

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BOLA
(*Lycopersicon esculentum Mill*) EN INVERNADERO.**

POR:

CARMEN ARACELI SERRATO RAMÍREZ

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BOLA
(*Lycopersicon esculentum mill*) EN INVERNADERO.

POR:
CARMEN ARACELI SERRATO RAMÍREZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR



MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

ASESOR



DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR SUPLENTE



M.E VÍCTOR MARTINEZ CUETO





M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2015.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA EN LA PRODUCCIÓN DE TOMATE BOLA
(*Lycopersicon esculentum mill*) EN INVERNADERO.

POR:
CARMEN ARACELI SERRATO RAMÍREZ

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:

PRESIDENTE:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL:



MC. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL:



DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL SUPLENTE:



M.E VÍCTOR MARTINEZ CUETO



M.E VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

JUNIO DE 2015.

DEDICATORIAS

A DIOS: Por iluminar mi camino y darme la fortaleza en los momentos más difíciles

A MIS PADRES: Carmen Ramírez Hernández y Gilberto Serrato Morales por darme el regalo de la vida y por creer siempre en que puedo lograr lo que me propongo.

A MIS HERMANOS: Judith Georgina Serrato Ramírez, Jesús David Serrato Ramírez y Ricardo Sánchez Ramírez por estar siempre a mi lado y por ser mis cómplices de vida.

A David: Que valientemente decidió acompañarme y apoyarme en este proyecto de mi vida y que gracias a su apoyo, cariño y amor lo he logrado.

AGRADECIMIENTOS

A MIS ASESORES: Ing. Juan Manuel Nava, M.C. Francisca Sánchez Bernal, Dr. Alfredo Ogaz por ayudarme a llevar a cabo este proyecto.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro UL

Por ser la institución en la que tuve la oportunidad de formarme como profesionista.

INDICE

RESUMEN.....	VI
I. INTRODUCCIÓN.....	- 1 -
1.1 Objetivos	- 2 -
1.2 Hipótesis.....	- 2 -
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	- 3 -
2.1 Origen.....	- 3 -
2.2 Características botánicas	- 3 -
2.2.2 Tallo	- 4 -
2.2.3 Hojas.....	- 4 -
2.2.4 Fruto	- 4 -
2.2.5 Semillas.....	- 5 -
2.3 Clasificación taxonómica	- 5 -
2.4 Condiciones climatológicas.....	- 6 -
2.5 Establecimiento del cultivo	- 9 -
2.6 Siembra directa	- 10 -
2.7 Transplante.....	- 11 -
2.8 Manejo del cultivo	- 11 -
2.8.1 Escarda y control de malezas.....	- 12 -
2.8.2 Riego	- 13 -
2.8.3 Poda y entutorado	- 13 -
2.9 Nutrición orgánica.....	- 15 -
2.9.1 Té de compost y vermicompost	- 16 -
2.9.2 Algunos beneficios del uso del té de compost.....	- 17 -
2.10 Nutrición inorgánica.....	- 17 -
2.10.1 Solución nutritiva	- 19 -
2.11 Plagas y enfermedades	- 19 -
2.12 La producción del tomate.....	- 20 -
2.13 Principales regiones productoras de tomate en México.....	- 21 -
2.14 Manejo postcosecha del tomate.....	- 22 -

2.15 Métodos de cosecha para tomate.....	- 22 -
2.16 Comercialización de tomate en las principales regiones del país	- 25 -
2.17 Industrialización del tomate en México	- 26 -
2.18 Procesamiento y transformación industrial del tomate	- 26 -
2.19 Agricultura protegida	- 27 -
2.19.1 Macrotúneles	- 27 -
2.19.2 Invernaderos	- 27 -
2.19.3 Manejo de las condiciones ambientales del invernadero	- 28 -
2.20 Destino de la producción	- 29 -
III.MATERIALES Y MÉTODOS	- 31 -
3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	- 31 -
3.2 Localización del invernadero.....	- 31 -
3.3 Condiciones del invernadero.....	- 31 -
3.4 Preparación de macetas.....	- 32 -
3.5 Material genético.....	- 32 -
3.6 Trasplante	- 32 -
3.7 Diseño experimental.....	- 32 -
3.8 Riego.....	- 32 -
3.9 Fertilización inorgánica	- 33 -
3.10 Fertilización orgánica	- 34 -
3.10.1Té de compost	- 34 -
3.10.2 Té de vermicompost	- 35 -
3.10.3 Lixiviado	- 35 -
3.12 Manejo del cultivo.....	- 35 -
3.12.1 Tutorado	- 35 -
3.12.2 Podas	- 36 -
3.12.3 Polinización	- 36 -
3.12.4 Cosecha	- 36 -
3.13 Variables evaluadas.....	- 36 -
3.13.2 Número de lóculos	- 37 -
3.13.3 Peso de racimo	- 37 -
3.13.4 Diámetro ecuatorial	- 37 -

3.13.6 Grosor de pulpa	- 37 -
3.13.7 Sólidos solubles (°Brix)	- 38 -
3.14 Fenología	- 38 -
3.15 Análisis estadístico	- 38 -
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	- 39 -
4.1 Peso de racimo	- 39 -
4.2 Diámetro ecuatorial	- 40 -
4.3 Grosor de pulpa	- 41 -
4.4 Número de lóculos	- 42 -
4.5 Grados Brix	- 43 -
V. CONCLUSIONES	- 44 -
VI. BIBLIOGRAFÍA	- 45 -
VII. APENDICE	- 51 -

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Relaciones de concentraciones (Meq L ⁻¹) para aniones y cationes.....	39
Cuadro 2. Cantidad de aniones y cationes en la solución nutritiva requerida en la planta de tomate.....	39
FIGURA 3. Peso por racimo (g) del híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola en la producción orgánica en invernadero.....	45
FIGURA 4. Diámetro de planta (cm) del híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola en fertilización orgánica en invernadero.....	46
FIGURA 5. Espesor de pulpa (mm) para el híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola en fertilización orgánica en invernadero.....	47
FIGURA 6. Número de lóculos para el híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola en fertilización orgánica en invernadero.....	48
FIGURA 7. Grados °brix para el híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola en fertilización orgánica en invernadero.	49

RESUMEN

En la comarca lagunera de Coahuila y Durango se generan cerca de un millón de kilogramos de estiércol seco al día, representando un fuerte potencial de contaminación debido a su mal manejo. Sin embargo estos desechos están siendo procesados para obtener productos como vermicompostas y té, utilizados para la nutrición de las plantas, ya que es también una buena alternativa para disminuir los costos de la fertilización comercial.

Para este experimento se utilizó el híbrido de tomate tipo bola (IL 7046 F1) utilizando un diseño completamente al azar con cuatro tratamientos y diez repeticiones, cada repetición lo conforma una maceta con una planta. Los tratamientos evaluados fueron té vermicomposta, té de composta, lixiviado de estiércol y solución nutritiva de Steiner.

El análisis estadístico mostró diferencia estadística significativa para las variables peso de racimo y Grados Brix. En peso de racimo los tratamientos que sobresalen son la solución nutritiva de Steiner con 1709.3 g y el té de vermicompost con 1684.3g. Para Grados Brix, el mejor valor lo alcanzó la solución nutritiva de Steiner con 4.3.

Para las variables diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, número de lóculos, no se determinó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

Palabras clave: tomate, hidroponía, invernadero, solución orgánica, calidad.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la técnica de cultivos sin suelo es ampliamente utilizada para la producción de hortalizas en invernadero. En este sistema se requiere un continuo abastecimiento de nutrimentos los cuales son proporcionados por la solución nutritiva (SN), la cual contiene los elementos esenciales para el óptimo desarrollo de los cultivos. El conocimiento de su preparación y manejo nos permite aprovecharla al máximo para obtener un mayor rendimiento y calidad de los frutos. Los sistemas hidropónicos se clasifican en sistemas abiertos y cerrados, en el sistema hidropónico abierto se suministra a la planta dos o tres veces al día. En los sistemas cerrados, en los cuales se recicla la SN es necesario realizar al menos dos riegos en ambos sistemas, la frecuencia de los riegos los determina la planta (etapa fenológica), las condiciones ambientales y la capacidad de retención del sustrato entre otros factores. En los sistemas cerrados es necesario ren

ovar o cambiar la SN debido a que los cultivos presentan una mayor absorción de agua que de nutrimentos, provocando una acumulación de sales, además la acumulación de compuestos orgánicos por las raíces de las plantas, representan una fuente potencial para la presencia de patógenos en la SN. En este sistema es recomendable la renovación semanal de la SN, o reponer aquellos nutrimentos que se encuentren en una concentración menor del 50% con respecto a la concentración original.

La comarca lagunera presenta un crecimiento acelerado en la construcción de invernaderos y casa sombra, aunado a que existe la mayor cantidad de cabezas de ganado con más de 400,000 cabezas de ganado bovino y un número similar de ganado caprino. Derivado a la explotación intensiva del ganado lechero se estima que la generación de estiércol seco es de 3 a 4 kg* día⁻¹ cabeza⁻¹, lo que representa cerca de 1, 000,000 de kg de estiércol seco por día (Salazar et al. 2004) este estiércol producido en las regiones ganaderas representa una fuente potencial de contaminación ambiental debido al manejo inadecuado y la aplicación

excesiva en suelos agrícolas (Capulín et al. 2001). Existe un enorme potencial para el aprovechamiento de estos desechos pecuarios (estiércol) ya que pueden ser procesados para obtener composta y algunos subproductos para la nutrición de los productos. Las soluciones nutritivas se elaboran con fertilizantes de alta solubilidad, que generalmente son importados, lo que incrementa los costos de producción de siembra a cosecha (Muñoz 2004). Una alternativa para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos, disminuir los costos y la dependencia de los fertilizantes inorgánicos es la utilización de algunos materiales orgánicos líquidos como: extracto líquido de estiércol (Capulín et al. 2001; Capulín et al. 2005; Capulín et al. 2007), lixiviado de compost (Jarecki & Voroney 2005), té de composta (Ochoa et al. 2009), orina animal (Powell & Wu 1999), e incluso la orina humana (Heinonen et al. 2007; Mnkeni et al. 2008).

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 2002 alcanzó las 568 ha bajo cielo abierto representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 19.9 ton/ha con un poco más de 28.2 millones de pesos en valor de la producción y alrededor de 35 hectáreas bajo condiciones de invernadero. La producción bajo cielo abierto se realiza durante el ciclo primavera-verano en los meses de junio a agosto, obteniéndose bajos rendimientos

1.1 Objetivos

Evaluar la producción y calidad del híbrido IL 7046 F1 con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero.

1.2 Hipótesis

La fertilización orgánica incrementa la producción y calidad del híbrido IL 7046 F1 tomate bola en invernadero.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

Vallejo (2004) menciona que el tomate cultivado se origino en el Nuevo Mundo. Su centro de origen está localizado en una pequeña área geográfica de Suramérica, limitada al sur por la latitud 30' (norte de Chile), el norte por el Ecuador y el sur de Colombia, al oeste por la cordillera de los Andes y al oeste por el Océano Pacífico, incluyendo el archipiélago de las Islas Galápagos. Esta estrecha faja de tierra tiene cerca de 300km de longitud. Todas las especies relacionadas con el tomate son originarias de la región andina de Chile, Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia, incluyendo también las islas Galápagos.

Sin embargo su domesticación fue llevada a cabo en México. El nombre del jitomate procede del náhuatl xictli, ombligo y tomatl, tomate, que significa tomate de ombligo. (SAGARPA, 2010)

2.2 Características botánicas

Cepeda (2009), describe las principales características de la planta de tomate de la siguiente manera:

Es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semi erecta o erecta. Existen variedades de crecimiento limitado (determinadas) y otras de crecimiento ilimitado (indeterminadas). El cultivo se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperatura, métodos de cultivo, es moderadamente tolerante a la salinidad y prefiere ambientes cálidos con buena iluminación y buen drenaje.

2.2.1 Raíz

Según Olimpia (2000), el sistema radicular del tomate consiste en una raíz principal pivotante de la que salen las raíces laterales. La planta que ha sido trasplantada produce un sistema de raíces más ramificado y superficial que llega a no distinguirse de la raíz principal. La mayor parte de este sistema, se encuentra entre los cinco centímetros de profundidad, pero algunas raíces pueden alcanzar más de un metro.

2.2.2 Tallo

El tallo típico tiene 2-4 cm de diámetro en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex o corteza cuyas células más externas tienen clorofila y son fotosintéticas, mientras las más internas son de tipo colenquimático y ayudan a soportar el tallo la capa cortical más interna es la endodermis. (Nuez, 2001)

2.2.3 Hojas

Las hojas son compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubierta de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo (Nuño, 2007).

2.2.4 Fruto

Los frutos se presentan agrupados por racimos; en número, tamaño y estado de maduración diferentes. El fruto es una baya, de forma y tamaño muy variable. Está compuesto por la epidermis, pulpa, placenta y semillas.

Semillas, inmersas en el tejido placentario. De acuerdo con el número de lóculos, los frutos pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. Frutos uniloculares son raros. Los frutos maduros pueden ser rojos, rosados o amarillos.

2.2.5 Semillas

Las semillas están cubiertas por un mucilago, al quitárselo y sacárselo tiene un color café claro y son pubescentes. El número de semillas por fruto depende del cultivar o variedad, y el tamaño del fruto, etc. Algunas variedades comerciales pueden tener de 150 a 300 semillas por fruto o aun más. (Véliz y Montás 1981)

2.3 Clasificación taxonómica

El tomate (*Lycopersicon esculentum*) es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. Los miembros de esta familia presentan haces bicolaterales y una estructura floral modelo (K85) [C(5) A(5)] G(2). Esto es, sus flores son radiales y con cinco estambres. El ovario, supero, bicarpelar, contiene numerosos primordios seminales, produciendo bayas polispermas. Los carpelos se presentan en posición oblicua con respecto al plano mediano de la flor.

Con la domesticación y cultivo es frecuente observar flores con mayor número de pétalos y sépalos, así como ovarios multiloculares, en adición al

bilocular que podríamos considerar normal. De acuerdo a Hunziker (1979), la taxonomía generalmente aceptada del tomate es:

Clase: Dicotiledóneas.

Orden: Solanales (Personatae).

Familia: Solanaceae.

Subfamilia: Solanoideae.

Tribu: Solanae.

Género: *Lycopersicon*.

Especie: *esculentum*.

Según el hábito de crecimiento, se pueden distinguir dos tipos distintos: los determinados y los indeterminados. La planta de crecimiento determinado es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de las inflorescencias en el extremo del ápice. El tomate de tipo indeterminado crece hasta alturas de 2 metros o más, según el empalado o tutoreo que se utilice. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra inicia su comportamiento generativo, produciendo flores en forma continua y de acuerdo a la velocidad de su desarrollo. La inflorescencia no es apical sino lateral. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan algunos de éstos. Para la producción mecanizada se prefieren las variedades de tipo determinado, que son bajos o arbustivos. Los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo de la planta de tomate dependen de las condiciones del clima, del suelo y de las características genéticas de la variedad (J. N. M. Von Haeff, 1983).

2.4 Condiciones climatológicas

La planta se desarrolla bien en un amplio rango de altitudes, tipos de suelos, temperaturas y métodos de cultivo; además, es moderadamente tolerante

a la salinidad. El cultivo prefiere ambientes cálidos, con buena iluminación y drenaje. La exposición prolongada a temperaturas inferiores a 10°C, la escarcha, una iluminación diurna inferior a las 12 h, la presencia de un drenaje deficiente en el medio de enraizamiento o un abonado nitrogenado excesivo le afectan desfavorablemente. El fallo en el cuajado por polinización deficiente es uno de los problemas más comunes en el cultivo del tomate en las áreas marginales de producción (Rick, 1978). Si las condiciones ambientales no son favorables para el cuajado, las flores caen después de la antesis. (Fernando Nuez, 1995).

La emergencia de las plántulas ocurre entre los 6 y 12 días después de la siembra. La temperatura óptima del suelo para una rápida germinación es de 20 a 25°C. Desde la emergencia hasta el momento de trasplante ocurren entre 30 y 70 días, dependiendo de la variedad, de las técnicas de cultivo y de los requisitos de crecimiento. Respecto a la cosecha, el primer corte o cosecha de una variedad precoz es aproximadamente a los 70 días después del trasplante; en el caso de una variedad tardía, bajo condiciones de crecimiento lento, se obtiene la primera cosecha o corte 100 días después del trasplante. Durante el desarrollo se efectúa el guiado de la planta y diferentes podas para asegurar una producción de alto volumen y de buena calidad. El tomate es una especie neutra en cuanto a la duración del fotoperiodo. Por lo tanto, florece a su debido tiempo de acuerdo con la edad y el desarrollo que tiene. Las temperaturas bajas y un crecimiento exuberante retardan la floración y provocan flores de difícil fecundación. La temperatura óptima durante la maduración del fruto es de 18 a 24° C. La exposición del fruto al sol puede provocar un blanqueo o quemazón de la piel. Por esta razón se requiere suficiente follaje para la protección de los frutos y favorecer una coloración pareja (J. N. M. Von Haeff, 1983).

La producción de tomate se efectúa en una gran variedad de suelos. El cultivo del tomate desarrolla bien en climas con temperaturas entre 18 a 26°C. Las temperaturas óptimas durante el día y la noche son de 22 y de 16° C respectivamente. El tomate no resiste heladas en ninguna etapa de su desarrollo. Por otra parte, los climas húmedos con temperaturas altas y humedad relativa superior al 75% son poco apropiados para este cultivo, debido a que esto favorece la aparición y severidad de enfermedades fungosas. Por esto, se debe cultivar el tomate de preferencia en regiones áridas o semiáridas. Aunque considerado como altamente resistente a la sequía, requiere de la aplicación de los riegos para obtener altos rendimientos. Para obtener una buena producción y frutos de alta calidad, se requiere de un terreno que permita la fácil penetración de las raíces a 80 cm de profundidad como mínimo. El suelo no debe tener capas duras o compactas ni humedad excesiva. El cultivo de tomate requiere un suelo poroso que favorezca el desarrollo adecuado del sistema radicular (J. N. M. Von Haeff, 1983).

Para lograr altos rendimientos, el tomate necesita estar bien abastecido de agua durante prácticamente todo el ciclo de cultivo. Por esto, el suelo debe tener una buena capacidad de retención de agua. Tanto el agua para riego como el suelo mismo deben tener una baja salinidad. El tomate puede producirse en suelos con un pH de 6.0 a 7.2 (J. N. M. Von Haeff, 1983). Los suelos de textura franca tienden a favorecer una producción precoz y una maduración uniforme simultánea. Los suelos arcillosos provocan un crecimiento lento pero uniforme. Este tipo de suelos es apropiado para tomate de mesa o de consumo fresco. Los suelos de textura intermedia arenosa, se adaptan más para la producción mecanizada de tomates para la industria, por inducir una maduración más uniforme y simultánea (J. N. M. Von Haeff, 1983). El tomate es un cultivo insensible al fotoperiodo, entre 8 y 16 horas, aunque requiere buena iluminación (Calvert, 1972). Iluminaciones limitadas, al reducir la fotosíntesis neta, implican

mayor competencia por los productos asimilados, con incidencia en el desarrollo y producción (Aung, 1976).

Con el fin de evitar problemas de sanidad vegetal, es recomendable cultivar el tomate con base en una rotación de 4 años, en el mismo lote. En el plan de producción, no se debe cultivar el tomate con el ají, pimentón, berenjena, papa o tabaco ya que estas especies pertenecen a la misma familia botánica (J. N. M. Von Haeff, 1983).

2.5 Establecimiento del cultivo

Las distancias de transplante y la densidad de plantas por hectárea dependen principalmente del sistema de cultivo y de la variedad que esté utilizando. En relación al sistema de cultivo, se pueden distinguir dos principales:

- Sistema de plantas acostadas
- Sistema de plantas tutoradas

El sistema de plantas acostadas predomina en la producción de tomate para la industria. Este sistema exige el empleo de variedades cuyo fruto no se deteriora al estar en contacto con el suelo. Por esto se eligen zonas semiáridas o regiones de clima seco para este tipo de cultivo.

Existen variedades de tipo determinado de recolección concentrada. Estas permiten la cosecha mecánica de una sola vez. Los frutos de estas variedades

pueden mantenerse maduros en la planta por más de un mes sin deterioro de la calidad.

La óptima densidad de plantas, para el sistema de planta acostada, es de 40,000 a 60,000 plantas por hectárea, según las características de la variedad. Las distancias entre plantas pueden ser de 25 x 150 cm, o distancias de 20 x 90 o 25 x 100 cm, según la variedad. Por la alta densidad de población que regularmente se maneja, se prefiere el sistema de siembra directa. Por el alto costo de la mano de obra para el transplante.

Los objetivos del sistema de plantas tutoradas consisten, entre otros, en prevenir el contacto entre fruto y suelo, facilitar el control fitosanitario, facilitar la cosecha y obtener una producción continua.

El sistema de plantas tutoradas se usa para la producción de tomate para el consumo directo. Este sistema requiere el uso de variedades de tipo indeterminado. De acuerdo con las características de la variedad y según la poda o el guiado, se acomodan las distancias entre plantas a la densidad deseada. La densidad para el sistema de tutorado varía entre 15,000 y 35,000 plantas por hectárea (J. N. M. Von Haeff, 1983; Fernando Nuez, 1995).

2.6 Siembra directa

La siembra directa consiste en colocar la semilla en el campo mismo donde habrá de crecer la planta. De este modo no se necesitan semilleros y tampoco

trasplante. En varias regiones se practica la siembra directa con el fin de adelantar el cultivo y obtener primicias para el mercado de consumo directo. La siembra directa favorece el sistema de la producción forzada en época de la estación.

2.7 Transplante

El establecimiento del cultivo por medio de transplante consiste en hacer germinar la semilla en pequeñas áreas conocidas como semilleros o almácigos, de donde serán las plántulas extraídas para ser llevadas al lugar de establecimiento definitivo, donde habrán de crecer las plantas hasta la cosecha. Aunque inicialmente las plántulas muestran cierto marchitamiento y retraso en el crecimiento, estos síntomas son rápidamente superados, mostrando el cultivo un desarrollo normal.

Comparando el sistema de siembra directa con el sistema de transplante, se puede decir que la siembra directa resulta en una disminución del ciclo de cultivo. La producción en volumen puede ser mayor en un 5 a 20% y existe también un ahorro en mano de obra. Por otro lado el método de semilleros y transplante requiere menos insumos pero más mano de obra. Mediante el transplante se ocupa el terreno durante más tiempo, lo cual puede ser ventajoso para el cultivo anterior o para el total del plan de producción (J. N. M. Von Haeff, 1983; Fernando Nuez, 1995).

2.8 Manejo del cultivo

El manejo del cultivo incluye la escarda, el control de malezas, el riego y drenaje, así como la poda y guiado.

2.8.1 Escarda y control de malezas

La escarda consiste en arrimar tierra al pie de las plantas para evitar el vuelco de las plantas, inducir la emisión de raíces adventicias, aumentar el espacio para el desarrollo radicular y controlar las malezas.

Después del trasplante se rectifican los surcos. Esto se hace con un arado simple o con máquinas alomadotas. Las malezas encima del camellón no prosperan porque la plata del tomate las cubre. Por el contrario, las malezas se multiplican y crecen rápidamente en el fondo y en las paredes del surco. La escarda sirve tanto para incorporar los fertilizantes como para el control de estas malezas. Entre las hileras y en los pasillos se logra un control manual de las malezas con el azadón. Las malezas al pie de la planta del tomate se arrancan con la mano, o se cubren con tierra mediante un aporque manual con azadón. Las fechas de los aporques y otras labranzas del suelo varían de acuerdo con el objetivo, el tamaño de las malezas y el desarrollo del tomate. Con la última operación del aporque, se aleja el surco de la base de la planta hacia el pasillo.

Esto se hace con el fin de no mojar las hojas y los frutos con el agua de riego. Las malezas pueden ser controladas químicamente mediante el empleo de herbicidas específicos, los cuales se usan especialmente en las explotaciones grandes, complementándolos con el control mecánico. Algunos herbicidas para control post-emergente de malezas por aplicación dirigida son el pentaclorofenol, el paraquat y el MSMA. Algunos herbicidas promisorios son el difenamida, el isopropanil, el trifuralin, el pebulate, el cloramben, el solan y el metribuzin (Von Haeff, 1983).

2.8.2 Riego

Aunque el tomate resiste bien a la sequía, es preciso suministrar suficiente agua. La suficiencia en agua se traduce fácilmente en un aumento del 25% del rendimiento. El riego mediante una aspersión en gota fina durante tiempos calurosos, puede bajar la temperatura de la planta en más de 5 °C, lo cual produce un aumento del rendimiento. Además, el riego es un eficiente medio para proteger las plantas contra heladas. La humedad excesiva del suelo y de la planta disminuye la consistencia del fruto y es una de las causas principales de enfermedades. Es por esta razón que el riego por gravedad, sea por surco o por inundación, sigue siendo el más utilizado. No obstante, en zonas áridas o en regiones de humedad baja puede emplearse el sistema de riego por aspersión. En ese caso, se combina el programa de riego por aspersión con un intensivo programa de control sanitario. Las raíces llegan rápidamente a profundidades mayores de 80 cm. Cuando a causa de capas endurecidas se tiene un enraizamiento limitado es conveniente aplicar riegos más frecuentes pero menos abundantes. En regiones templadas se requiere menos frecuencia y menos cantidad. En climas cálidos y soleados se requiere mayor frecuencia y mayor cantidad de agua. Esto se debe al elevado grado de evapotranspiración. La capacidad de retención de agua del suelo influye en la frecuencia y en la cantidad de agua por cada riego. Así, los suelos arenosos requieren mayor frecuencia. Los suelos limosos pueden almacenar mucha agua y por lo tanto requieren ser regados con menor frecuencia, pero mayor cantidad de agua por aplicación.

Después del trasplante, debe regarse con cuidado para obtener un buen rendimiento de las plantas. Un riego excesivo durante el desarrollo inicial provoca un exuberante crecimiento vegetativo, a costa de la floración.

2.8.3 Poda y entutorado

La poda consiste principalmente en eliminar los brotes laterales con el fin de conservar el tallo principal. Una planta de tomate del tipo indeterminado, dejada crecer libremente, se desarrolla en forma inadecuada. Sin poda, la planta se desarrolla como un arbusto con muchos tallos laterales y terciarios, que se forman a partir de las yemas axilares de las hojas. El tomate sin podar produce muchos frutos pero de poco valor comercial. El tomate de tipo determinado no requiere poda porque es de floración apical. Por ello, se controla a sí misma. De acuerdo con el sistema de cultivo, el tamaño de la variedad y la densidad de plantas, existen algunas variantes de la poda. Estas consisten en dejar crecer, además del tallo principal, 1, 2 ó 3 tallos secundarios más. Esto puede proporcionar aun mayores rendimientos. Los objetivos de la poda son:

- Formar y acomodar la planta al sistema del tutoraje.
- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr más eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado y el amarre de acuerdo al sistema de empalado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto en calidad como en volumen.

La poda se efectúa cada 15 días hasta el 7º u 8º racimo floral. La eliminación de tallos laterales se conoce con el nombre de deshijado o deschuponado. Los chupones se quitan de preferencia en horas de la mañana para que la herida cicatrice mejor. El tamaño de los chupones que se quitan es entre 5 y 15 cm de largo. Otra clase es la defoliación. Esta consiste en eliminar algunas hojas de los sustratos inferiores que han cesado de ser productivas. Estas son hojas envejecidas o deterioradas. En variedades de excesivo desarrollo foliar se efectúa la defoliación con el fin de mejorar la aireación y evitar mayor incidencia de enfermedades.

Con el exclusivo fin de anticipar la maduración y aumentar el tamaño del fruto, se lleva ocasionalmente la práctica de la decapitación. Esta consiste en decapitar la planta sobre la segunda hoja después de la cuarta o quinta inflorescencia. Esta práctica puede resultar en una disminución del rendimiento en volumen. Relacionado con las prácticas de poda está el sistema del tutoraje y sus variantes. Junto con la poda se guía la planta hacia arriba y se hacen los amarres necesarios. El amarre debe asegurar la posición de la planta y conservar una buena distribución del follaje. El primer amarre se efectúa al momento de colocar los tutores. Debe cuidarse de no estrangular la planta. Por esto, el amarre debe ser algo flojo. De acuerdo con la combinación de distancias, tipo de tutoraje y poda se hace de 2 a 10 amarres por planta. Se utilizan diferentes materiales, como el ixtle delgado y el hilo de algodón grueso (J. N. M. Von Haeff, 1983; Fernando Nuez, 1995).

2.9 Nutrición orgánica

En la agricultura orgánica en México, existen principalmente dos tipos de productores: los pequeños de tipo campesino e indígenas organizados que tienen en promedio 2 hectáreas los privados y empresariales que tienen en promedio 150 ha. Los pequeños productores representan 98.6% del total de los productores, cultivan 84.1% de la superficie y generan 68.8% de las divisas, mientras que los privados representan 1.4% del total de productores, cultivan 15.9% de la superficie y generan 31.2% de las divisas.

Desafortunadamente, conforme pasan los años, los productores de tipo empresarial adquieren cada vez mayor importancia en el sector orgánico, principalmente en los rubros de superficie cultivada y divisas obtenidas. Una adecuada política de apoyo a esta tecnología debería contemplar dar prioridades

de desarrollo a los pequeños productores, ya que así los beneficios serían distribuidos a un mayor número de familias campesinas, además de que se estaría propiciando el desarrollo sustentable de nuestro país.

Se debe resaltar que el 50% de los productores orgánicos del país son productores indígenas. Entre los grupos étnicos que participan están: mixtecos, cuicatecos, chatinos, chinantecos, zapotecos, tlapanecos, tojolabales, chontales, totonacos, amusgos, mayas, tepehuas, tzotziles, nahuas, otomíes, tarahumaras, y tzetzales, ubicados principalmente en los estados de Chiapas, Oaxaca, Guerrero y Chihuahua.

2.9.1 Té de compost y vermicompost

El té de compost en términos simples es un extracto acuoso de compost. Típicamente el compost es el principal ingrediente para esta solución, trabajos recientes coinciden que también se puede utilizar la vermicompost para la elaboración de este fertilizante.

El té de compost, solución resultante de la fermentación aeróbica de compost en agua puede utilizarse como fertilizante, debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos (Ingham, 2005). Esta solución puede ser aplicada a través de sistemas de riego pasteurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de producción orgánica de cultivos bajo condiciones de invernadero (Rippy, 2004). El té de compost se ha utilizado para prevenir enfermedades, tanto en aspersión foliar como aplicado al sustrato (Ingham et al., 2005)

2.9.2 Algunos beneficios del uso del té de compost

Los siguientes beneficios del uso del té de compost han sido reportados en la literatura.

- a) Disminución de enfermedades
- b) Proporciona nutrimentos para la planta y es fuente de alimento para los microorganismos.
- c) La inoculación de organismos en el suelo se vuelve a incrementar la retención de nutrimentos, aumenta el ciclo de los nutrimentos en las formas disponibles para la planta y acelera la descomposición de material vegetal y las toxinas.
- d) Incrementa la calidad nutricional de la planta.
- e) Reduce la exposición del trabajador a los daños químicos potenciales.
- f) Reduce los impactos negativos de los pesticidas, herbicidas y fertilizantes a base de químicos, en microorganismos en el ecosistema.
- g) Reduce los costos por insumos químicos.
- h) Proporciona el crecimiento de la planta.

2.10 Nutrición inorgánica

La nutrición de tomate juega un papel muy importante si se desea incrementar la productividad de las plantas y la calidad de los frutos. Muchos de los trabajos realizados muestran que el tomate demanda grandes cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio. Un rendimiento alrededor de 40 ton de fruto requiere cerca de 93 kg·N ha⁻¹, 20 kg·P ha⁻¹ y 126 kg·K ha⁻¹. Los fertilizantes aplicados al suelo se calculan de acuerdo con la fertilidad de éste. Las siguientes dosis se aplican a suelos de baja fertilidad: 75-100 kg·N ha⁻¹, 150-200 kg·P ha⁻¹ y 150-200 kg·K ha⁻¹ (George, 1999).

Se necesita un nivel alto de fósforo asimilable para la producción de semilla de calidad cuando las plantas se cultivan bajo invernadero (George, 1999).

El fósforo y el potasio se aplican antes del trasplante cuando se cultiva en suelo y para producción de fruto; mientras que el nitrógeno, se distribuye en tres etapas: la primera antes del trasplante, la segunda después de mes y medio, y la tercera en la floración (Salunkhe y Kadam, 1998). En el noroeste de México se utiliza el potasio en cantidades entre 200-225 kg·ha⁻¹; en otras zonas productoras no se aplica, o se hace en cantidades de 80 kg·ha⁻¹ en una sola aplicación, junto con el fósforo y la primera parte de nitrógeno (Benítez, 1999). En Sinaloa, la aplicación de fertilizantes (N-P-K-S) es muy variada, la cual está en función de las condiciones fisicoquímicas del suelo y el estado fenológico de la planta, regularmente se aplica urea (46-00-00-00) y sulfato de amonio (20.5-00-00-24) como fuente de nitrógeno, fosfato monoamónico (11-52-00-00) y fosfato diamónico (18-46-00-00) como fuente de fosforo, y sulfato de potasio (00-00-50-18) como fuente de potasio, entre otros, en todos los casos es necesario el análisis fisicoquímico del suelo para la toma de decisiones (Tisdale *et al.*, 1993).

2.10.1 Solución nutritiva

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y todos los nutrimentos esenciales en forma iónica, eventualmente algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro, y algún otro micronutriente que pueda estar presente (Steiner, 1968). La SN está regida por las leyes de la química inorgánica, ya que tiene reacciones que conducen a la formación de complejos y a la precipitación de los iones en ella, lo cual evita que estos estén disponibles para las raíces de las plantas (De Rijck y Schrevens, 1998). La precipitación de algunas formas iónicas de los nutrimentos, puede ocasionar su deficiencia en la planta, además, de un desbalance en la relación mutua entre los iones. Es esencial que la SN tenga la proporción adecuada, necesaria para que las plantas absorban los nutrimentos. En caso contrario, se producirá un desequilibrio entre los nutrimentos, lo que dará lugar a excesos o déficits en el medio de cultivo y afectará la producción (Rincón, 1997).

2.11 Plagas y enfermedades

Uno de los problemas que más afecta la producción de tomate en México es el control de plagas y enfermedades. No solo por aumentar los costos del cultivo sino que también ocurre cierta resistencia a los productos químicos por parte de las plagas cuando estas eran controladas aceptablemente con los mismos productos años atrás (Alarcón y Bolkan, 1994). A esto se debe agregar el mal manejo de agroquímicos y fertilizantes que han provocado una ecotoxicidad general del medio ambiente (Alvarado, 1991). Así como es de extenso el número de hectáreas de tomate que se cultivan, lo es también el número de insectos plaga que atacan severamente a este cultivo. Dentro de las plagas primarias podemos mencionar al gusano alfiler *Keiferia lycopersicella*, los gusanos de fruto *Heliothis zea* y *H. virescens*, el gusano soldado *Spodoptera exigua*, el gusano franja amarilla *Spodoptera ornitogalli*, las chinches *Nezara viridula* y *Euschistus servus* y

la mosquita blanca *Bemisia tabaci*. Estos insectos más plagas secundarias representadas por Trips *Frankiniella occidentalis*, afido *Mizus persicae* y el minador de la hoja *Lyriomiza sativae* producen hasta un 90% de pérdidas. El combate a través de insecticidas sintéticos está haciendo cada vez más dudosa su efectividad y aumenta los costos (Alarcón, 1993). La empresa Campbell's Sinalopasta de Guasave Sinaloa, viene teniendo promisorios resultados con programas de manejo integrado de plagas que está basado en monitoreos, umbrales económicos, uso de feromonas sintéticas para interrupción de apareamiento, uso de insecticidas biológicos, liberación de insectos benéficos y uso racional de insecticidas sintéticos (Alarcón, 1993).

Dentro de las enfermedades la más seria es el tizón tardío provocado por *Phytophthora infestans*. Se están probando programas de predicción de la enfermedad (Félix, 1993), es decir, poder predecir cuando la enfermedad podrá estar presente y así tomar acciones preventivas.

En México se están desarrollando programas de Manejo Integrado de Plagas (MIP) con la finalidad de disminuir: a) Costos de control, b) Residuos de pesticidas, c) Daños de fruto y d) Fragmentos de insectos en pasta de tomate, en los cuales, también están comprendidos programas de predicción de plagas o estudios epidemiológicos (Fernando Nuez, 1995).

2.12 La producción del tomate

Pocas son las hortalizas que a nivel mundial presentan una demanda tan alta como la del tomate. La importancia del producto radica en las cualidades que

posee para integrarse en la preparación de alimentos, ya sea crudo, cocinado o industrializado. En los últimos cuatro años la producción mundial se ha mantenido prácticamente estable, con un nivel promedio anual de 86 millones de toneladas (ASERCA, 1998).

El tomate está considerado dentro de las principales hortalizas que produce nuestro país y se da prácticamente en todos los estados del país. Se estima que para el año agrícola 1994 abarcó a un total de 27 entidades federativas del norte, centro y sur de la nación. No obstante está amplia distribución de siembra, tan solo seis estados concentran más del 60% de las superficies cosechada y sembrada y de la producción (ASERCA, 1995).

2.13 Principales regiones productoras de tomate en México

Los estados más importantes en cuanto a producción de tomate en nuestro país son Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Michoacán, Morelos, Sonora, Jalisco, Nayarit, Edo. de México y Baja California Sur.

Indudablemente, el estado que se ha consolidado como el primer productor de tomate en nuestro país es el estado de Sinaloa, que se localiza geográficamente en la región costera del Noroeste del país, relativamente cercano a la frontera con los Estados Unidos de Norteamérica. La producción de tomate en este estado se ubica principalmente en los Valles de Culiacán, Guasave y del Fuerte, en los cuales se siembran aproximadamente 24000 hectáreas de tomate de vara o tutorado y el industrial, significando una muy importante fuente de empleos y divisas para esta zona, donde se cultivan alrededor de 47000 hectáreas de hortalizas (AARSP, 1993).

2.14 Manejo postcosecha del tomate

Existe una gran variedad de productos derivados del tomate como son: pasta de tomate, jugo de tomate, tomates en conserva, polvo de tomate, puré de tomate, salsa cátsup y diversas salsas de tomate. Además, es utilizado como materia prima en la elaboración de otros productos alimenticios.

La etapa postcosecha del cultivo de tomate para fines industriales abarca el periodo comprendido entre el momento en que el fruto es recolectado en el campo o invernadero y su entrada en la línea de fabricación para ser sometido a algún proceso de transformación industrial. Durante la postcosecha se realizan al menos las siguientes operaciones: carga de los frutos cosechados al vehículo de transporte, transportación hasta la planta industrial, descarga en la recepción de la fábrica y almacenamiento del fruto hasta la entrada a las líneas de producción.

Aunque las operaciones en una línea de fabricación dependen del producto industrializado que habrá de ser obtenido, los frutos son regularmente sometidos a una o más de las siguientes: selección del fruto, picado, colado, prensado, inmersión en aceites, inmersión en salmueras, inmersión en vinagre y/o sazonado, cocido y congelado. Posteriormente el producto es envasado al alto vacío con la adición regularmente de algún tipo de conservador. Enseguida pasa a las líneas de etiquetado para posteriormente ser almacenado en el almacén de productos terminados para su comercialización. Desde luego, todas las operaciones anteriores demandan un riguroso control de calidad (J. N. M. Von Haeff, 1983; Fernando Nuez, 1995).

2.15 Métodos de cosecha para tomate

La cosecha del tomate puede ser realizada en forma manual o mecánica. La forma manual se utiliza principalmente para el consumo del tomate en fresco,

aunque también se utiliza para la industria. Por otra parte, la recolección mecánica se utiliza casi exclusivamente para el tomate industrial (Fernández Nuez, 1995). La recolección se efectúa cada dos o tres días según la temperatura y la velocidad de la maduración. El tomate para la industria se cosecha cada 10 días ó 15 días, cuando se obtenga el color rojo maduro indispensable para el tomate para procesamiento industrial.

En el caso de la cosecha manual para consumo en fresco, el tomate puede cortarse junto con el cáliz y la base del pedúnculo, pero comúnmente se cosecha el fruto dejando el cáliz en la planta. Esto hace una leve herida que seca rápidamente. Así se evita que los pedúnculos dañen a otros frutos en el empaque. Esto es indispensable para cumplir con las exigencias de calidad para tomate de consumo fresco. En la recolección manual se requieren cestos o cajones para el transporte de la plantación hacia la sección de clasificación y empaque.

La recolección de tomate para la industria se puede realizar tanto manual como mecánicamente. Las maquinas suelen estar equipadas con un mecanismo para la clasificación por tamaños y un aparato para la separación de tomates verdes y tomates rojos. La clasificación de los frutos se realiza por tamaño, según los estándares de calidad; se toman en cuenta también otras características de calidad como el color de la piel o cáscara. La clasificación según el tamaño varía de acuerdo a la región, exigencias del mercado y las características propias de la variedad del tomate. Una selección general en cuanto al tamaño de los frutos consiste en lo siguiente:

Tamaño chico, menos de 4 cm en su diámetro transversal mayor.

- Tamaño mediano entre 4 cm y 7 cm en su diámetro transversal mayor.
- Tamaño grande, más de 7 cm, en su diámetro transversal mayor.

También la clasificación en clases de diferentes calidades depende de la región y las exigencias del mercado:

- Calidad de exportación o grado elegido.
- Calidad de primera o grado comercial.
- Calidad nacional o grado económico.

Para una clasificación según normas establecidas de calidad, se toman en cuenta las siguientes características como criterios de selección:

- Uniformidad en madurez y tamaño. Se permite un limitado porcentaje de defectos.
- Firmeza de los frutos. Puede ser consistente, esponjosa o flácida.
- Limpieza. Los frutos deben de estar libres de polvo, tierra o residuos de pesticidas.
- Forma de los frutos. Las hendiduras o deformaciones influyen en la calidad.
 - Sanidad. Este aspecto contempla la presencia de daños por plagas, enfermedades, heladas, excesiva exposición al sol, etc. (J. N. M. Von Haeff, 1983).

La manera en que se efectúa la recolección influye sobre la calidad del producto. Esto está relacionado con la producción de daños mecánicos o manuales en los frutos y por la presencia de otros materiales junto con los frutos aptos para ser comercializados. Las pérdidas de frutos por merma durante el proceso de recolección, necesariamente implican pérdidas económicas; motivo por el cual se deben mejorar las técnicas de recolección y las prácticas de postcosecha del producto. Los daños mecánicos durante la carga son consecuencia de la energía cinética que llevan los frutos al momento del impacto.

La intensidad de los daños en el fruto es variable y oscila entre simples grietas en la piel (frutos rajados) hasta lesiones que afectan a la cavidad carpelar e

incluso fractura del fruto en varios trozos (frutos rotos). Las pérdidas que después sufren los frutos están relacionadas con la intensidad de los daños durante la carga y el transporte (Rodríguez, et al., 1996).

2.16 Comercialización de tomate en las principales regiones del país

La comercialización del tomate exige gran número de operaciones para hacer llegar los frutos desde el campo de cultivo hasta la mesa del consumidor. Este proceso implica un importante valor agregado y exige una correcta realización de cada una de estas operaciones y una adecuada coordinación e integración de las mismas para mantener la calidad inicial al nivel más elevado posible.

Dependiendo del mercado al cual vaya dirigido, el manejo postcosecha del tomate para consumo en fresco puede comprender una o más de las siguientes operaciones: carga, transporte, recepción y control de calidad, almacenamiento, conservación frigorífica, precalibrado, preselección, limpieza, aplicación de ceras, selección, clasificación, calibrado, envasado, conservación frigorífica y expedición (Fernando Nuez, 1995).

La calidad, finalidad y destino del tomate influyen en el tipo de envase y modo de empaque. Para exportación se emplean cajas de cartón o cajones livianos de un solo uso (desechables). Los frutos se empacan en forma de hileras. Entre capas de hileras se coloca comúnmente un separador de papel o de cartón preformado. Para el mercado nacional de consumo en fresco se emplean las cajas cosecheras, conocidas como rejas o jabas. Estas son de madera para múltiples propósitos y se emplean gran número de veces. Algunas variedades de tomate industrial que rinden frutos muy firmes permiten el transporte a granel. Esto reduce la manipulación del producto y además resulta eficiente. Una buena clasificación y presentación del producto favorece la comercialización. Asimismo, se obtienen

mejores precios y da como resultado un mayor prestigio al productor proveedor (J. N. M. Von Haeff, 1983).

2.17 Industrialización del tomate en México

La industria de los alimentos procesados en nuestro país se encuentra en un estado dinámico de cambio, con muchos de los métodos tradicionales de producción, procesamiento y control de calidad cediendo frente técnicas más eficientes y menos costosas y que además satisfacen las demandas de los mercados actuales. Sin duda, dos de los factores que influyen directamente sobre la calidad del tomate para procesamiento industrial son la recolección y el manejo postcosecha (Fernando Nuez, 1995).

2.18 Procesamiento y transformación industrial del tomate

El periodo comprendido entre la recolección del tomate y la fase de procesado industrial influye directamente sobre la calidad del producto requerido por el sector industrial. Las condiciones organolépticas de los frutos, al igual que las mermas en calidad por otros factores dependen en gran medida del manejo que se les dé desde la recolección hasta que son pasados a las líneas de producción de la planta productiva. La recolección es una de las prácticas culturales de la mayor importancia porque, por un lado, su costo es muy elevado (en algunos casos alcanza hasta el 50-60% de los costos totales del cultivo) y, por otro, afecta directamente la calidad del producto que se envía a la industria transformadora. El manejo postcosecha es importante también pues durante el mismo se pueden producir serias mermas de calidad que afectan directamente la economía de cada uno de los actores de la cadena agroalimentaria (Fernando Nuez, 1995).

2.19 Agricultura protegida

La agricultura protegida es aquella que emplea diversas técnicas y estructuras agrícolas con el propósito de evitar o reducir al mínimo las restricciones que el clima impone a los cultivos, proporcionando un ambiente más propicio para el desarrollo de las plantas. Las técnicas y estructuras empleadas para proteger los cultivos se dirigen contra los efectos del viento, las bajas o altas temperaturas, las heladas, el granizo, el exceso de radiación luminosa y la evaporación, al mismo tiempo que se puede procurar la protección del suelo y el uso eficiente del agua.

Actualmente existe una gran variedad de tecnologías y estructuras para proteger los cultivos, entre las que destacan algunas como los acolchados

anti-granizo, las mallas corta viento, las mallas sombra, los micro-túneles, los macro-túneles y los invernaderos. Para efectos del presente proyecto tipo, únicamente se describe lo relacionado con los macro-túneles y los invernaderos. (SAGARPA, FAO 2007)

2.19.1 Macrotúneles

Los macrotúneles son estructuras que no tienen las características apropiadas de ancho y altura para ser consideradas como invernaderos, pero permiten realizar labores en su interior. Son estructuras simples de 3 a 5 m de ancho con hasta 60 m de largo y una altura máxima de 3m. (SAGARPA, FAO 2007)

2.19.2 Invernaderos

Un invernadero es una construcción agrícola con estructura de madera o metal, usada para la protección de cultivos, mediante su aislamiento del exterior con una cubierta plástica translúcida o vidrio y mallas en las partes laterales. Los

invernaderos funcionan bajo dos principios fundamentales: 1) La transformación de la energía luminosa en energía calorífica 2) La circulación del aire con el movimiento ascendente del aire caliente y descendente del aire frío. Además del efecto invernadero que consiste en captar la energía radiante, se producen otros efectos como el sombreado, el efecto paraguas, cortavientos y efecto oasis, al poderse mantener un ambiente más húmedo que en el exterior de zonas áridas. (SAGARPA, FAO 2007)

2.19.3 Manejo de las condiciones ambientales del invernadero

Los principales factores que se pretende controlar con el manejo del invernadero son la temperatura, la luminosidad, la humedad ambiental y la concentración de CO₂. Estos factores son interdependientes entre sí, por lo que cuando se modifica uno de ellos los otros resultan afectados. Los factores como el tipo de cultivo, el sistema de manejo, la fertilización, el riego, dependen más de la decisión de los productores.

La cantidad de luz que entra al invernadero está determinada por la duración del día, la nubosidad y la forma del invernadero. La posición y orientación también influyen pues se deben evitar los sitios que tienen sombra. Hay que tomar en cuenta que a mayor latitud existe menor cantidad de horas luz en el año y que los rayos de ésta llegan con mayor inclinación. En términos generales existe mayor radiación luminosa en los estados del sur que en los del norte. Además todos los materiales plásticos usados como cubierta reflejan una fracción de la luz de entre el 20 y el 30%.

Los techos de forma cilíndrica o parabólica captan mejor la luz que los de tipo capilla y mientras más alta sea la estructura mejor es la captación de luz. Además

para tener una mayor luminosidad conviene hacer estructuras con postes delgados y con el menor número posible de ellos, para que no proyecten sombra. La temperatura interna varía en forma directa con la cantidad de horas de energía radiante y de manera inversa con la altura del invernadero. Por lo anterior mientras más luz capte el invernadero mayor es la temperatura, pero mientras más alto sea el invernadero menor será la temperatura que alcance por el volumen de aire que se tiene que calentar. Siendo así, invernaderos altos de 4 a 5 m de altura en cumbre, son convenientes en las regiones cálidas, mientras que los invernaderos de 3.5 a 4 metros de altura, pueden dar mejores resultados en las regiones templadas o frías.

La regulación de la temperatura y la humedad en el interior del invernadero se logra a través de la ventilación. La abertura cenital sirve para expulsar aire caliente del interior hacia fuera, en tanto que las ventilas laterales permiten la entrada de aire fresco. La circulación del aire también permite la renovación del CO₂ necesario para la fotosíntesis, el cual puede bajar drásticamente su concentración en invernaderos cerrados con cultivos densos y altos. (SAGARPA, FAO 2007)

El número total de productores que se dedican a la agricultura orgánica en México ha crecido de 13mil en 1996 a más de 33mil en el año 2000, mostrando una tasa de crecimiento anual de 26%.

2.20 Destino de la producción

La producción orgánica de México se destina en un 85% al mercado de exportación. Como en el caso de los productos convencionales, se envían productos que no se pueden producir en los países desarrollados, como café en invierno, cuando por cuestiones climáticas temporalmente hay un faltante, por

ejemplo hortalizas o productos que necesitan excesiva mano de obra. Los productos orgánicos mexicanos se exportan principalmente a Estados Unidos, Alemania, Holanda, Japón, Inglaterra y Suiza entre otros.

En la generación de divisas, la agricultura orgánica en México obtiene casi 140 millones de dólares, que representa el 3.7% del total de las exportaciones agropecuarias, además de que supera ya los totales de exportación de productos tradicionales.

Al interior del sector orgánico el 33.8% de las divisas son obtenidas de las hortalizas.

La comercialización de los productos orgánicos implica una certificación de los métodos de producción empleados, la cual se realiza tanto por agencias extranjeras como por nacionales. En 1996, el 68% de las zonas de producción orgánica del país fueron certificadas por OCIA internacional de los Estados Unidos; el 18% por Naturland, de Alemania; el 10% por Oregon Tilth, de los Estados Unidos, y el resto por otras agencias. Actualmente las agencias nacionales de certificación, como Cemexpo (Ocia-México) y Certimex, han ganado espacio y reconocimiento al operar a través de contratos de cocertificación con algunas agencias extranjeras, certificando 31 mil y 41 mil ha respectivamente.

De esto ha resultado un abaratamiento de los costos de certificación, principalmente en el rubro de inspección que realizan profesionales mexicanos. Otras agencias que en la actualidad certifican productos son Quality Assurance International (Estados Unidos), Bioagricoop (Italia), e IMO control (Suiza) entre otras.

III.MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra ubicada al suroeste de Coahuila y al Noreste de Durango, localizándose en los meridianos 101° 40' y 104° 45' longitud oeste del meridiano Greenwich y los paralelos de 24° 10' y 25° 45' de latitud norte, teniendo además una altura promedio de 1,100 metros sobre el nivel del mar. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-cálido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre. (Santibáñez, 1992).

3.2 Localización del invernadero

El experimento fue establecido en la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicada en la carretera a Santa Fe y Periférico kilómetro 1.5 s/n, en la ciudad de Torreón, Coahuila.

3.3 Condiciones del invernadero

El invernadero es semicircular con una superficie de de 207 m², con estructura metálica de acero galvanizado, cubierto con polietileno transparente calibre 600 y con una malla para sombreo del 50%, en las partes frontales con películas de policarbonato, para el control climático con una pared húmeda y dos extractores ambos sincronizados con un termostato.

3.4 Preparación de macetas

Para el desarrollo y establecimiento de este experimento se utilizaron bolsas de polietileno negro, calibre 600 tipo vivero, con capacidad de 20 kg, las cuales fueron llenadas de 75 % de arena y 25% de perlita.

3.5 Material genético

Híbrido: **IL 7046 F1** de la empresa HARRIS MORAN Tomate bola de crecimiento indeterminado.

3.6 Trasplante

El trasplante se realizó 30 días después de la siembra con una altura de 15 cm, colocando una planta por maceta.

3.7 Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, con cuatro tratamientos de 10 repeticiones cada uno, considerando cada maceta con una planta como la unidad experimental.

3.8 Riego

Antes de la siembra se aplicó un riego pesado a cada maceta para eliminar las sales del sustrato, después del trasplante se aplicaba riegos de agua potable

durante la mañana y tarde (1 litro cada riego). Después de 15 días se empezó a regar con los tratamientos a evaluar.

3.9 Fertilización inorgánica

Se hizo un análisis de agua para después proceder a balancear cationes y aniones, haciendo un cálculo para 200 litros de agua.

Requerimientos de solución nutritiva Steiner

Cuadro1. Relaciones de concentraciones (Meq L⁻¹) para aniones y cationes

Aniones	% (Meq L ⁻¹)	Cationes	% (Meq L ⁻¹)
NO ₃	60	Ca ⁺⁺	45
H ₂ PO ₄	5	K ⁺	35
SO ₄ =	35	Mg ⁺⁺	20

Fuente: Steiner (1980)

Cuadro2. Cantidad de aniones y cationes en la solución nutritiva requerida en la planta de tomate.

Unidad	Elementos cationes				Elementos aniones			
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Σ	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ =	Σ
Meq L ⁻¹	9	4	7	20	12	1	7	20
Σ de Cationes - Σ de Aniones								
20-20=0								

Fuente: Steiner (1980)

3.10 Fertilización orgánica

3.10.1 Té de compost

La preparación de este fertilizante se realizó de acuerdo a la siguiente metodología:

- 1- En un tambor de 200 lt se pusieron 100 lt de agua potable, se dejó oxigenando por 24 hrs. con una bomba de aire.
- 2- Se pesaron 10 kg de composta (en una malla antiáfidos)
- 3- En una cubeta de 20 lt se puso agua a la mitad y se introdujo la bolsa de composta, haciendo un lavado para eliminar el exceso de sales.
- 4- Después de hacer el lavado se introduce la bolsa de composta a los 100 lt de agua.
- 5- Se agregan 200 gr de piloncillo como fuente de energía para los microorganismos.
- 6- La mezcla se dejó fermentar (con la bomba de aire encendida) por 24hrs.
- 7- Después de las 24 hrs. se le agregaron 100 lt de agua, para después medir la conductividad eléctrica manteniéndola de 1.5 – 3.0 dS m⁻¹ además de agregar ácido cítrico para ajustar el pH entre 5.5 a 6.5

Este fertilizante se preparó diariamente de acuerdo a la metodología de Edwards et. al, (2010).

3.10.2 Té de vermicompost

Este fertilizante se preparó diariamente durante el desarrollo de la investigación, para tal efecto se elaboró de acuerdo a la siguiente metodología de Edwards et. al. (2010). El té de vermicompost se realizó de la misma manera al té de compost.

3.10.3 Lixiviado

El lixiviado es elaborado en UAAAN UL obtenido del riego en la descomposición de estiércol bovino por lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) en el proceso de elaboración de vermicompost.

En un tambor de 200 l se pusieron 100 l y se le agregó 39 l de lixiviado, se agitó de manera constante y se le agregó agua hasta estabilizar la C.E. deseada, completando hasta los 200 litros de agua que es la capacidad del tambor, finalmente se le agregó ácido cítrico hasta estabilizar el Ph a un rango de 5.5 a 6.5.

3.12 Manejo del cultivo

3.12.1 Tutorado

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, sosteniendo cada planta con rafia, realizando esta actividad cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm, con la finalidad de mantener la planta erguida para evitar que los tallos y frutos

queden en el suelo y/o sustrato. Se realizó un amarre con la rafia en la base del tallo evitando el estrangulamiento, ajustándose conforme la planta se desarrollaba.

3.12.2 Podas

Las podas fueron realizadas de acuerdo a la fenología de la planta

- Poda de brotes axilares para conducir a un solo tallo
- Poda de hojas senescentes y enfermas
- Aclareo de frutos
- Poda intercalar, consiste en quitar una hoja por encima del fruto para que haya una mejor circulación de aire y evitar las pudriciones fungosas.

3.12.3 Polinización

Esta práctica se realizó de forma manual, durante las primeras horas de la mañana cuando el polen estaba en condiciones adecuadas para llevar a cabo la polinización.

3.12.4 Cosecha

Fue hecha una vez por semana cuando los frutos presentaban una coloración rosada; conocido como 1/3 o 2/3 de coloración.

3.13 Variables evaluadas

Las variables evaluadas: peso del fruto, diámetro ecuatorial, grosor de pulpa, número de lóculos, sólidos solubles (°Brix).

Para medir estas variables se utilizó, cinta métrica, báscula digital, tijeras para podar, vernier y refractómetro.

3.13.2 Número de lóculos

Para esta característica se partió el fruto por la mitad, contando el número de lóculos de cada fruto evaluado.

3.13.3 Peso de racimo

Se peso cada uno de los frutos seleccionados en una báscula digital, reportando su peso en gramos.

3.13.4 Diámetro ecuatorial

Para el diámetro ecuatorial se colocó el fruto de forma transversal en el vernier.

3.13.6 Grosor de pulpa

Se midió con un vernier, midiendo la parte inferior de la cascara hasta donde inicia la cavidad.

3.13.7 Sólidos solubles (°Brix)

Para esta variable se utilizó un refractómetro, colocando de dos a tres gotas del jugo del fruto sobre la pantalla de lectura y se determinaron los sólidos solubles en °Brix.

3.14 Fenología

Desde que se realizó el trasplante hasta el inicio de la cosecha se tomaron datos para observar y conocer el desarrollo del cultivo y para observar las diferencias entre los tratamientos.

3.15 Análisis estadístico

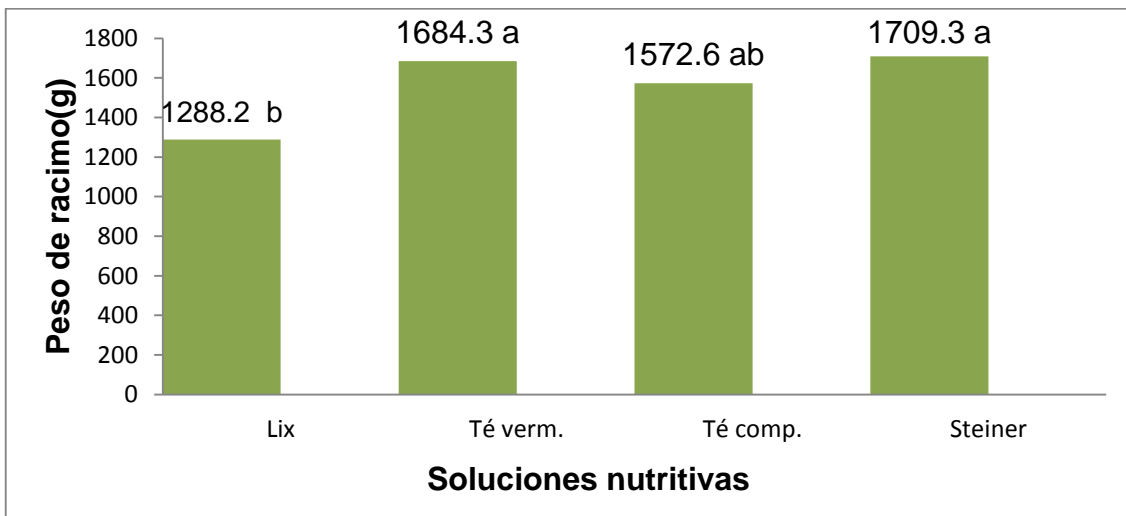
Para el análisis estadístico de los resultados del experimento se utilizó el sistema SAS 9.3 (Statiscal Analisis System, 1999).

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso de racimo

El análisis de varianza para peso de racimo presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, siendo los mejores tratamientos Steiner, con 1709.3 g y el té vermicompost con 1684.3 g, mientras que el tratamiento que obtuvo el menor peso de racimo fue el lixiviado con 1288.2 g

FIGURA 3. Peso de racimo (g) del híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola con fertilización orgánica en invernadero.



*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos

Diferencia Mínima Significativa al 0.05

Los resultados obtenidos en este trabajo superan a los reportados por Aquino (2014) al evaluar la producción hidropónica del híbrido de tomate bola (CLX 37304 F1) en invernadero, obtuvo 915.03 g de peso de racimo, mientras que en este proyecto se logró obtener 1709.3 g. cabe resaltar que en ambos trabajos el tratamiento que sobresalió fue el de la solución nutritiva de Steiner.

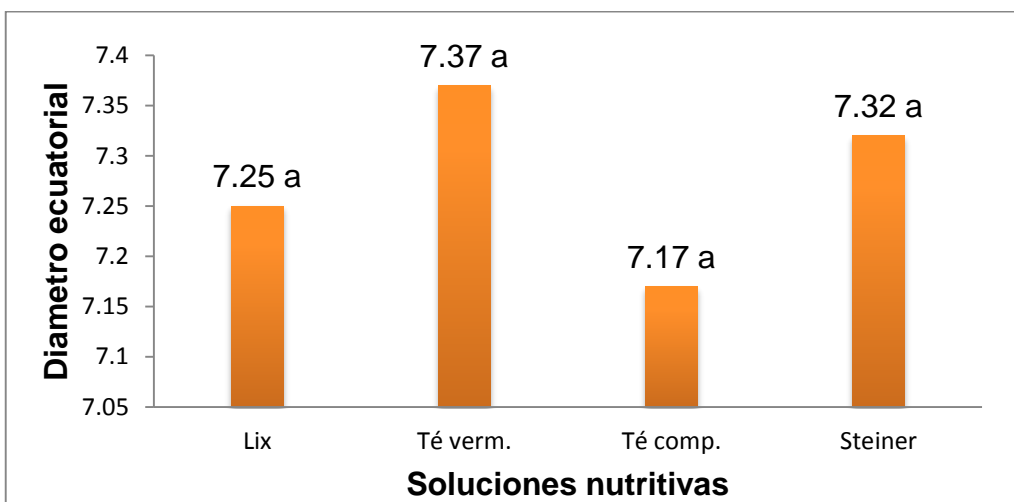
Sin embargo, en el presente trabajo el té de vermicompost, con un peso de racimo de 1684.3 g y la solución de steiner, con 1709.3 g son estadísticamente iguales.

El resultado obtenido en peso de racimo con el tratamiento de té de vermicompost, se pudo deber, de acuerdo a (Adhikary, 2012; Kentangi y Blok, 2012), que el vermicompost es un fertilizante orgánico nutritivo, rico en microorganismos benéficos del suelo, bacterias fijadoras de nitrógeno, bacterias solubilizadoras de fosfato, actinomicetos y hormonas de crecimiento, auxinas, citoquininas, giberelinas, entre otras.

4.2 Diámetro ecuatorial

El análisis para diámetro ecuatorial no presentó diferencia estadística significativa entre tratamientos, obteniéndose una media de 7.27. Sin embargo numéricamente sobresale el T₂ (Té de vermicompost) con 7.37cm, seguido del T₄ (Steiner) con 7.32 cm, y el que obtuvo un menor valor numérico fue el T₃ (Té de compost) con 7.17 cm.

FIGURA 4. Diámetro ecuatorial (cm) del híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola con fertilización orgánica en invernadero.



*Letras iguales entre columnas indican que no hay diferencia estadística significativa

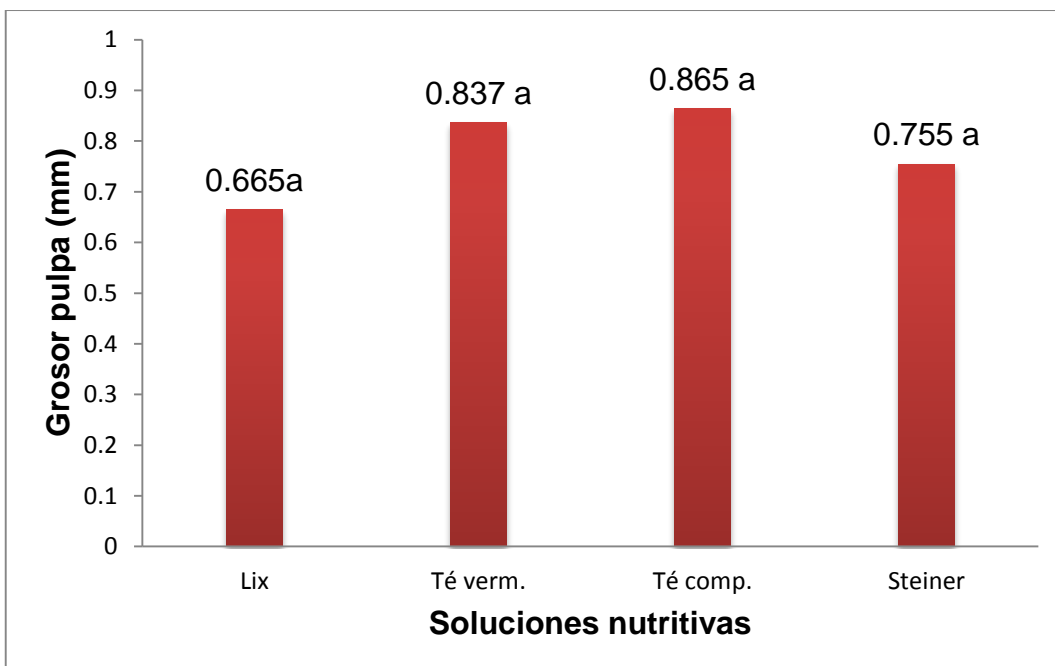
Diferencia Mínima Significativa al 0.05

Los resultados anteriores son similares a los obtenidos por Cano et al. (2004) quienes obtuvieron un diámetro ecuatorial de 7.6 y 7.5 cm para el genotipo Andre, con los tratamientos de vermicomposta al 50% y 12.5%.

4.3 Grosor de pulpa

Para la variable de espesor de pulpa el análisis de varianza no presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, se obtuvo una media de 0.780 mm, no obstante el tratamiento que obtuvo el mayor valor numérico fue el T₃ (té compost) con 0.865 mm, seguido del T₂ (té vermicompost) con un valor de 0.837 mm, y el que presentó un menor espesor de pulpa fue el T₁ (lixiviado) con 0.665 mm.

FIGURA 5. Grosor de pulpa (mm) para el híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola con fertilización orgánica en invernadero.



*Letras iguales entre columnas indican que no hay diferencia estadística significativa

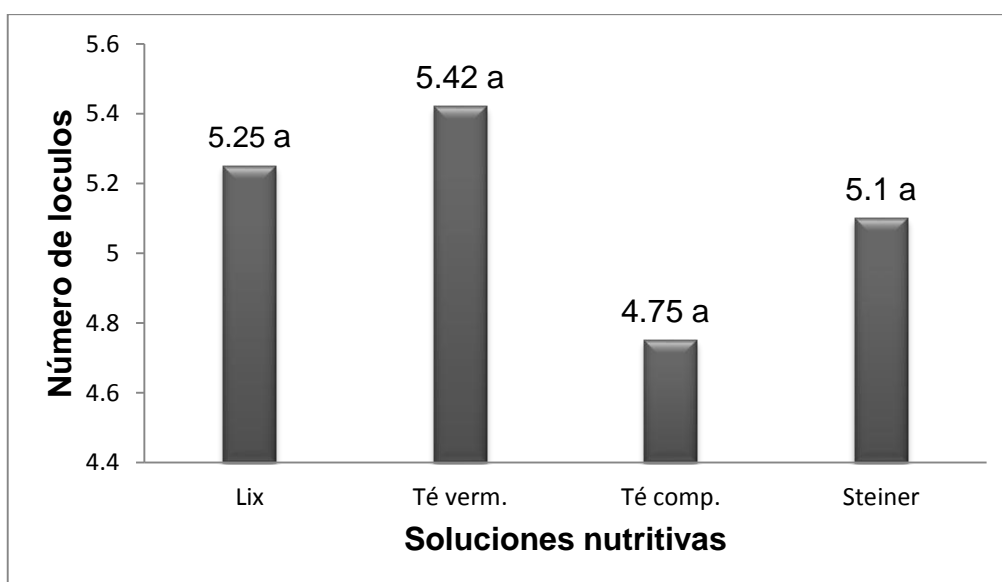
Diferencia Mínima Significativa al 0.05

Los valores promedio para grosor de pulpa resultaron superiores a los reportados por Gálvez (2015), al evaluar la producción de tomate saladette con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero obtuvo el mejor resultado para esta variable, 0.70mm, con el tratamiento a base de té de composta.

4.4 Número de lóculos

El análisis de varianza para la variable de número de lóculos no presentó diferencia estadística significativa, obteniendo una media de 5.13, sin embargo el tratamiento que presentó el mayor valor numérico para número de lóculos fue el T₂ (Te vermicompost) con 5.42, seguido del T₁ (lixiviado) con 5.25 y el que presentó el menor número de lóculos fue el T₃ (Te compost) con 4.75

FIGURA 6. Numero de lóculos para el híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola con fertilización orgánica en invernadero.



*Letras iguales entre columnas indican que no hay diferencia estadística significativa

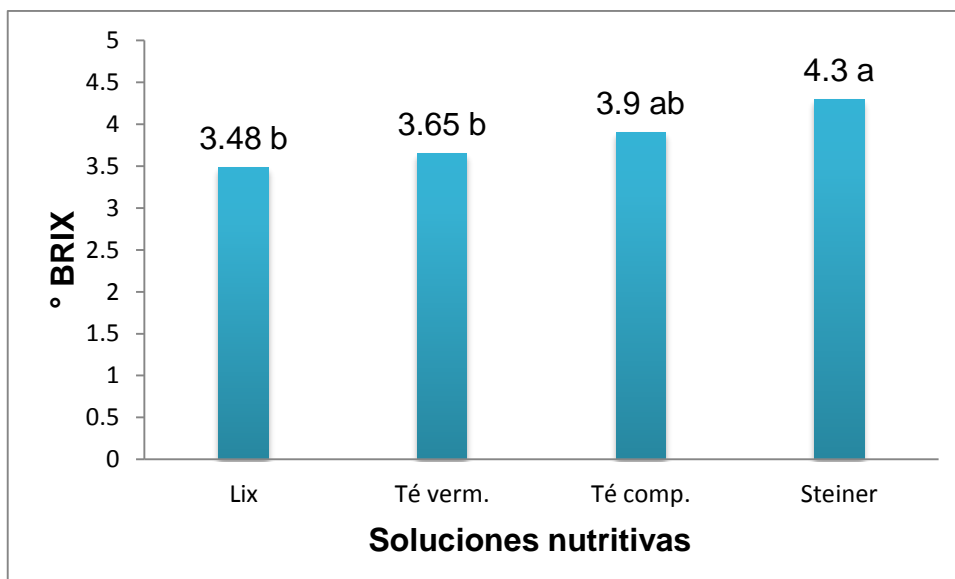
Diferencia Mínima Significativa al 0.05

Los resultados obtenidos para esta variable son superiores a los reportados por Moreno et al. (2008) quienes al evaluar genotipos de tomate en mezclas de vermicompost en invernadero reportan que el tratamiento de vermicompost al 50 y 12.4% obtuvo para número de lóculos 4.8 con el genotipo André

4.5 Grados Brix

Para la variable de Grados Brix el análisis de varianza presentó diferencia estadística significativa entre los tratamientos, siendo el T₄ el que obtiene una media de 4.3 sobresaliendo sobre los demás tratamientos, seguido del T₃ con 3.9 y el que presentó un menor valor para Grados Brix fue el T₁ (lixiviado) con 3.4.

FIGURA 7. Grados Brix para el híbrido de tomate (IL 7046 F1) tipo bola con fertilización orgánica en invernadero.



*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa

Diferencia Mínima Significativa al 0.05

Estos resultados son similares a los obtenidos por Preciado et al. (2011), al evaluar soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero para esta variable obtuvo con el tratamiento a base de solución nutritiva de Steiner 4.1 °Brix

De acuerdo con Santiago (1998), el tomate para consumo en fresco debe contener un mínimo de 4° Brix, de tal manera que el tratamiento de Steiner rebaso el valor de referencia para su consumo en fresco.

V. CONCLUSIONES

Para la producción orgánica de tomate tipo bola en invernadero la Solución Steiner y el té de vermicompost presentaron los mejores resultados para la variable peso de racimo con 1709.3 y 1684.3 g, respectivamente.

La solución de Steiner obtuvo el mayor valor para la variable Grados Brix con 4.3.

Para las variables diámetro ecuatorial, grosor de pulpa y número de lóculos no se encontró diferencia estadística significativa entre los tratamientos, sin embargo los resultados muestran que el tratamiento té de vermicomposta obtuvo los mayores valores numéricos con 7.37 cm para diámetro ecuatorial y para número de lóculos, con 5.42.

VI. BIBLIOGRAFÍA

(AARSP) Asociación de Agricultores del Río Sinaloa Poniente, 1993. Análisis de la temporada Hortícola 1992-93. Dpto. de Estadísticas y Estudios Económicos. Guasave, Sinaloa, México: 1-50.

Adhikary S. (2012) Vermicompost, the story of organic gold: A review. *Agriculture* 3: Pp.905-915

Alarcón, M. S.; Bolkan, H., (1994). Situación y Perspectiva del Tomate en México. Campbell`s Sinalopasta S. A. de C. V., Guasave, Sinaloa, México. Informe Interno.

Alarcón, M. S., (1993). Impacto del Manejo Integrado de Plagas en Cultivos de Tomate Industrial en Sinaloa. Resumen del Primer Congreso Internacional de Manejo de Plagas. Universidad Autónoma de Chapingo, México: 18-35.

Alvarado, R. B., (1991). El manejo Integrado de plagas en el Cultivo de Tomate en Sinaloa. Manual Técnico. Campbell`s de México-Sinalopasta y Departamento de Estomatología de la Universidad de California, Riverside: 250-254.

Aung, L. H. (1976). Effect of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive responses of *Lycopersicon esculentum* Mill. *J. Am. Soc. Hort. Sci.*, 101: 358-360.

Aquino, G.B. (2014) Producción hidropónica de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* mil) Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Iaguna División Agronómica. Torreón Coahuila, México

Benítez, V. 1999. **Calidad de semilla de jitomate en función de los estados de madurez del fruto y los métodos de extracción.** Tesis M. C. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 104-105 pp.

Cano, R.P., Moreno, R.A., Marquez, H.C., Rodriguez, D.N., Martinez, C.V., 2004. Producción orgánica de Tomate bajo invernadero en la comarca lagunera. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura . pp. 115-121

Calvert, A. (1972). Effects of day and night temperatures and carbon dioxide enrichment on yield of glasshouse tomatoes. *J. Hor. Sci.*, 47: 231-241.

Capulín G., J., R. Núñez E., J.D. Etchevers B. y G.A. Baca C. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. *Revista Agrociencia* 35: 287-299.

Capulín G., J., R. Núñez E., Sanchezm, J. P., Martinez, G.A y Soto, H.M. 2005. Producción de jitomate con estiércol líquido de bovino acidulado con ácidos orgánicos e inorgánicos. . *Revista Terra Latinoamericana*. 23:241-247.

Capulín.G, J.; Núñez. E, R. ;Aguilar. A, J. L; Estrada. B, M; Sánchez. G, P; Mateo. S, J. J. 2007. Uso de estiércol líquido de bovino acidulado en la producción de pimiento morrón. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 13(1): 5-11.

De Rijck, G. y E. Schrevens. 1998. Cationic specification in nutrient solution as a function of pH. *J. Plant Nutr.* 21(5): 861-870

Edwards, C.A., Askar, A., Vasco-Bennet, M. and Arancon, N. 2010. The use and Effects of Aqueous Extracts From Vermiculture Technology, ed. C.A. Edwards, N. Arancon and R. Sheman. 235-248. CRC Press, Boca Raton, FL.

Félix, G. R. (1993). Control de Tizón tardío *Phytophthora infestans* en tomate industrial considerando la influencia de algunos factores ambientales para el uso de funguicidas. Memorias XX Congreso Nacional de Fitopatología. Sociedad mexicana de Fitopatología. Resumén 31.

Fernando Nuez, (2001). El Cultivo del Tomate, 1ª Edición 1995, Reimpresión 2001, Ediciones Mundi-Prensa, España, Barcelona: 15-41, 45-87, 95-128, 191-203, 229-239, 254-308, 313-348, 627-659, 673-663, 743-766.

Galvez, G. M. (2015), Producción de tomate saladette (*lycopersicon esculentum* mil) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad laguna División Agronómica, Torreón, Coahuila México.

George, R. 1999. **Producción de semillas hortícolas**. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España.173, 213-238 pp.

Heinonen,, T.H., Sjöblom, A., Fabritius, H and Karinen. 2007. Pure human urine as good fertilizer for cucumber. Bioresource Technology. 98:214-217.

Hunziker, A. T. (1979). South American *Solanaceae*: a synoptic survey. In: <<Hawwkes, J. G.; Lester, R. N.; Skelding, A. D. (Eds.). The biology and taxonomy of the *Solanaceae*. Academic Press, New York & London>>: 4985.

Ingham. R. E. 2005. The compost Tea Breawing Manual. 5th Edition. Soil Foodweb Inc. Corvallis. Oregon USA 79p.

Jarecki, M.K and Voroney, R.P (2005). Evaluation of compost lechates for plant growth on hydroponic culture. J.Plant Nut. 28:651-667.

J. N. M. Von Haeff, (1983). Manuales para Educación Agropecuaria, Área: Producción Vegetal (16), 1ª Edición, Editorial Trillas, D.F., México: 9-53.

J. N. M. Von Haeff, Ir Johann D. Berlijn, (1983). Manuales para Educación Agropecuaria, Horticultura, Área: Producción Vegetal (15), 1ª Edición, Editorial Trillas, D.F., México: 12, 17, 18 Y 19.

Muñoz R., J.J. 2004. Formulación de la solución nutritiva. pp: 151-180. *In*: Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Castellanos, J.Z. (Ed.) 2da Edición. INTAGRI, Celaya, Gto., México.

Moreno, R.A., Gómez, F.L., Cano, R.P., Martínez,C.V., Reyes, C.J..L.,Puente,M.J.L., Rodríguez, D.N. (2008).Genotipos de tomate en mezclas de vermicompost: Arena en invernadero. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo,A.C. Chapingo, México.

Nuño, R 2007 Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali, Baja California.

Ochoa, M.E; Figueroa. V. U; Cano. R. P; Preciado. R. P; Moreno. R, A; Rodríguez. D.N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*lycopersicon esculentum* mill.) en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(3): 245-250.

Olimpia G.; Casanova A.; Laterrot H.; Anais G. 2000. Mejora genética y manejo del Cultivo del Tomate para la producción en el Caribe. Instituto de investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova” La Habana. 159pp.

Preciado,R.P., Fortis, H.M., García, H.J.L., Rueda, P.E., Esparza,R.J.R.,Lara, H.A.,Segura, C.M.A. y Orozco, V.J. 2011. Evaluación de soluciones orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Instituto Tecnológico de Torreón, México.

Rick, C. M. (1978). El tomate. Investigación y Ciencia. N.º 25: 45-55.

R. Rodríguez, J. M. Tabares Rodríguez, J. A. Medina San Juan, (1996). Cultivo Moderno del Tomate, 2ª Edición, Ediciones Mundi-Prensa, España, Barcelona: 13, 27-42.

Rincón, S. L. 1997. Características y Manejo de Sustratos Inorgánicos en Fertirrigación. I Congreso Ibérico y III. Nacional de Fertirrigación. Murcia, España

Rippy. J.F. M.; Peet, M. M.; Louis, F.J., Nelson, P. V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. Hortscience 39 (2): 223-229

SAGARPA 2010 Monografía de cultivos p.3

SAGARPA, FAO 2007 Producción de hortalizas a cielo abierto y bajo condiciones protegidas. Programa especial para la seguridad alimentaria PESA-México. 15-18 pp.

Salazar. S, E., C. Vázquez-Vázquez, J.A. Leos-Rodríguez, M. Fortis-Hernández, J.A. Montemayor-Trejo, R. Figueroa-Viramontes, and J.D. López-Martínez. 2004. Mineralización del estiércol bovino y su impacto en la calidad del suelo y la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo riego sub-superficial. Int. J. Experimental Bot.:259-273

Santiago, J. 1968, Mendoza., Borrego, F. Evaluación de tomate (*lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana.

Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, ensayo monográfico. Primera edición. Tipografías Reza. S. A. Torreón, Coahuila, México. P. 14

Sistema Anual del Comercio Exterior de México (SACEM) 1996-2000, Edición 2002, INEGI, Aguascalientes, México.

Salunkhe, D. Kadam, S. 1998. **Handbook of vegetable science and technology: production, composition, storage, and processing.** Marcel Dekker. New York. 721 p.

Tisdale S., W. Nelson, J. Beaton y J. Havlin. 2004. **Soil fertility and fertilizers.** 7ma Edición. Mac Millan Pub. Co. New York, EEUU. 205 pp.

Vallejo,F.A., 2004 Producción de hortalizas de clima cálido, Gandhi, Colombia pp.30

Véliz, G., Montás, N.T.A., Producción de semillas de hortalizas 1981. Seminario de hortalizas en el trópico.

www.infoserca.gob.mx/hortalizasnacional

www.infoserca.gob.mx/hortalizasinternacional

VII. APENDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza para la variable peso de racimo (g) en la fertilización orgánica de tomate bola en invernadero UAAAN UL 2013; Torreón Coahuila.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>
Sol. Nut.	3	446803.35	148934.45	3.44	0.065
Repetición	3	152690.41	50896.80	1.17	0.37
Error	9	390101.09	43344.56		
Total	15	989594.86			
		R ² =0.605	CV(%)13.31	MEDIA=1563.60	

Cuadro 2. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial (cm) en la fertilización orgánica de tomate bola en invernadero UAAAN UL 2013; Torreón Coahuila

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>
Sol. Nut.	3	0.09	0.03	0.31	0.81
Repetición	3	0.01	0.00	0.06	0.98
Error	9	0.87	0.98		
Total	15	0.98			
		R ² = 0.11	CV(%) 4.28	MEDIA=7.28	

Cuadro 3. Análisis de varianza para grosor de pulpa (mm) en la fertilización orgánica de tomate bola en invernadero UAAAN UL 2013; Torreón Coahuila.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>
Sol. Nut.	3	0.09	0.03	0.40	0.75
Repetición	3	0.12	0.04	0.51	0.68
Error	9	0.72	0.08		
Total	15	0.94			
		R ² =0.23	CV(%)36.31	MEDIA=0.78	

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable número de lóculos en la fertilización orgánica de tomate bola en invernadero UAAAN UL 2013; Torreón Coahuila.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>
Sol. Nut	3	1.06	0.35	1.27	0.39
Repetición	3	0.32	0.10	0.38	0.76
Error	9	2.52	0.28		
Total	15	3.91			
		R ² = 0.35	CV(%)10.33	MEDIA=5.12	

Cuadro 5. Análisis de varianza para la variable grados brix° en la fertilización orgánica de tomate bola en invernadero UAAAN UL 2013; Torreón Coahuila.

FV	GL	SC	CM	FC	Pr>
Sol. Nut	3	1.51	0.50	4.31	0.03
Repetición	3	0.35	0.11	1.02	0.42
Error	9	1.05	0.11		
Total	15	2.92			
		R ² = 0.63	CV(%) 8.92	MEDIA=3.83	