siguientes: Gallinaza (GZ), con 2.27% de N se aplicó a razón de 1 kg por planta, Humus de Lombriz (HL), con un 0.97% de N se

aplicó a razón de 2.4 kg por planta, considerando un requerimiento de 590 kg de N por ha; estos se aplicaron en el suelo antes del trasplante. El tercer tratamiento es un testigo con fertilización química, al cual se aplicó 12-43-12 a razón de 3 kg por semana en 108 m² durante las primeras 5 semanas y durante las etapas de floración y fructificación se aplicó 13-02-44 a razón de 1.4 kg por semana (25 semanas) en 108 m²; el cuarto tratamiento estuvo constituido con la misma dosis de fertilizante químico mas trichodermas y el quinto tratamiento consistió en fertilización química mas extracto de algas, siendo la dosis total aplicada para cada uno de los tratamientos con fertilización química de 590 kg (N), 28 kg (P₂O₅) y 1,271 kg (K₂O).

El tratamiento de deshoje se inició cuando el segundo racimo de la planta se encontraba en floración, este consistió en remover de los racimos 2 al 10 la hoja media ya que esta puede generar un exceso de asimilados provocando que la planta caiga en un desbalance en su crecimiento y desarrollo, siendo una planta en condición vegetativa, es decir una planta con tallo grueso, hojas muy largas y una formación de racimos florales muy heterogéneos y deficientes.

3.6. Variables Evaluadas

Se midieron las variables para el crecimiento, rendimiento y calidad de tomate como altura de la planta, número de hojas, largo y ancho de hojas, grosor del tallo, número de racimos, peso de fruto, diámetro polar y ecuatorial del fruto. Para la variable de rendimiento solo se consideraron 10 racimos. Se efectuó un análisis de varianza para

cada variable mediante el Paquete de diseños experimentales de Olivares Sáenz, Emilio. 1994. FAUANL. Versión 2.5.

3.6.1. Altura de la planta (cm)

Cada planta de estudio debe estar debidamente diferenciada (etiqueta) (Figura 10):

Los datos principales en la etiqueta de planta son:

- **Número de invernadero:** Invernadero donde se ubica la planta de estudio.
- **Número de válvula de riego:** Numero de válvula que suministra agua a la planta de estudio.
- **Número de planta:** Es el número que le corresponde a la planta de estudio dentro del grupo de plantas seleccionadas en determinado invernadero en determinada válvula de riego.
- **Número de semana:** Semanalmente se deberá marcar el número de semana del año en que se estudia la planta, este dato se empieza a marcar en la etiqueta a partir del primer día de toma de datos.
- **Número de racimo:** Semanalmente se deberá marcar el numero de racimo que se está estudiando, la etiqueta se estará moviendo sobre la planta semanalmente a la altura del racimo de estudio (el ultimo racimo con al menos una flor abierta)



Figura 10: Identificación de plantas de estudio (Número de invernadero, Número de valvula de riego, Número de planta, Número de semana y Número de racimo).

La altura de la planta está en relación al crecimiento de la planta semanal, es importante marcar la altura de la cabeza semanalmente con un marca en la rafia (la marca podrá realizarse con marcador negro permanente) y la semana siguiente se realizara lo mismo. La distancia entre las dos marcas en la rafia dará el crecimiento semanal de esta planta.

Es importante marcar en este punto el punto de crecimiento de la planta, justo en el punto donde crece el meristemo apical y no marcarlo en las hojas que se están desarrollando.

El meristemo apical o punto de crecimiento de la planta de tomate (Figura 11), siempre estará ubicado en la parte alta de la misma, tiene un aspecto similar a los

brotos axilares pero se diferencia de estos ya que sobre el punto de crecimiento siempre se pueden observar los pequeños racimos florales a una etapa muy temprana, contrarios a los brotes axilares cuando presentan un crecimiento no mayor a los 5 cm.

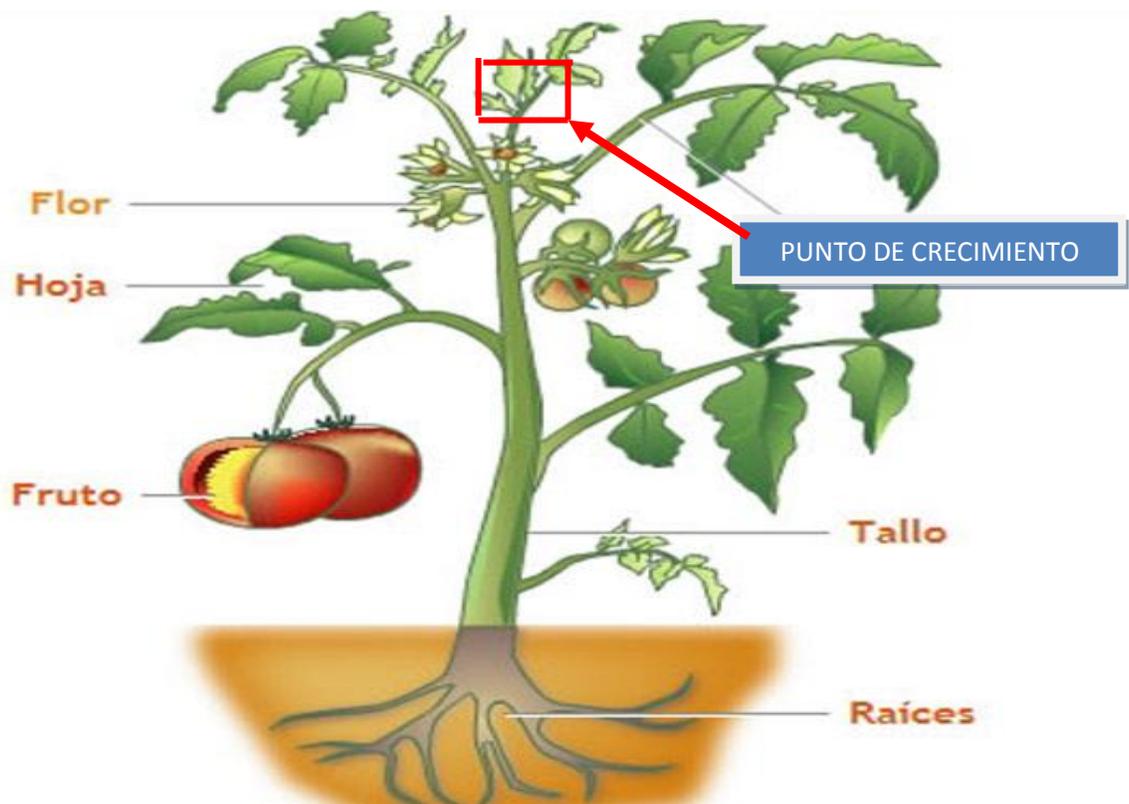


Figura 11: Identificación de punto de crecimiento.

3.6.2. Largo y ancho de hoja (cm)

Se mide el largo y ancho que tiene la hoja media del cultivo en esta semana, (cada semana es diferente hoja) (Figura 12).

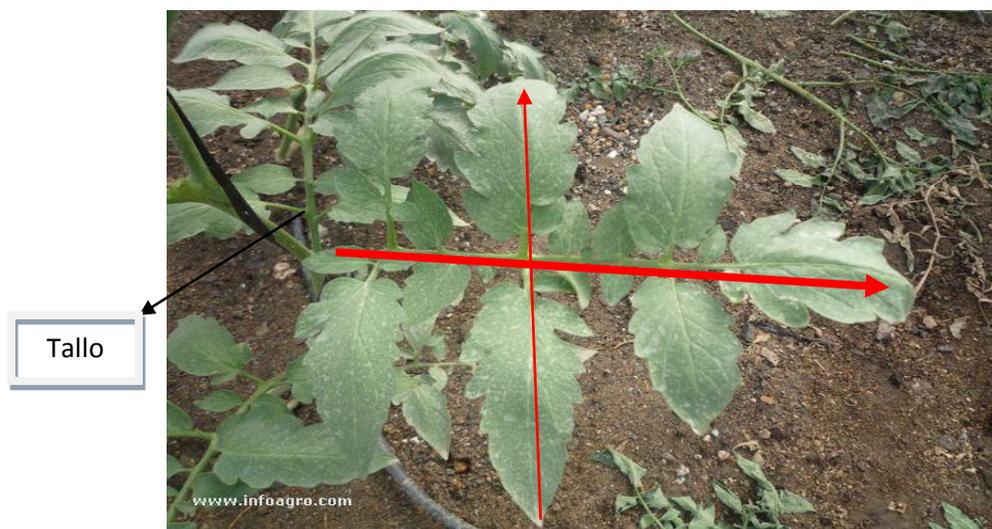


Figura 12: Medición de largo y ancho de hoja (cm).

3.6.3. Número de Hojas

El número de hojas por planta se considera a partir de la última hoja recientemente madura, esta hoja se ubica debajo del último racimo con al menos una flor abierta, debajo de este racimo se cuenta el total de hojas a lo largo del tallo, excepto en plantas pequeñas las 2 primeras hojas que salen al momento de la germinación (Muñoz, 2009) (Figura 13).



Figura 13: Conteo de número de hojas debajo del último racimo con al menos una flor abierta.

3.6.4. Numero de racimos

Es la cantidad de racimos que tiene la planta a partir del último racimo con al menos una flor abierta.

3.6.5. Diámetro del tallo (mm)

Con vernier, se debe tomar el grosor del tallo en la parte inmediatamente debajo del racimo que se está estudiando (1 o 2 cm por debajo).

3.6.6. Peso de Fruto

Cada fruto cosechado fue pesado y registrado en la bitácora de rendimiento para cada tratamiento (Figura 14).



Figura 14: Peso de tomate cosechado de tratamientos (g).

3.6.7. Diámetro ecuatorial y polar de fruto (cm)

Después de haber registrado el peso de fruto, se tomo el diámetro ecuatorial y polar de cada fruto con ayuda de un vernier (Figura 15).

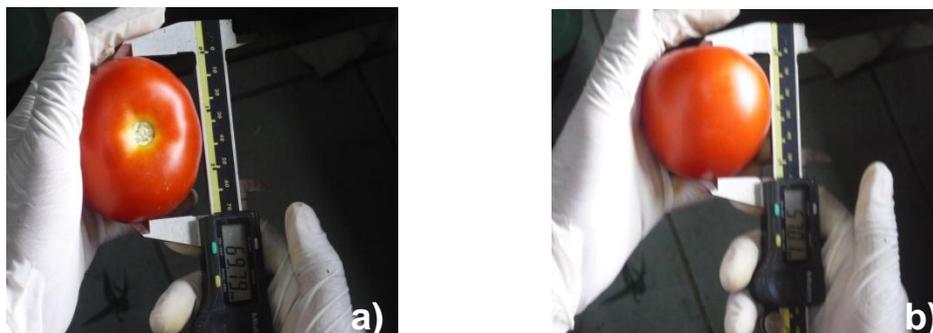


Figura 15: Medición de diámetro del fruto (cm), a) Diámetro ecuatorial, b) Diámetro polar.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento semanal de la planta entre las semanas 3 y 11 después del trasplante fue de 21.9 cm, las hojas registraron 48.1 cm de longitud y el diámetro del tallo fue de 1.34 cm. Muñoz-Ramos (2009) reportó que se puede considerar una planta con crecimiento vegetativo aquella que tenga un crecimiento semanal superior a 21 cm y/o con longitud de las hojas superior a 47 cm y/o con diámetro de tallo superior a 1.3 cm. De acuerdo con estos límites de crecimiento y los datos observados en el experimento, se concluyó que el crecimiento inicial del cultivo presentaba una tendencia vegetativa ya que el crecimiento semanal presentó 21.9 cm (mayor a 21cm), longitud de hojas de 48.1 cm (mayor de 47 cm) y un diámetro de tallo de 1.34 cm en todos los tratamientos.

Una planta vegetativa o generativa es una planta en desbalance, en estos casos lo importante es buscar el equilibrio ya que una planta vegetativa presenta un crecimiento rápido, con mucho follaje y pocos frutos, afectando el rendimiento, por el contrario una planta en condición generativa es una planta con tallo delgado, hojas cortas pero racimos cargados de flores las cuales por la condición de la planta formara frutos pequeños. Las hojas son parte importante en la generación de fotosintatos para la planta y gran cantidad de estos pueden generar plantas

vigorosas o plantas débiles, Por lo que se decidió estudiar el factor deshoje para equilibrar la planta en un punto entre vegetativa y generativa.

En los Cuadros 2, 3 y 4 se muestran los análisis de varianza para las variables de rendimiento, largo y ancho de hojas, respectivamente, en donde se observa que no hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) para el factor deshoje, así también no existió diferencia significativa entre los tratamientos de fertilización ni en la interacción entre los factores.

Cuadro 2. Análisis de varianza para rendimiento promedio por planta de tomate de tipo bola de la variedad caimán bajo condiciones de invernadero para los tratamientos con fertilización orgánica, fertilización química más trichoderma, fertilización química mas extracto de algas y tratamiento con deshoje parcia (kg/m²).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	4	4.907	1.227	1.271	0.322
Trata	4	2.200	0.550	0.570	0.691
Error Trata	16	15.442	0.965		
Deshoje	1	0.504	0.504	0.946	0.656
Interacción	4	5.137	1.284	2.411	0.083
Error Deshoje	20	10.653	0.533		
Total	4	38.845			
CV	14%				

Cuadro 3. Análisis de varianza para ancho de hojas semanal promedio por planta por tratamiento (cm).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	1	26.441	26.441	3.616	0.129
Trata	4	108.082	27.020	3.695	0.118
Error Trata	4	29.246	7.311		
Deshoje	1	7.441	7.441	0.762	0.574
Interacción	4	96.328	24.082	2.467	0.174
Error Deshoje	5	48.809	9.762		
Total	19	316.348			
CV		5.7%			

Cuadro 4. Análisis de varianza para largo de hojas semanal promedio por planta por tratamiento (cm).

FV	GL	SC	CM	F	P>F
Repeticiones	1	28.800	28.800	4.861	0.092
Trata	4	135.500	33.875	5.717	0.061
Error Trata	4	23.699	5.924		
Deshoje	1	3.199	3.199	0.299	0.611
Interacción	4	35.300	8.825	0.824	0.562
Error Deshoje	5	53.500	10.700		
Total	19	280.000			
CV		6.3%			

El rendimiento promedio obtenido por planta de los 5 tratamientos con deshoje fue de 5.1 kg por planta mientras que para los tratamientos sin deshoje fue 5.3 kg por planta no existiendo diferencia significativa para estos ni para las variables de largo y ancho de hojas. Los coeficientes de variación son menores a 15%, lo que indica que el error experimental observado no fue muy alto, lo que se puede afirmar que los tratamientos de deshoje y fertilización no tuvieron diferencias importantes en las condiciones y tipo de suelo en las que se llevó a cabo el estudio.

Los análisis de varianza para los diámetros polar y ecuatorial de frutos resultaron con diferencias significativas entre los tratamientos de deshoje (Cuadros 5 y 6). Las plantas con deshoje resultaron con menores tamaños de fruto comparadas con las que no se les realizó esta práctica (Cuadros 7 y 8).

Cuadro 5. Análisis de varianza para diámetro polar promedio de frutos cosechados por tratamientos con fertilización orgánica, fertilización química más trichoderma, fertilización química mas extracto de algas y tratamiento con deshoje parcia (cm).

FV	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	.051	4	.013	.501	.735
Trata	.063	4	.016	.617	.655
Error a	.485	16	.030	1.188	.353
Deshoje	.222	1	.222	8.706	.008*
Deshoje*Trata	.104	4	.026	1.018	.422
Error b	.510	20	.026		
Total	1.435	49			

*Significativo al 0.05

Cuadro 6. Medias de diámetro polar de frutos en los tratamientos de deshoje (cm).

DESHOJE	MEDIA	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I.	L.S.
Sin	5.551 a	.032	5.485	5.618
Con	5.418 b	.032	5.351	5.485

a, b, letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$).

Cuadro 7. Análisis de varianza para diámetro ecuatorial de promedio de frutos cosechados por tratamientos con fertilización orgánica, fertilización química más trichoderma, fertilización química mas extracto de algas y tratamiento con deshoje parcia (cm).

FV	GL	SC	CM	F	Sig.
Bloque	4	.482	.121	2.492	.076
Trata	4	.070	.017	.360	.834
Trata*Bloque	16	.788	.049	1.017	.479
Deshoje	1	.213	.213	4.395	.049*
Deshoje*Trata	4	.089	.022	.459	.765
Error	20	.968	.048		
Total	49	2.609			

*Significativo al 0.05

Cuadro 8. Medias de diámetro ecuatorial de frutos en los tratamientos de deshoje (cm).

DESHOJE	MEDIA	Error Estándar	95% Intervalo de Confianza	
			L.I.	L.S.
Sin	7.198 a	.044	7.107	7.290
Con	7.068 b	.044	6.976	7.100

a, b, letras diferentes indican diferencia significativa entre los tratamientos ($p < 0.05$).

Tanaka y Fujita (1974) recomiendan realizar el deshoje parcial entre simpodios para equilibrar una planta en condición vegetativa, la hoja en sí misma es uno de los depósitos más importantes de asimilados. Durante el crecimiento de la hoja el porcentaje de exportación de los fotoasimilados es cercano al 15%; En una hoja madura solo el 50% de los fotoasimilados son exportados fuera de la hoja. Si las fuentes exceden a los depósitos dentro del simpodio, los excesos se pueden translocar fuera de la unidad.

En el trabajo realizado por Shishido *et al.* (1993) demostraron, mediante el uso de marcadores de C^{14} , que cuando se remueve un depósito (racimo) que tiene una relación fuerte a una hoja-fuente, y al crearse la nueva relación fuente demanda, la hoja-fuente mantiene el porcentaje de la exportación de C^{14} , y aumenta la distribución de asimilados a las hojas en crecimiento y el ápice y al contrario, cuando un depósito tiene una relación débil y se encuentra alejado de la hoja fuente, no se genera un cambio importante.

Contrario a lo anterior, al realizar la poda de la tercera hoja entre simpodio en la etapa de floración o caída de pétalos genera un aumento del rendimiento final en relación a una planta sin defoliación (Martínez *et al.*, 2001). Esto coincide con lo observado por Martínez *et al.*, (1998) quienes encontraron un efecto positivo en el rendimiento por la eliminación de hojas entre simpodios consiguiendo un aumento en el rendimiento bruto, por el aumento en número de frutos de peso mayor a 150 g. En la investigación realizada por Marcano (1995), se encontró que un 20% de defoliación en cualquiera de las etapas de crecimiento reducen significativamente el peso de los frutos por planta; el porcentaje de reducción varió desde 30% cuando se defolió un 40% de la planta en la etapa de 36 a 56 días después de trasplante, hasta un 55% cuando se defolió un 60% en la etapa de 15 a 56 días después de trasplante. Los resultados obtenidos en el presente trabajo coinciden con lo antes mencionado, puesto que el deshoje tuvo influencia en el tamaño de frutos, aunque no tuvo una influencia importante en el rendimiento por planta.

Para los tratamientos con fertilización orgánica y fertilización química no se presentó diferencia significativa para rendimiento y diámetros de fruto.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Rodríguez *et al.*, (2009) ya que al probar diferentes niveles de composta mas arena y arena mas solución nutritiva inorgánica y un tratamiento con te de composta mas composta, no se encontró diferencia significativa para el rendimiento, así también para el diámetro de fruto siendo la media del rendimiento para los tratamientos de 209 t ha⁻¹ y 7.1 cm la media general para diámetro ecuatorial.

De igual forma Moreno *et al.* (2005) evaluaron el desarrollo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) variedad Flora-Dae, bajo condiciones de invernadero, utilizando diferentes mezclas de vermicomposta/arena; en este experimento no encontraron diferencias significativas para las variables de rendimiento, diámetro de fruto y altura de la planta. Para el rendimiento, el tratamiento testigo con solución nutritiva obtuvo el máximo valor, siendo de 12.42 Kg m⁻², y los rendimientos con las mezclas de vermicomposta fueron ligeramente inferiores a este valor.

En un trabajo similar en donde Tüzel *et al.* (2002) evaluaron 4 fertilizantes orgánicos en tomate en invernadero en 2 estaciones (Otoño-Primavera) no encontraron diferencias significativas para el rendimiento; encontrando en la temporada de otoño rendimientos de 5.49 y 9.04 kg m⁻², siendo más alto el tratamiento de abono comercial Biofarm (2.5 t ha⁻¹).

Contrario a los resultados obtenidos en esta investigación *Cruz et al.* (2010) encontraron diferencias significativas para rendimiento, diámetro polar y ecuatorial entre los tratamientos de vermicomposta y sustratos composteados, siendo la vermicomposta la que obtuvo altos rendimientos (54.156 t ha^{-1}). Esto se puede atribuir al tipo de materia prima utilizada para elaborar las compostas y vermicompostas, lo cual posiblemente afecta el contenido de elementos químicos disponibles para las plantas al ser utilizados como medio de crecimiento.

Es importante mencionar que de los elementos nutritivos contenidos en la composta del 70% al 80% del fósforo y del 80% al 90% del potasio están disponibles el primer año; el N es orgánico, el cual debe mineralizarse para ser absorbido por las plantas. El primer año solo se mineraliza el 11% provocando una deficiencia de este elemento si no es abastecido apropiadamente (Eghball, 2000).

En el trabajo de *Rodríguez et al.* (2008) se encontró que al aplicar el humus de lombriz gradualmente, 50% al trasplante y 25% a los 79 días después de la siembra y 25% a los 135 días después de la siembra, se redujeron los síntomas de deficiencia de N y se elevó el rendimiento, pudiendo eliminar así problemas de lixiviación y disminución de la producción.

5. CONCLUSIONES

- a) Los resultados en el presente estudio indican que no se presentó diferencia significativa en rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) tipo bola de la variedad Caimán, bajo condiciones de invernadero al utilizar fuentes de fertilización orgánica gallinaza, humus, fertilización química mas extracto de algas, fertilización química mas trichoderma en relación a la utilización de fertilización química.

- b) Se observó que al realizar el deshoje parcial de la segunda hoja entre simpodios se afectó la calidad del fruto obteniendo menores diámetros ecuatorial y polar para los tratamientos con deshoje, no se obtuvo cambio significativo en el comportamiento de la planta al no haber sido afectado el rendimiento y las variables de largo y ancho de hoja.

6. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Agrios J. N. 2007. Fitopatología. 2ª Edición. Ed. Limusa, Noriega Editores. México. 856p.
- Cano, P.R., A. Moreno, C. Márquez, N. Rodríguez., y V. Martínez. 2004. Producción orgánica de tomate bajo invernadero en la Comarca Lagunera. División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. pp.109-122.
- Caguana M., y B. Quindi. 2004. Proceso de fertirrigacion en el cultivo de tomate en invernadero. INIAP, Quito, Ecuador.
- Castellanos, J., y C. Borbón. 2009. Panorama de la horticultura protegida en México, In: J.Z. Castellanos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. INTAGRI. México. pp 1 – 18.
- Castellanos J., y J. L. Ojodeagua. 2009. Manejo de la fertirrigacion del tomate en suelo, In: J.Z. Castellanos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. INTAGRI. México. pp 187 – 204.
- Cruz, E., R. Osorio-Osorio., E. Martínez-Moreno., A. Lozano del Rio., A. Gómez – Vázquez., y R. Sánchez-Hernández. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. Interciencia. 35(5):363-368.
- Eghball, B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. Soil Sci. Am. J. 64:2024-2030.
- Garza – Arizpe, M., y M. Molina – Velázquez. 2008. Manual para la producción de tomate en invernadero en suelo en el estado de Nuevo León. México. 183p.

- Godoy H., J.Z. Castellanos, G.G. Alcantar, V.M. Sandoval, y J.J. Muñoz. 2008. Efecto del injerto y nutrición del tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana*. 27:1 – 11.
- Gómez M. A., L. Gómez, y R. Schwentesius. 2002. Dinámica del mercado internacional de productos orgánicos y las perspectivas para México. *Momento Económico*. (120). pp 54-68.
- Gómez M. Á., L. Gómez-Tovar, y R. Schwentesius-Rindermann. 2003. México como abastecedor de productos orgánicos. *CIESTAAM. Revista Chapingo Comercio Exterior*. 53(2):128-138.
- Gómez Tovar L., y M. A. Gómez Cruz. 2001. La agricultura orgánica en México: un ejemplo de incorporación y resistencia a la globalización. *Investigación externa del CIESTAAM de la Universidad Autónoma Chapingo*. Pp 1-19.
- Gómez-Tovar, L., M. A. Gómez-Cruz, y R. Schwentesius-Rindermann. 2004. Propuesta de Política de Apoyo para la Agricultura Orgánica de México. *Revista Vinculando.org: 2003-2009*.
- González- Murua, C., J. Estavillo- Aurre, M^a B. González -Moro y A. González- García. 2007. Fertilización nitrogenada y sostenibilidad: contaminación ambiental frente a producción y calidad. *Encuentros Sectoriales Universidad-Empresa. Universidad del País Vasco*. pp 01-03.
- Hartz T.K., y G.J. Hochmuth. 1996. Fertility management of drip – irrigated vegetables. *HortTechnology* 6(3):168-172.
- Hernández Díaz M. I., M. Chailloux Laffita, y A. Ojeda Veloz. 2006. Cultivo protegido de las hortalizas: Medio ambiente y sociedad. *La Habana, Cuba Temas de Ciencia y Tecnología*. 10(30):25-31.
- Hernández Martínez J., R. García Mata, R. Valdivia Alcalá, y J. M. Omaña Silvestre. 2004. Evolución de la competitividad y rentabilidad del cultivo del tomate rojo (*Lycopersicon esculentum L.*) en Sinaloa, México. *Agrociencia* 38:431-436.

- Jaramillo, J., V. P. Rodríguez, M. Guzmán, M. Zapata, y T. Rengifo. 2007. Manual técnico de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) Bajo condiciones protegidas en la producción de tomate. Medellín. Colombia. 331p.
- Jones J. 1999. Tomato plant culture, in the field, greenhouse, and home garden. Ed CRC Press. Florida, USA. pp 4 – 78.
- Lerma Molina, J. N. 2006. La producción de cultivos orgánicos en México. In. O. López (Ed). Agroecología y Agricultura Orgánica en el trópico. Universidad Autónoma de Chiapas. pp 411-422.
- López, J., A. Díaz, E. Martínez, R. Valdez. 2001. Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Revista Terra. México. 19:293 – 299.
- Marcano, B. 1995. Efecto de diferentes niveles de defoliación artificial sobre los rendimientos del tomate, en diferentes etapas de crecimiento del cultivo. Revista Agronomía Tropical. Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. 46(2):209-217.
- Márquez, C. y P. Cano. 2005. Producción orgánica de tomate cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura 01(5):219-224.
- Martínez, S., M. C. Grimaldi, M. Garbi, y M. Artur. 2001. Efecto de la defoliación en tres momentos fenológicos sobre el rendimiento en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Agricultura Técnica. Argentina. 61(4).
- Martínez, S., M. Garbi, M. Arturi, y M. Asborn. 1998. Relaciones del peso y número de frutos con el rendimiento y la calidad en tomate bajo tratamiento de deshoje. Agro-Ciencia (Chile) 14:201-206.
- Monroy, M. 2008. Alimentación y nutrición. Productos orgánicos. Revista del consumidor. México. D.F. pp. 58-62.

- Moreno, A., M. T. Valdes, y T. Zarate. 2005. Development of tomatoes in substrates of vermicompost/sand under greenhouse conditions. Agricultura técnica. Chile. 11:26-34.
- Muñoz - Ramos, J., 2009. Manejo del cultivo de tomate en invernadero, In: J.Z. Castellanos (Ed.). Manual de producción hortícola en invernadero. INTAGRI. México. pp 45 – 91.
- Nájera – Elizalde, O. 2002. El Café orgánico en México, Una alternativa para los productores indígenas en la economía globalizada. Cuadernos de desarrollo Rural. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 48:59-75.
- Navejas, J. J. 2002. Producción orgánica de tomate. INIFAP-CIRNE. Desplegable técnica No. 5. Constitución, B. C. S. México.
- NOM-037-FITO. 1995. Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. pp. 14.
- Nuño–Moreno, R. 2007. Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el Valle de Mexicali, Baja California. México 26 p.
- Ochoa R., C. Ortega. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. Revista Claridades Agropecuarias. México D.F. 140:3-19.
- Olivares Sáenz, Emilio. 1994. Paquete de diseños experimentales FAUANL. Versión 2.5 Facultad de Agronomía UANL. Marín, N.L.
- Ongley, E.D. 1997. Lucha Contra la Contaminación Agrícola de los Recursos Hídricos. FAO Riego y Drenaje. Burlington, Canadá. 55p.
- Pazderka C. 2003. ¿Es la certificación algo para mí? Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación. Ruta-FAO. Unidad Regional de Asistencia Técnica. 32 p.

- Peinado J. E., D. Orostegui, y E. Martelo. 2006. La agricultura orgánica en Colombia y el proceso de certificación. In. O. López (Ed). Agroecología y Agricultura Orgánica en el trópico. Universidad Autónoma de Chiapas. pp 397-410.
- Peña, M., A. Díaz, 2009. El uso de los bio fertilizantes en México. XXX Ciclo de Seminarios, División de estudios de Posgrado. Facultad de Agronomía. UANL.
- Perdomo, C.H., O. N. Casanova y V.S. Ciganda 2001. Contaminación de aguas subterráneas con nitratos y coliformes en el Litoral Sudoeste del Uruguay. Agro ciencia. 01:10-12.
- Pérez J., G. Hurtado, V. Aparicio, Q. Argueta, y M. Larin. 2001 .Guía técnica, Cultivo de tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. San Salvador. El Salvador.
- Pérez M. J., y Pablo V. J. 2004. El mercado global de tomate y la existencia de competencia intercontinental, Factibilidad del aumento de las exportaciones españolas hacia Estados Unidos. Almería, España.
- Picken, A.J.F., K. Stewart, D. Klapwijk. 1986. Germination and vegetative development. In: Atherthon, J.G., Rudich J. (Ed.). The tomato crop. A Scientific basis for improvement. Londres. Pp 111 – 157.
- Reyes – Santiago, T. 2008. Experiencias y Retos de la Certificación de Productos Orgánicos en México. Revista electrónica Latinoamericana en Desarrollo Sustentable. Certimex. México. D.F.
- Rodríguez-Dimas N., P. Cano-Ríos, U. Figueroa-Viramontes, A. Palomo-Gil, E.Favela-Chávez, V.P. Álvarez-Reyna, C. Márquez-Hernández, y A. Moreno Resendez. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Revista Fitotecnia Mexicana, Sociedad Mexicana de Fitotecnia, A.C. Chapingo, México. 31(03):265-272.

- Rodríguez-Dimas N., P. Cano-Ríos., U. Figueroa-Viramontes., E. Favela-Chávez, A. Moreno-Reséndez, C. Márquez-Hernández, E. Ochoa- Martínez y P. Preciado-Rangel. 2009. Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana* 27: 319-327.
- Rodríguez, J., T. Rodríguez, y J. Medina, 1997. Cultivo moderno del tomate. 2ª Edición, In: Aedos (Ed.). Grupo Mundi-Prensa Barcelona, España. pp 13 – 55.
- Salas-Aguilar, J. 1992. Manejo integrado de insectos plaga en hortalizas. FONAIAP DIVULGA. Revista de difusión de tecnología agrícola y pesquera del FONAIAP. Venezuela. No. 40.
- Shishido, Y., H. Kumakura, and Y. Hori. 1993. Changes in source-sink interaction by defoliation and darkening of source and sink leaf in tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 62: 95-102.
- Stanley C. D. 2001. Enfermedades del Tomate. In Jones J. B.(Ed). Plagas y enfermedades del tomate. The American Phytopathological Society. España. pp 1-8.
- Tanaka, A., and K. Fujita. 1974. Nutriophysiological studies on the tomato plant. IV. Source-Sink relationship and structure of the source-sink unit. *Soil Science and Plant Nutrition* 20: 305-315.
- Tüzel Y., G.B. Öztekin, A.R. Ongun, M Gümüs, I.H. Tüzel, and R.Z. Eltez. 2002. Organic tomato production in the greenhouse. p. 08. ISHS Acta Horticulturae 659: [VII International Symposium on Protected Cultivation in Mild Winter Climates: Production, Pest Management and Global Competition.](#)
- Vernon P. R. 2003. Producción de Tomate en Invernadero LSU Ag Center. Red River Research Station. Luisiana. EUA. <http://www.agctr.lsu.edu/inst/research/stations/redriver/>.