

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS EN EL CULTIVO DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum Mill.*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

Por

FABIAN GARCIA AGÜERO

T E S I S

**Presentada como requisito parcial
Para obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Torreón, Coahuila, México

marzo del 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**EVALUACIÓN DE CUATRO SUSTRATOS EN EL CULTIVO DE TOMATE
(*Lycopersicon esculentum Mill.*) BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO
P o r**

FABIAN GARCIA AGÜERO

TESIS

**Que somete a la consideración del Comité asesor, como requisito parcial para
obtener el Título de**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

COMITÉ PARTICULAR

Asesor principal:

DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

Asesor :

DR. PABLO PRECIADO RANGEL

Asesor :

M.E. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

Asesor:

M.C. LUCIO LEOS ESCOBEDO

**ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Torreón, Coahuila, México

marzo de 2008

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”
UNIDAD LAGUNA**

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

**TESIS DE ELC. FABIAN GARCIA AGÜERO QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADO POR:

PRESIDENTE

DR. ESTEBAN FAVELA CHÁVEZ

VOCAL

DR. PABLO PRECIADO RANGEL

VOCAL

M.E. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL

VOCAL SUPLENTE

ING. VÍCTOR MARTINEZ CUETO

ING. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Torreón, Coahuila, México

marzo de 2008

I.INTRODUCCIÓN

El tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*), es una de las hortalizas más importantes en el mundo, debido a su gran valor nutritivo e importancia económica. La producción mundial de tomate basada en las estadísticas anuales de producción de la FAO indica que entre Canadá, USA, México, Brasil, Chile, Argentina, España, Italia, Holanda e Israel, en 1980 y 1990 se cultivaron 2.4 y 2.8 millones de hectáreas con un volumen de producción de 52.6 y 76.0 millones de toneladas respectivamente (Biringas, 1999).

En México el tomate está considerado como una de las principales hortalizas, esto ha originado buscar mecanismos para aumentar los volúmenes de producción, donde los invernaderos, son considerados en la actualidad la mejor alternativa. La superficie cultivada ha sido variable a través del tiempo. En 1990 fue de 105, 124 hectáreas aportando 2.2 toneladas (Castellanos y Muñoz, 2003).

Unas de las grandes ventajas viene a ser la obtención de cosechas durante todo el año, dicha producción estará en función de la tecnificación del invernadero así como del cultivo en cuestión de las condiciones ambientales para lograr incrementos significativos en la productividad del cultivo, y garantizado, así que el producto obtenido cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados internacionales.

El tomate fresco se puede encontrar hoy en día en los grandes mercados consumidores durante todas las épocas del año; sin embargo. Su condición de cultivo estacional determina que se presenten oscilaciones en la calidad y sobre todo en el precio, porque fuera de las temporadas debe de ser producido bajo condiciones de invernadero.

Actualmente, existe un interés especial por los consumidores de hortalizas frescas y alimentos en general, de conocer la manera en que estas se cultivaron prefiriendo aquella de mayor calidad e inocuidad. Lo anterior origina a encontrar métodos de producción sustentables, utilizando en forma moderna los fertilizantes inorgánicos, debido a la contaminación potencial que estos representan. Una alternativa de cambio son los que proveen de elementos nutritivos y contribuyendo así a la disminución de la contaminación.

La producción de tomate en la Comarca Lagunera en 1999 al 2000 alcanzo las 568 hectáreas bajo cielo abierto y 35ha bajo condiciones de invernadero representando el 0.12% del total nacional, con un rendimiento promedio regional de 19.9 t/ha que arrojaron ingresos por 28.2 millones de pesos en el valor de la producción (Nuez, 2001).

1.1. OBJETIVOS

- Evaluar sustratos (arena-vermicomposta) en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero.
- Obtener un mayor rendimiento y mejor calidad en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero

1.2. HIPOTESIS

- Los sustratos (arena-vermicomposta) disminuyen la aplicación de fertilizantes inorgánicos y de lograr un mayor rendimiento y una mejor calidad del fruto.

1.3. METAS

- Determinar el mejor sustrato para la calidad de tomate bajo invernadero.
- Determinar el porcentaje de arena y vermicomposta óptimo para la producción de tomate de calidad bajo invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del tomate

2.1.1. Origen

El tomate es nativa de América del Sur, cuyo origen se localiza en la regiones de los andes (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres. México está considerado a nivel mundial como el centro más importante de domesticación de tomate (Nuez, 2001).

2.1.2. Clasificación taxonómica

De acuerdo a Esquinas y Nuez (2001) la taxonomía del tomate es:

Nombre común: Tomate o jitomate

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill.

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Solanales (persónate)

Familia: Solanácea

Tribu: Solaneae

Género: *Lycopersicon*

Especie: *Esculentum*

2.1.3. Características morfológicas

Las plantas de tomate cultivadas en invernadero requieren de mucho manejo, por ello es importante conocer su morfología. (Castellanos y Muños, 2003).

El tomate es de estructura herbácea como todas las hortalizas. Morfológicamente, pueden distinguirse las siguientes partes y detalles de la planta. Existen dos tipos de planta (determinadas e indeterminadas).

Determinadas: Es de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de producción precoz. Se caracteriza por la formación de inflorescencia en el extremo de ápice (Castellanos y Muños, 2003).

Indeterminadas: Estas crecen hasta alturas de 2 metros o más según el tutorado que se realice. Su crecimiento vegetativo es continuo. En un lapso de 6 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 planta tiene tallos axilares de gran desarrollo. Las técnicas culturales, se eliminan todos los brotes axilares (Manuelas para la Educación Agropecuaria, 1983).

2.1.4. Raíz

El sistema radical del tomate consta de una raíz principal y una gran cantidad de ramificaciones secundarias. En los primeros 20cm de la capa del suelo se concentra el 70% de la biomasa radical. Para la absorción y el transporte de

nutrimentos, así como el anclaje de la planta al suelo. Este sistema es de tipo fibroso y robusto, consta de una raíz principal típica de origen seminal y numerosas raíces secundarias y terciarias; la raíz principal puede alcanzar de 60cm hasta 1.8m de profundidad; sin embargo cuando la planta se propaga mediante trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, se favorece así el crecimiento de raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Garza, 1985, citado por Valdez, 1990).

2.1.5. Tallo

Castellanos y Muñoz, 2003 señalan que la planta de tomate es herbácea, perenne y relativamente de vida corta, se cultiva anual, es ramificada de tallos sarmentosos pubescentes en toda superficie, semileñosa sin dominancia apical, por racimo floral. El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos, por ello se hace importante vigilar su vigor y su sanidad; el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser de crecimiento determinado (tallos que al llegar a cierto número de ramilletes y detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los tallos secundarios los que son eliminados mediante la poda para una buena conformación de la planta. El desbrote debe ser oportuno, cuando estos alcancen 5 cm.

2.1.6. Hojas

Las hojas son de limbos compuestos por 7 a 9 foliolos, el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los foliolos es penninervia, la disposición de las hojas en el tallo es alterna y los foliolos son: peciolados, lobulados, y con borde dentado, y recubiertos de pelos granulares. El mesofilo o tejido parenquimatoso está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta una alta cantidad de estomas. Dentro del parénquima, la zona empalizada, es rica en cloro plastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, consta de un nervio principal.

2.1.7. Flores

Estas aparecen en racimos, siendo sencillos en la parte baja y posteriormente divididos y ramificados. Las flores son pequeñas, pedunculadas de color amarillo, formando corimbos axilares; el cáliz tiene 5 pétalos, que forman un tubo pequeño, los 5 estambres están soldados en estilo único que a veces sobresalen de los estambres, el ovario contiene muchos óvulos. El número de flores depende del tipo de tomate. En tomates de grueso calibre el ramillete tiene de 4 – 6 flores; en tomates el calibre mediano de 10-12 flores por ramillete y en los tomates tipo cereza o “cherry” hasta 100 flores por racimo.

2.1.8. Frutos

Castellanos y Muñoz, (2003), mencionan que los frutos de tomate son bayas carnosas con diferencias en forma (lisos, asurcado, aperado, etc.) e intensidad de coloración rojiza o amarillo, con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplanadas.

Baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del pecíolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto.

Tiscomia, (1989), cita que los fruto del tomate pertenece a los frutos simples, carnosos, indehiscentes y polispermos, y por lo tanto es una verdadera baya. Su forma y tamaño son variables, su superficie es lisa y está formado por un epicarpio delgado pero algo resistente y brillante al exterior antes de la maduración. Su olor es aromático y característico, y el sabor agridulce.

2.1.9. Semilla

Según Nuez, (2001), .La semilla del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5x4x2mm y está constituida por un embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión, cuyo desarrollo da lugar a la planta adulta, está constituido, a su vez, por la yema apical, dos cotiledones, el

hipocotilo y la radícula. El endospermo por su parte contiene los elementos nutritivos necesarios para el desarrollo inicial del embrión. La testa o cubierta seminal está constituida por un tejido duro e impermeable, recubierto de pelos, que envuelve y protege el embrión y el endospermo.

2.1.10. Contenido nutricional

Berenguer, (2003), dice que el tomate es un cultivo de alto valor comercial y una enorme importancia mundial, por la aceptación general del fruto en la alimentación y su utilización en forma muy variada, además de sus importantes cualidades organolépticas, su alto valor nutricional, contenido de vitamina c y licopeno, demostrado que esta inversamente relacionado con el desarrollo de ciertos tipos de canceres. Comparado con otro tipo de vegetales, los tomates son menos perecederos y más resistentes a los daños de transporte.

CELALA,(2003) señala la composición nutrimental del fruto de tomate.

Cuadro 2.1.Composición nutricional del fruto de tomate en 48gr de parte comestible.2008

En 48gr de parte comestible	Contenido
Calorías	35.0gr
Proteínas	1.0gr
Grasa total	5.0gr
Carbohidratos totales	7.0gr
Fibra dietética	1.0gr
Cenizas	0.6gr
Calcio	13.0gr
Fosforo	27.0mg
Hierro	40.0mg
El pH del jugo	4.0-4.5
Vitamina A(alfa y beta caroteno)	170.0iu
Acido Ascórbico (vitamina c)	20.0iu

Fuente: USDA,(2000) citado por CELALA,(2003).

2.2. Generalidades del invernadero

Rodríguez y Jiménez, (2002), señalan que en un invernadero se define como una construcción cubierta artificialmente, con materiales transparentes, con el objeto de proveer un medio ambiente climático favorable durante todo el año para el desarrollo de las plantas. Un cultivo forzado es aquel que durante todo el ciclo productivo o en parte del mismo crece en un microclima acondicionado por un invernadero. Sin embargo en el cultivo forzado también se incluyen las técnicas de manejo, la fertirrigación, la densidad de plantas y la época de siembra y la sanidad vegetal; es decir son prácticas que inciden notoriamente en los objetivos que persigue el cultivo protegido tales como incremento en la producción, precocidad y mayor calidad en la cosecha. El cultivo se orienta a la producción de las plantas de origen climático diferentes del ambiente natural donde se desea cultivarlas.

Por su parte Castellanos y Muñoz, (2003), menciona que los invernaderos se definen desde el punto de vista de los materiales de cubierta, se conciben como un sistema semicerrado, donde existe un intercambio con la atmósfera del exterior. Un invernadero puede ser considerado como un colector solar “biológico” pequeños (hojas de las plantas). Las condiciones creadas por el colector físico (material de cerramiento), tiene que ser las apropiadas para el crecimiento y desarrollo de colectores biológicos pequeños.

Nuez, (1995), señala que la Implementación de los invernaderos, ha impulsado el nuevo desarrollo de los cultivares especialmente adaptadas al cultivo protegido. Así entre la diversidad, se encuentran variedades de tomate

recomendadas para el cultivo al aire libre, otras para cultivos protegidos y en algunos casos, para uso mixto.

Rodríguez, (2003), hace referencia que en México existían aproximadamente 1,300 hectáreas de invernadero pero en el año 2005, esta superficie se incremento a 3 mil hectáreas. Por que otorgan todas las ventajas de controlar los factores climáticos y ambientales y de reducir costos de insumos y mano de obra

Castaños, (1993), menciona que la siembra de hortalizas bajo sistemas controlados, es una de las formas más eficaces que el hombre ha encontrado para evitar los efectos adversos del medio ambiente. El cultivo de hortalizas en invernadero, es una alternativa viable si se desea producir en un medio desfavorable o bien cuando se necesitan rendimientos elevados, el determinadas épocas del año.

El invernadero es un recinto favorable en el que se consigue un medio favorable para las plantas cuando las condiciones climáticas exteriores no son suficientes para su cultivo al aire libre. La estructura de un invernadero puede ser de madera o metal, y el recubrimiento de fibra de vidrio y plástico flexible (Gostingari, 1998).

2.3. Ventajas de la producción en invernadero

Carvajal et. al., (2000), mencionan que una de las técnicas empleadas en España, durante 15 años ha sido la investigación y la innovación tecnológica que permiten incrementar la producción de tomate hasta en un 300 por ciento, en la relación con el método tradicional de cultivo. señalan que al utilizar el riego por

goteo, el ahorro de agua puede ser de orden del 40% con relación al método de riego por superficie.

Según Sánchez y Favela, (2000), entre las ventajas para establecer un cultivo bajo condiciones de invernadero se destacan las siguientes:

- Programación de las cosechas de acuerdo a la demanda y precio del producto.
- Precocidad en el ciclo del cultivo, lo que hace posible el logro de hasta tres cosechas por año.
- Aumenta el rendimiento hasta en un 300%, respecto a los cultivos desarrollados a intemperie.
- Mayor calidad de frutos, flores y hortalizas, ya que estos son más uniformes, sanos y de mejor calidad.
- Ahorro de agua (riego por goteo, microaspersión y subirrigación), se puede llegar a recuperar del 60 al 80% del agua aplicada que se evapotranspira.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Siembra de variedades selectas con rendimientos máximos.
- Balance adecuado de agua, aire y elementos nutritivos.
- No se depende de fenómenos meteorológicos.

Castellanos y Muñoz, (2003), señalan que se emplea esta técnica por el elevado costo de la semilla y la necesidad de obtener un producto uniforme a un tiempo conocido y un comportamiento en cuanto a cultivo predecible. Menciona a su vez que la producción de plántulas ofrece múltiples beneficios tales como la

uniformidad y el crecimiento predecible de las plantas, reducción del tiempo al trasplante, la posibilidad de automatizar los procesos manuales y reducir las pérdidas, todo lo cual conlleva a mejorar la eficiencia y la competitividad en el mercado.

2.4. Desventaja de la producción en invernadero

Sánchez y Favela, (2000), destacan que las ventajas para producir bajo condiciones de invernadero son:

- Se requiere una alta especialización, empresarial y técnica de las personas que se dedican a esta actividad.
- Alto costo de los insumos.
- Las instalaciones y la estructura representan una elevada inversión inicial.
- Un mal manejo del invernadero o del cultivo implica fuertes pérdidas económicas.
- Es necesaria la autorización del invernadero para el control del ambiente.
- Se puede favorecer el desarrollo de enfermedades, por lo que se requerirá de aplicaciones más frecuentes de productos químicos.

Infoagro, (2003), cita que la producción del cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero ha permitido obtener frutos de mayor calidad y mayor rendimiento, en cualquier época del año, a la vez que permite alargar el ciclo de

cultivo, lo cual permite producir en las épocas del año mas difícil y por consiguiente obtener mejores precios.

2.5. Exigencias del clima

Sade, (1998) citado por Castilla, (1999), citan que el manejo racional de los factores climáticos en de forma conjunta, son fundamentales para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actualización sobre uno de estos incide sobre el resto de dichos factores.

El clima húmedo con temperaturas altas y una humedad relativa superior al 75%, es poco apropiada para el cultivo del tomate, ya que este favorece los ataques de enfermedades fungosas (Resh, (1997).

Quinteros, (1998), señala algunos inconvenientes antes de construir o comprar un invernadero y así estar preparados para enfrentar o minimizar los efectos negativos, estos son:

- Inversión inicial alta
- Alto nivel de especialización y capacitación
- Altos costos de producción
- Condiciones optimas para el ataque de agentes patógenos

Los principales factores climáticos para el manejo opimo de un invernadero son los siguientes:

2.6. Temperatura

Quinteros, (1998), cita que la temperatura tiene un gran efecto sobre la tasa de crecimiento y final de la planta. Así mismo, menciona que la luz es otro de los factores ambientales que afectan el crecimiento, donde al existir una reducción de la luz, se genera un incremento del crecimiento en la longitud del tallo.

El cultivo de tomate se adapta climas con temperaturas entre los 18 y 26°C. Las temperaturas optimas durante el dia y las noches son de 22 y de 16°C respectivamente. El tomate no resiste las heladas en alguna de las etapas de desarrollo (Burgueño, 2001).

(Sade, (1998) hace mención con respecto a que las temperaturas, (de 35°C), las plantas detienen su crecimiento y su floración, mientras que a temperaturas inferiores, entre 10°C y 15°C se originan problemas en el desarrollo y germinación. A temperaturas superiores a 25°C, e inferiores a los 12°C, la fecundación es defectuosa o nula. La maduración del fruto está influenciada por la temperatura en lo referente tanto a la precocidad como a la coloración, valores cercanos a los 10°C y superiores a los 30°C originan tonalidades amarillentas.

2.7. Humedad relativa

Burgueño, (2001), señala que cuando la humedad relativa esta en exceso existente un menor desarrollo vegetativo porque se disminuye la transpiración, además de un incremento en el aborto de flores, se aumenta la incidencia de enfermedades y persistiendo una condensación de humedad provocando el goteo.

Sin embargo cuando es deficiente la humedad relativa existe una deshidratación de los tejidos, hay menor desarrollo vegetativo por cierre de estomas, deficiente fecundación y caída de flores. Menciona que la humedad óptima ambiental para el cultivo de tomate es de un 50% con una mínima de 40% y una máxima de 60%.

2.8. Luminosidad

López, (1996), cita que una baja luminosidad puede incidir de forma negativa en los procesos de la floración, la fecundación, así como en el desarrollo vegetativo de la planta. En los momentos críticos durante el periodo vegetativo resulta interesante la interrelación que existe entre la temperatura diurna, nocturna y la luminosidad.

Resh, (1997), menciona que la luz es una variable climática fundamental, que influye en el crecimiento del tomate. Agrega que el tomate es una hortaliza exigente en luz. Durante todo su desarrollo, pero muy especial en las etapa vegetativa y de floración. Sigue mencionando que la luz interactúa fuertemente con la temperatura señala que cuando falta la luz en las primeras semanas de desarrollo del tomate afecta el rendimiento y la calidad de forma irreversible ya sea por un menor producción de hojas o por un menor numero de flores diferenciadas por racimo, por un menor peso y tamaño de los frutos formados o por mayor tiempo requerido para la maduración.

2.9. Radiación en invernadero

Según Bouzo y Garinglio, (2002), La intensidad de la radiación, el fotoperiodo y la nubosidad son los factores naturales que determinan la radiación diaria. Sin embargo, la orientación del invernadero, la forma de la cubierta y la pendiente de la misma pueden modificar la luminosidad en su interior, además de la influencia que pueden tener los materiales de la cubierta elegidos.

Castellanos y Muñoz, (2003), hace referencia a que algunos aspectos de sobre la transmisión de la radiación solar a través de la cubierta influye tanto en el balance energético del invernadero como en la actividad fotosintética del cultivo. El material de cubierta provoca una reducción en la intensidad de luz y una modificación en la distribución espectral.

Esta reducción depende principalmente del material utilizado como cubierta y de los materiales utilizados en la estructura. El material de recubrimiento tiene que favorecer la entrada de la radiación solar incidente y al mismo tiempo limitar tal entrada.

2.10. La concentración de CO₂ en invernadero

Ferreira, (2002), señala que el dióxido de carbono es el factor de producción que mas limitaciones impone en los invernaderos. Es posible añadirlo a las plantas a partir del humo del calentamiento. Sin embargo las necesidades de la planta de CO₂ y los periodos en que necesita la calefacción no coinciden. Menciona también que los factores que limitan la fotosíntesis son el agua y el CO₂, elementos base,

pero también considera la luz, fuente de energía que permite la síntesis de los azúcares.

2.11. Genotipos

Diez, (2001), menciona que uno de los mayores atractivos de los productos frente al consumidor es la diversidad de los mismos. El tomate, es considerado una hortaliza que ha alcanzado una variedad de tipos muy extensa. La preferencia por un tipo determinado son muy variadas y van en función del país, el tipo de población y el uso al que se destine.

Hay variedades con distinto aspecto exterior (forma, tamaño, color) e interior, textura, sabor y dureza, variedades para consumo en fresco o procesado industrial y dentro de estos usos principales, muchas especializaciones del producto.

Castellanos y Muñoz, (2003), hace referencia que la variedad de frutos tiene que ser del tipo de tomate que demande el mercado y el comportamiento de la vida de anaquel. Así mismo deben ser productiva tanto cuantitativa como cualitativamente las condiciones de clima, el suelo, el sistema de cultivo en la infraestructura y los medios de que se dispongan.

2.12. Requerimientos nutricionales del cultivo

Burgueño, (2001), señala que es importante considerar los requerimientos nutricionales del cultivo en base a las etapas vegetativas del mismo.

Cuadro 2.2. Valores óptimos y críticos de concentración de nutrimentos en el cultivo del tomate.2007.

Etapa Vegetativa	NO₃ ppm	P-PO₄ ppm	K %	Ca %	Mg %	Fe ppm	Cu ppm	Zn ppm	Mn ppm
<i>Floracion</i>									
Optimo	16,000	4,000	6.5	2.0	0.9	150	20	50	90
Critico	12,000	3,500	5.5	1.5	0.75	130	12	35	70
<i>Formacion de frutos</i>									
Optimo	14,000	3,500	6.0	2.8	0.85	140	20	40	80
Optimo	10,000	2,800	5.0	1.8	0.7	120	10	30	60
Critico									
<i>Producción</i>									
Optimo	10,000	3,000	5.5	3.0	0.8	120	15	35	80
Optimo	8,000	2,500	4.5	2.0	0.7	100	10	25	50
Critico									

Fuente: Burgueño, (2001).

2.13. Fertirrigacion

Castellanos y Muñoz, (2003), mencionan que la fertirrigacion, es la aplicación simultánea del agua de riego y los nutrimentos, generalmente de manera localizada y con elevada frecuencia. Con el riego localizado, se reducen las pérdidas de agua por evaporación directa y el volumen de suelo humedecido es relativamente bajo, asimismo se reduce la capacidad de almacenamiento de agua, de ahí la necesidad de aplicaciones frecuentes de un volumen bajo con esto se reducen las perdidas por escurrimiento y percolación.

Rojas, M. L. (1999), señala que la fertirrigacion, provee la frecuencia en la capacidad de nutrimentos utilizando una combinación de las necesidades de la planta, de una preferencia del productor y de las limitaciones de un sistema de riego por goteo individual.

Domínguez, (1996), menciona que la calidad del agua de riego es un aspecto importante, cuando se utiliza agua con exceso de sales que puede producir una mala disolución en las tuberías y emisores afectando la instalación. El análisis del agua de riego y la interpretación de los resultados debe considerarse desde el inicio de la aplicación. Así mismo señala que los principales parámetros a considerar son:

- Conductividad eléctrica
- pH
- Sulfatos, Cloruros, Carbonatos y Bicarbonatos.
- Calcio, Magnesio y Sodio

Diez, (2001), hace referencia a que la conductividad eléctrica (C.E.), es la facilidad que tienen algunos cuerpos sólidos o líquidos de transmitir la electricidad cuando se establece un circuito. En una solución el transporte de la electricidad se lleva a cabo en los iones de las sales disueltas, dado que los iones tienen capacidad para transmitir la corriente eléctrica. La conductividad eléctrica está íntimamente correlacionada con la suma de aniones o cationes que se determina químicamente y con los sólidos totales disueltos.

Martínez y García, (1993), señalan que la planta de tomate crece bien en la solución suelo agua con un pH de 5.5 a 6.8, con valores óptimos entre 6.0 y 6.8. En cuanto a conductividad eléctrica (CE), en general, cuando el agua contiene una conductividad eléctrica superior a 2.5 dSm cm^{-1} empiezan los problemas en la planta por el exceso de sales.

Sandoval y Amador, (2002), señalan que todos los fertilizantes utilizados en fertirrigación deben tener un grado de solubilidad que impidan las obturaciones con partículas sólidas sin disolverse. Para incorporar un fertilizante a un sistema de riego por goteo, se necesita preparar previamente una disolución concentrada (disolución madre), que es la que se inyecta al sistema de riego. Agregan que es necesario conocer el grado de solubilidad del fertilizante, con el fin de conocer la cantidad máxima del mismo que se pueda añadir a una determinada cantidad de agua. Sigue citando que la solubilidad depende de la temperatura del agua donde a mayor temperatura una mayor solubilidad. Consideran tener en cuenta que al

disolver un sólido en agua se produce una reacción endotérmica, con descenso de temperatura de la solución, lo que reduce la solubilidad.

Según Lomeli, (1999), en la fertirrigación, la frecuencia de los ciclos de riego van en relación con la naturaleza de la planta, con su estado de desarrollo, con las condiciones climáticas, con la intensidad lumínica, con la longitud del día, la temperatura y el tipo de sustrato utilizado como medio de cultivo; en condiciones de invernadero de alta intensidad lumínica y de altas temperaturas, el porcentaje de evaporación de las plantas se incrementa y como resultado la absorción de agua aumenta significativamente.

2.14. Requerimiento de Nitrógeno (N)

Magan, (2002), menciona que el nitrógeno interviene en la producción de la clorofila y el citoplasma vegetal; permite que las plantas realicen la fotosíntesis y que se fabriquen proteínas, hormonas, vitaminas y enzimas. Su deficiencia, detiene el crecimiento, amarillaamiento de las hojas, las que se marchitan y terminan por caerse, tallos delgados, reducción en la cosecha, plantas mal desarrolladas, escasa altura, entre nudos cortos, y flores más pequeñas de lo normal. La deficiencia se presenta en las hojas inferiores.

2.15. Requerimiento de Fósforo (P)

Samperio, (1999), menciona que el fósforo interviene en el crecimiento y la formación de las semillas. Es una parte esencial que constituye las nucleoproteínas, participa en la división celular, ayuda al metabolismo y permite que las flores se transformen en frutos. Su deficiencia se marca en la

acumulación de sustancias grasosas, dificulta la transformación de almidones en carbohidratos y retrasa el desarrollo de la planta. Dicha deficiencia se presenta en los márgenes de las hojas en forma de un color purpura y a si avanza hacia el interior de la hoja, causando la muerte con el paso del tiempo.

Según Rojas, (2000), el Fósforo está presente durante todo el ciclo del cultivo, ya que interviene en el crecimiento, en la formación de semillas, en la fotosíntesis, en la formación temprana de raíces e incrementa la eficiencia en el uso del agua. Es una parte esencial que constituye las nucleoproteínas, participa en la división celular, ayudando al metabolismo, y permite que las flores se transformen en frutos. Señala que los cultivos manifiestan elevadas exigencias de Fósforo al inicio del crecimiento y en las fases de brotación y floración.

Sherman, (1997), señala que el fósforo es vital en el crecimiento vegetal, también se encuentra en el almacenamiento y la transferencia de energía. Sin embargo la formación de Adenosin trifosfato (ATP) que contiene uniones fosfato de "alta energía", tiene una enorme importancia en el metabolismo vegetal. Otros compuestos de los cuales forma parte el Fósforo son los ácidos nucleicos, los fosfolípidos y las coenzimas NAD y NADP. El Fósforo es absolutamente esencial, aunque, en los tejidos vegetales se encuentra presente en cantidades mucho menores que los otros elementos como el Potasio y el Nitrógeno.

2.16. Requerimiento de Potasio (K)

Samperio, (1999), señala que el potasio, origina la germinación, participa en el metabolismo de la planta; ayuda en la formación de los carbohidratos y mejora la calidad de los frutos. Cuando existe deficiencia de este elemento, la planta no elabora almidones, tampoco proteínas, escasa producción de materia seca y una deficiente división celular. La deficiencia se manifiesta; en los márgenes de las hojas, en estas se manifiesta una clorosis de tipo amarillo y seguido seguido de la muerte de las hojas, en esta se manifiesta las hojas en un color chamuscado, se presenta en las hojas inferiores.

Castaños, (1993), cita que el Potasio forma parte de los constituyentes de las plantas, tales como proteínas, clorofila, grasas y carbohidratos. Éste elemento proporciona un mayor vigor y resistencia a las enfermedades, regula las condiciones de agua dentro la célula de la planta y las pérdidas de agua por transpiración; actúa como acelerador de la acción de las enzimas.

2.17. Requerimiento de Calcio (Ca)

Samperio, (1999), menciona que cuando existe un exceso de nitrógeno en la planta, se forma muchas proteínas y se producen ácidos como el ácido oxálico; por lo que se requiere una mayor cantidad de Calcio, pues este elemento contrarresta la acidez. Su ausencia eleva la producción de almidones y da lugar a que se formen hojas deformes de márgenes amarillentos. Así mismo. Mueren con gran porcentaje de alimenticias.

Lara H., A. (2000), menciona que el Calcio, es absorbido por la planta en forma de ion Calcio (Ca^{2+}), por ser un elemento de naturaleza estructural, constituye un componente de las paredes y las membranas celulares. Se ha encontrado en trabajos de investigación que contrarresta los efectos tóxicos del ácido oxálico al formar oxalato de Calcio en las vacuolas de las células. Este elemento una vez que se deposita en los tejidos de los vegetales, ya no es posible removerlo, por lo que los tejidos jóvenes son los primeros en ser afectados cuando existe deficiencias de este elemento

Según Rojas, (2000), los síntomas más comunes que se presentan por la falta de calcio en la planta son:

- Una menor síntesis de proteínas en la planta
- Las raíces deficientes en Calcio con frecuencia se tornan negras y mohosas.
- Las hojas y otros tejidos manifiestan síntomas muy claros ya que el Calcio no es traslocado dentro de la planta.

2.18. Requerimiento de Magnesio (Mg)

Samperio, (1999), cita que el Magnesio constituye en la síntesis de la clorofila. Su deficiencia no permite la formación de enzimas y el pigmento clorofílico, y que confiere a las hojas un color amarillento. La clorosis se manifiesta en una forma en que los nervios de las hojas presentan un color verde, mientras que el limbo de las hojas muestra un color amarillo y las hojas se arrugan. La deficiencia se manifiesta en las hojas inferiores de la planta, estas son pequeñas,

con un peciolo corto. En las últimas fases aparecen zonas muertas entre los nervios de las hojas.

Escudero, (1993), cita que el magnesio lo absorben las plantas en forma de ion Magnesio (Mg^{2+}) y se caracteriza por su posición central en la molécula clorofílica. Sin embargo gran parte de este elemento que se encuentra en los tejidos foliares no forma parte de las moléculas de clorofila. Se cree que el magnesio adicional actúa en los cloroplastos como un activador de las enzimas, permitiendo una gran diversidad de reacciones, especialmente las que se refieren a la transferencia de energía.

2.19. Requerimiento de Azufre (S)

Lara H., A. (2000), indica que este elemento esta presente en toda la planta e interviene en la formación de proteínas, aminoácidos, enzimas, y vitaminas. Su falta limita el crecimiento de la planta y se manifiesta en la parte superior de la planta. Clorosis que presenta que difiere de otros tipos de clorosis por que los nervios se tornan de color amarillo; mientras que el limbo de las hojas permanece verde. La planta es de menor altura.

2.20. Requerimiento de Hierro (Fe)

Según López, (1994), el hierro se absorbe en forma ferroso (Fe^{2+}) y como quelatos, interviene en muchas proteínas como la Catalasa, en los Citocromos (a, b, c), en la Ferredoxina (fotosíntesis), en el Ferricromo y peroxidasa.

La deficiencia de hierro, se debe por lo regular a la presencia de un pH alto o una mínima aireación del suelo. (Etchevers y Guzmán, 1995).

Rojas, (2000), señala que las causas de deficiencia de hierro en las plantas son varias y estas son causadas por un desbalance de metales, (molibdeno, cobre o magnesio) y por otros factores como el exceso de fósforo en el suelo y una combinación de un pH alto en los suelos, con altos contenidos de carbonatos.

Según Miranda y Hernández, (1999), los síntomas de deficiencia de hierro en la planta se muestra como una clorosis entre las nervaduras muy pronunciadas parecida a la deficiencia de magnesio con la diferencia de estar situada en las hojas jóvenes.

2.21. Requerimiento de Cobre (Cu)

Según López, (1994), este micro elemento es absorbido por las plantas como catión (Cu^{2+}), y desempeña acciones catalíticas en las plantas en diversas enzimas (poli fenol oxidasa y ácido ascórbico oxidasa).

Las causas de deficiencia del cobre están determinadas por las cantidades en el suelo y por las condiciones del mismo en cuanto a pH y materia orgánica. Los síntomas de deficiencia son: frutos de forma irregular, manchas pardas o rojizos en la superficie de los frutos y aspecto clorótico y marchites de las plantas (Rodríguez, 1996).

2.22. Requerimiento de Zinc (Zn)

López, (1994), hace referencia que el Zinc es absorbido en forma cationica (Zn^{2+}) y en cantidades pequeñas. Y menciona que la planta lo utiliza en muchas enzimas como: Deshidrogenada, Peptidasas y Proteínas. Una deficiencia del Zinc posiblemente repercute en el ARN y en los ribosomas.

Rodríguez, (1996), menciona los tomates son muy susceptibles a la deficiencia de zinc. Otros de los síntomas de deficiencia más notorios son: entre nudos cortos, hojas terminales pequeñas y yemas con escaso vigor vegetativo.

2.23. Requerimiento de Boro (B)

López, (1994), cita que el Boro es absorbido en forma de borato y suele estar en una concentración de 0.1 a 2.5 ppm en el suelo. La cantidad de Boro en las plantas es variable y puede ser toxico en exceso. El Boro facilita el transporte de azucares a través de la membrana; también se afirma que este elemento involucrado en la síntesis de auxinas y una deficiencia las hojas tienden a engrosar y oscurecerse, los meristemos de vástagos y raíces mueren.

2.24. Densidad de población en invernadero

Según Howards, (1997), el sistema de producción con altas densidades de población por unidad de superficie (4.5 plantas/m^2), requiere de un manejo particular de la plantación en espacio y tiempo para programar y concentrar la producción en breves intervalos de tiempo en que los precios de venta son muy elevados. La tendencia en los intervalos ha sido de 3 a 2 plantas/ m^2 . El principal

problema de las altas poblaciones es riesgo de enfermedades por exceso de follaje y el alto porcentaje de humedad relativa que se genera.

2.25. Poda del cultivo

Es recomendable eliminar tanto las hojas senescentes como las hojas enfermas, con el objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos. Dichas hojas enfermas, con el objeto de facilitar la aireación y mejorar el color de los frutos. Dichas hojas deben sacarse inmediatamente del invernadero, eliminando así posible fuente de inóculo, las hojas se desprenden arrancándolas bruscamente hacia arriba del ramillete maduro a la vez, a fin de no afectar la planta y proteger el fruto del sol lo más posible y tener un buen crecimiento vegetativo y producción de fruto (Horward, 1997).

Esta actividad consiste en la eliminación de los brotes terminales de los tallos que se han dejado como guías, por encima del piso productivo que se considere económicamente importante. Con el despunte se regula y acorta el ciclo vegetativo, determinando la longitud de la planta. Indirectamente esta práctica puede repercutir en un incremento del tamaño de los frutos formados (Hoyos, P. y A. Duque, 2002).

- Regular y dirigir el desarrollo de la planta.
- Lograr mas eficiencia del control sanitario.
- Facilitar el guiado.
- Obtener mayores rendimientos, tanto de calidad, como de volumen.
- Mejorar aireación y evitar incidencia de enfermedades

2.25.1. Poda de un tallo: Castilla, (2001), menciona que consiste en la eliminación de todos los brotes axilares del tallo principal, permitiendo el crecimiento indefinido de este hasta su eventual despunte.

Por su parte Anderiini, R, (1994), indica que las ventajas de la poda a un tallo son una mayor precocidad de producción, una elevada producción, una mayor homogeneidad y mayor calibre.

2.25.2. Poda de hojas: Anderiini, R, (1996), Cita que esta poda se realiza mediante la eliminación de todas o algunas hojas, principalmente viejas o enfermas, por debajo del primer racimo que permanezca sin cosecharse, continuando con esta práctica conforme se va cosechando los siguientes racimos, hasta una altura de 40 a 50cm

2.26. Aporcado

Practica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El aporcado de plantas lleva como finalidad evitar el encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999)

2.27. Tutorado

Canovas, (1993), menciona que es una práctica impredecible que se realiza para mantener la planta erguida y evitar que las hojas y sobre todo los frutos toquen el suelo, mejorando así la aireación general de la planta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales esta actividad en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. La

planta se supone mediante un hilo, sobre el que se va enrollando el tallo principal conforme va creciendo, a modo de carrete que permite soltar el hilo, y continuar indefinidamente con la parte productiva de la planta erguida en la misma altura.

Infoagro, (2003), cita que es una actividad en la cual la sujeción suele realizarse con hilo de propileo (rafia) sujeto de un extremo a la zona basal de la planta (liado, anudado o sujeto mediante anillos) y de otro a un alambre situado a una altura por encima de la planta de 1.8 a 2.4m, sobre el suelo.

2.28. Polinización

Jaren y García, (1992), refieren que los tomates son polinizados normalmente por el viento cuando crecen al aire libre, pero en invernaderos; el movimiento del aire es insuficiente para que las flores se polinicen por sí mismas, considerándose esencial la vibración de los racimos florales para obtener así una buena polinización. Los vibradores se acercan durante breves segundos a las ramas portadoras de los racimos florales. La planta de tomate es autogama en un 95 – 99%, por lo que la polinización cruzada varía del 0.5 al 5% y es favorecida principalmente por los insectos. El estigma receptivo puede estar desde 1 a 2 días antes de que ocurra la dehiscencia y permanece así, hasta 8 días después donde las anteras se abren entre 1 a 2 días después de que ocurre la antesis, favoreciéndose la polinización mediante la caída directa de los granos de polen sobre el pistilo (Garza, 1985).

Según León, (2001) el uso de abejorros en la polinización del tomate, incrementa considerablemente el rendimiento y una mayor proporción de frutos grandes comparados con los de polinización a mano o sopladores. Las colmenas deben instalarse al comienzo de la floración del primer ramillete.

Jaren y García, (1992), menciona que los trabajos sobre polinización han demostrado que una humedad relativa del 70%, es la mejor condición para la polinización y el cuajado de fruto; por su parte, una humedad más elevada genera un polen húmedo y pegadizo, con excepción del medio día.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Localización del experimento

El presente trabajo de investigación se realizó durante el periodo Enero – Agosto del año 2007 en el invernadero # 1 de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México. La región Lagunera se localiza en la parte suroeste del estado de Coahuila se ubica entre las coordenadas geográficas 103° 25 57" de longitud Oeste del meridiano de Greenwich y 25° 31 11" de latitud Norte con una altura de 1123 msnm(CNA, 2002).

3.2. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y 30 repeticiones donde la unidad experimental se conformó por una planta de tomate (Figura 3.2). Los tratamientos de estudio fueron: el uno fue el testigo con el 100% arena de río (T1), el dos con un 50% de composta y un 50% de arena de río (T2), el tres con un 75% de composta y un 25% de arena río (T3), el cuatro con un 25% de composta y un 75% de arena de río (T4) respectivamente.

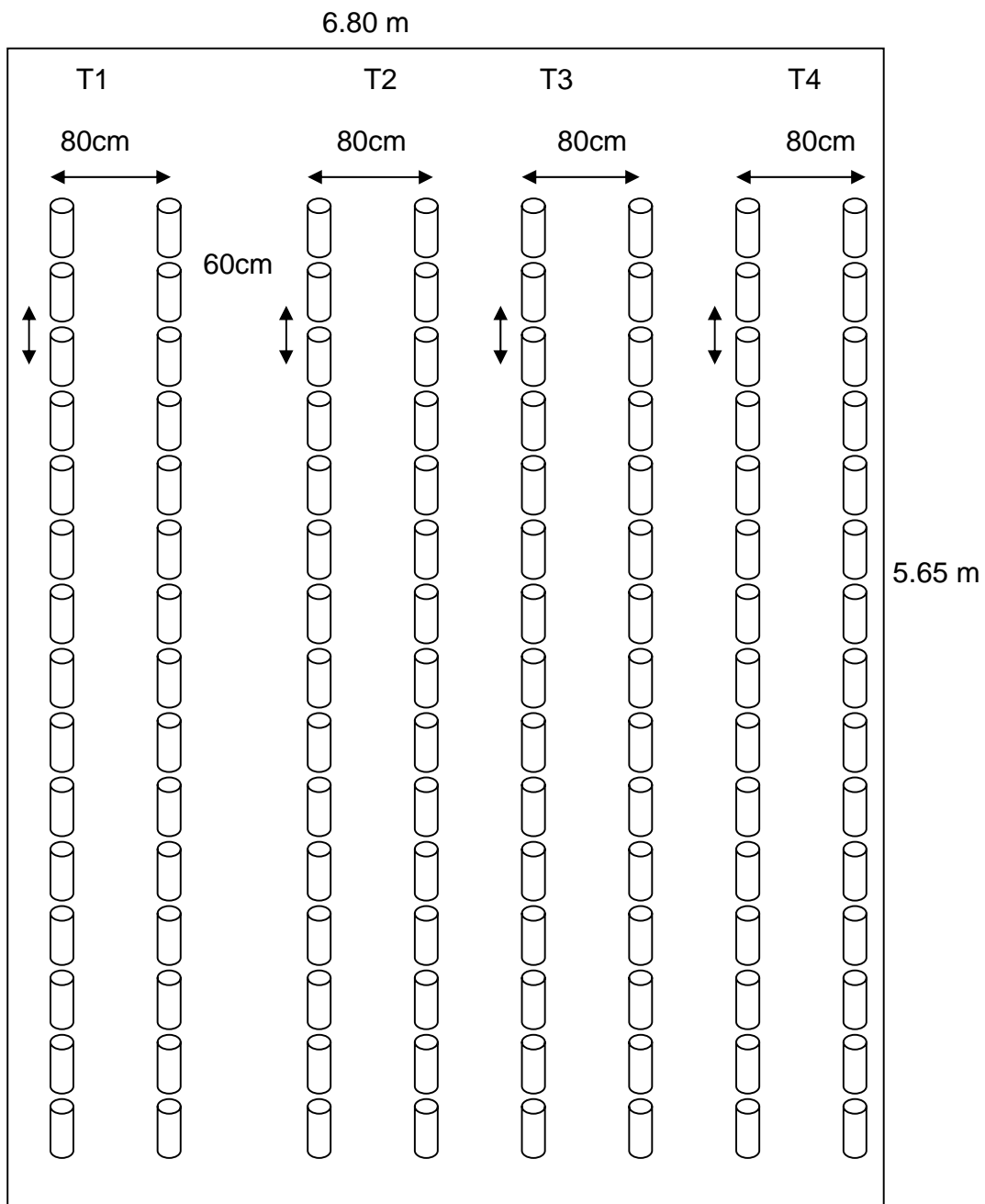


Figura # 3.2. Distribución de los cuatro tratamientos de estudio dentro del invernadero #1 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. 2007. El tamaño del área experimental fue de 38.42 m², ubicando cuatro hileras a una distancia de 80 cm, 60 cm entre macetas experimentales (3.3).

3.3. Desarrollo del experimento

3.3.1. Selección de híbridos de tomate

Se selecciono un hibrido de tomate denominado Juan pablo, el que es de la preferencia de los agricultores del estado de Michoacán por sus características de alto rendimiento bajo condiciones de invernadero. De hábito indeterminado, el fruto es del tipo saladette con una coloración rojo intenso.

3.3.2. Siembra en charola

La siembra se realizó en una charola de unicel de 200 cavidades, donde antes de sembrar se humedeció el sustrato (peat most), depositándolo en las cavidades o celdas, antes se saturo con agua el sustrato orgánico denominado "Peat mosst", depositándolo en cada una de las cavidades de la charola posteriormente se realizaron pequeños orificios para depositar una semilla por cavidad, seguido de la colocación de una capa ligera de material orgánico para cubrir dicha semilla finalmente se cubrió la charola con plástico negro y se colocó dentro del invernadero #1. Esta actividad se realizo el día 7 de enero del año 2007.

3.3.3. Acondicionamiento y tipo de invernadero

Las actividades de acondicionamiento del invernadero #1 se realizaron del 17 de enero al 11 de febrero del 2007

- Limpieza de la pileta.
- Eliminación de malezas (zacate) en el exterior e interior del invernadero.

- Limpieza de la pared húmeda utilizando una solución de 10 litros de agua, mezclado con 1 litro de vinagre normal.
- Estirado de alambre para el tutoreo de plantas.
- Encalado en la base del invernadero (interior y exterior).
- Colocación de goteros para el fertirriego.
- Limpieza para de tambos para la preparación de soluciones nutrimentales.

El invernadero presenta las siguientes medidas: 23m de largo, 10m de ancho y 4.5m de altura. La estructura es tubular redonda, complementada con postes de PTR , cubierto con plástico de calibre 800.

3.3.4. Trasplante

El trasplante se realizo el día 23 de febrero del año 2007. Cuando la planta alcanzo una altura promedio de 12 cm, presentando de 5 a 6 hojas verdaderas. La plántula se saco de la charola de unicel con cuidado y depositándola en las macetas de plástico (10 Kg). Se consideraron las plantas mas homogéneas en altura y numero de hojas.

3.3.5. Mezcla de sustratos

Para la mezcla de sustratos correspondientes a los cuatro porcentajes a considerar, los que fueron a base de vermicomposta y arena de rio cribada.La mezcla se realizo en el area del sombreadero, realizando también el llenado de bolsas.

3.4. Variables a evaluar en la etapa vegetativa

3.4.1. Agua de riego

La aplicación de riego inicial se realizó diariamente con un gasto de 255 ml de solución (arrancador) para los cuatro tratamientos para el cultivo del tomate, el contenido era de Nitrato de Amonio al (33%-00-00) a razón de 214 g en 200 Lit. De agua esta dosis al 30%. A los treinta días del trasplante se realizó una solución nutritiva a base de 60 ml de Acido Fosfórico, 22.8 g de Nitrato de Calcio, 108.40 g de Nitrato de Magnesio, 141.80 g de nitrato de Potasio, 3.5 g de Maxiquel (elementos menores), esta solución nutritiva se maneja para los cuatro tratamientos hasta el final del ciclo del cultivo de tomate. A los 30 días del trasplante el volumen de solución nutritiva para cada planta fue de 500 ml a los 60 días del trasplante el volumen se incrementó a 1L De solución por planta, a los 75 días de trasplante el volumen de solución nutritiva se aumentó a 2 L diarios.

3.5. Variables a evaluar en la etapa reproductiva

3.5.1. Altura de planta

La altura de la planta, se realizó cada 8 días considerando esta desde la superficie del sustrato hasta la última hoja formada, se utilizó una regla de 30cm.

3.5.2. Numero de flores

El número de flores se contabilizaron cada 8 días en cada uno de los racimos de todos los tratamientos de estudio y así poder definir cuantas flores abortaban y cuantas flores amarraban.

3.5.3. Numero de frutos cuajos

El conteo del número de frutos se realizo cada 8 días, para determinar asi cuantos frutos abortados y cuantos frutos amarrados.

3.6. Preparación de solución nutrimental

Con respecto a la preparación de la solución nutrimental se realizaba cada 3^{er} día utilizando los fertilizantes descritos en el cuadro 3.6. Mezclados en 200 Litros de agua.

Cuadro 3.6. Cantidades de fertilizantes empleados en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero U A A A N- UL. Ciclo primavera-verano 2007.

Ac. Fosfórico	41.2 mL*
KNO ₃	141.80 g
Ca(NO ₃) ₂	22.8 g
Mg(NO ₃) ₂	108.40 g
Maxiquel	3.5 g

3.7. Polinización

La polinización del cultivo, se realizo de forma manual de las 12pm hasta las 3pm de la tarde, mediante movimientos ligeros al tallo de la planta para su auto polinización.

3.8. Tutorado de plantas

El tutorado de plantas se realizo a los 19 días después del trasplante utilizando rafia de 3.17m de longitud amarrado de la base de la planta hasta un alambre atirantado, localizado a 3 metros de altura.

3.9. Poda de brotes axilares

La poda de brotes axilares se realizo a los 25 días después del trasplante posteriormente fueron realizados cada 15 días.

3.10. Poda de hojas basales

Esta se realizo a los 30 días después del trasplante utilizando tijeras de podar las que se dejaban en una solución de agua con cloro durante 2 horas.

3.11. Plagas y Enfermedades

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron algunas plagas y enfermedades.

3.11.1. Plagas

Plagas que se presentaron en el desarrollo del cultivo fue mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), se controlo MALATHION 500 con una dosis de 6.7ml/12L de agua, se aplico THIODAN (endosulfan) en dosis de 150ml por 20 Litros de agua.

3.11.2. Enfermedades

Se presento un porcentaje muy bajo de tizon temprano a los 2 meses después del trasplante se controlo aplicando RIDOMIL BRAVO, con una dosis de 50gr por 20 Litros de agua.

3.12. Obtención de muestra y analizas de la composta

Se recolectaron 2kg de composta a utilizar en el sustrato la que se llevo al departamento de suelos de la UAAAN-UL a realizarse las pruebas necesarias.

3.13. Obtención de muestra y agua de riego

La muestra del análisis del agua de riego se tomo directamente de una de las llaves y se traslado hasta el laboratorio de suelos en la UAAAN-UL para el analizas correspondiente.

3.14. Análisis vegetales

Se recolectaron dos muestreos vegetales en el cultivo de tomate

3.14.1. Primer muestreo vegetal

Este se realizo a los 3 mese después del trasplante se tomaron 6 plantas al azar por tratamiento, se obtuvo un racimo de hojas por planta entre el 4^{to} y 5^{to} racimo floral después se realizo un lavado con solución neutra, se dejaron secar en papel, posterior mente se realizo la separación de hojas de los peciolos, se colocaron en bolsas de papel, se realizo un segundo secado en la estufa por 24horas a una temperatura de 75°C, se molieron y se llevo la muestra correspondiente biratirro de la sociedad corporativa Agropecuaria.

3.14.2 Segundo muestreo vegetal

Después del primer muestreo se realizo el segundo muestreo vegetal a los 2 meses posteriores entre el 7^o y 8^o racimo.

3.15. Cosecha de frutos

La cosecha de frutos se inicio cuando estos presentaron un color rosado en el ápice del fruto o rojo promedio de entre el 30% pero no más del 60% la cosecha se realizaba cada tercer día. Hasta el octavo racimo floral.

3.16. Variables de calidad

3.16.1. Color

Respecto a la variable color de fruto, se utilizo la tabla de colores internacional. El fruto se colocaba a un lado del color seleccionado para obtener así su color predominante.

3.16.2. Por ciento de azucares (°Brix)

El por ciento de azucares se determino, partiendo el fruto por la mitad, después se calibro el refractómetro colocando unas gotas de agua destilada hasta obtener cero en la escala del instrumento, posteriormente se limpio con papel secante, se colocaron unas cuantas gotas del jugo del fruto en el refractómetro se cubrió con la tapa y se tomo la lectura correspondiente en la escala que se localiza en el interior del refractómetro.

3.16.3. Diámetro polar

Esta variable se determina midiendo el fruto extremo a extremo (a lo largo), con un instrumento denominado vernier o pie de rey.

3.16.4. Diámetro ecuatorial

Con respecto a la variable diámetro ecuatorial esta se realizo midiendo el fruto con un vernier o pie de rey lo ancho del fruto mm.

3.16.5. Numero de lóculos

Esta variable se determino partiendo el fruto por la mitad y contabilizando las cavidades que tienen en el interior. Entre más lóculos tenga el fruto tendrá una mayor vida de anaquel.

3.16.6. Grosor de pulpa

Para determinar esta variable se uso una regla graduada de 30cm, se parte el fruto y se mide el grosor de la pulpa en mm.

3.17. Producción de materia seca

Para la materia seca, se considero tanto hojas, raíces como tallos secados a la estufa a 75°C durante 24 horas.

3.17.1. Raíz

El peso de raíz se determino al final del ciclo del cultivo y este se obtuvo quitando la arena del contenedor y separando las raíces, las que se colocaron en una bolsa de papel, realizando el etiquetado de numero de tratamiento y repetición, posteriormente se llevaron al laboratorio para secarlas en la estufa a una temperatura de 75°C durante 24 horas.

3.17.2 Tallo

La biomasa del tallo, se realizo al final del ciclo del tomate después de haber eliminado las hojas; el tallo se corto al raz de la superficie, Después se fracciono cada una de ellas, luego se colocaron en las bolsas de papel con su numero de tratamiento y repetición. Por último se llevaron al laboratorio para poner a secar en la estufa a una temperatura de 75°C en 24 horas. Finalmente se peso cada una de las bolsas utilizando una báscula digital con capacidad de 500 g registrando los datos correspondientes.

3.17.3. Hoja

Para determinar el peso seco de hojas, se colocaron en una bolsa de papel, colocando el número de tratamiento y su repetición, después de realizar esta actividad se llevaron al laboratorio y se pusieron a secar en la estufa a una temperatura de 75°C durante veinticuatro horas. Finalmente se realizo peso correspondiente, para ello se utilizo una báscula digital registrando los datos correspondientes.

3.18. Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizo el programa de SAS Versión 1997

3.18.1. SAS versión 1997

Primero se ordenaron los datos en el programa Excel y posteriormente se corrieron dichos datos, obteniendo así los análisis de varianza y las tablas de medias correspondientes.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

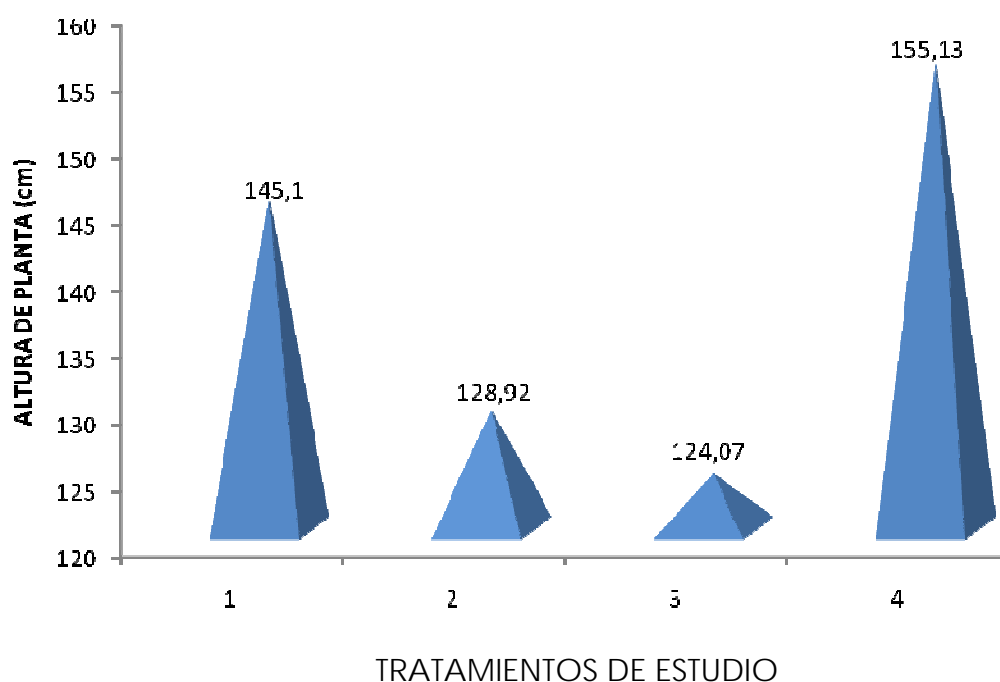
4.1. Etapa vegetativa

Los resultados encontrados para las variables en mención en la etapa antes descrita, se describen a continuación.

4.1.1. Altura de planta

Con respecto a la altura de plantas, se encontró un valor medio para cada uno de los tratamientos de estudio (Figura 4.1). El mejor tratamiento, fue el T4 con una altura media de 155.13 cm, siguiéndole el T1 con una altura media de 145.1 cm y los peores fueron el T2 con 128.92 cm y el T3 con 124.07 cm.

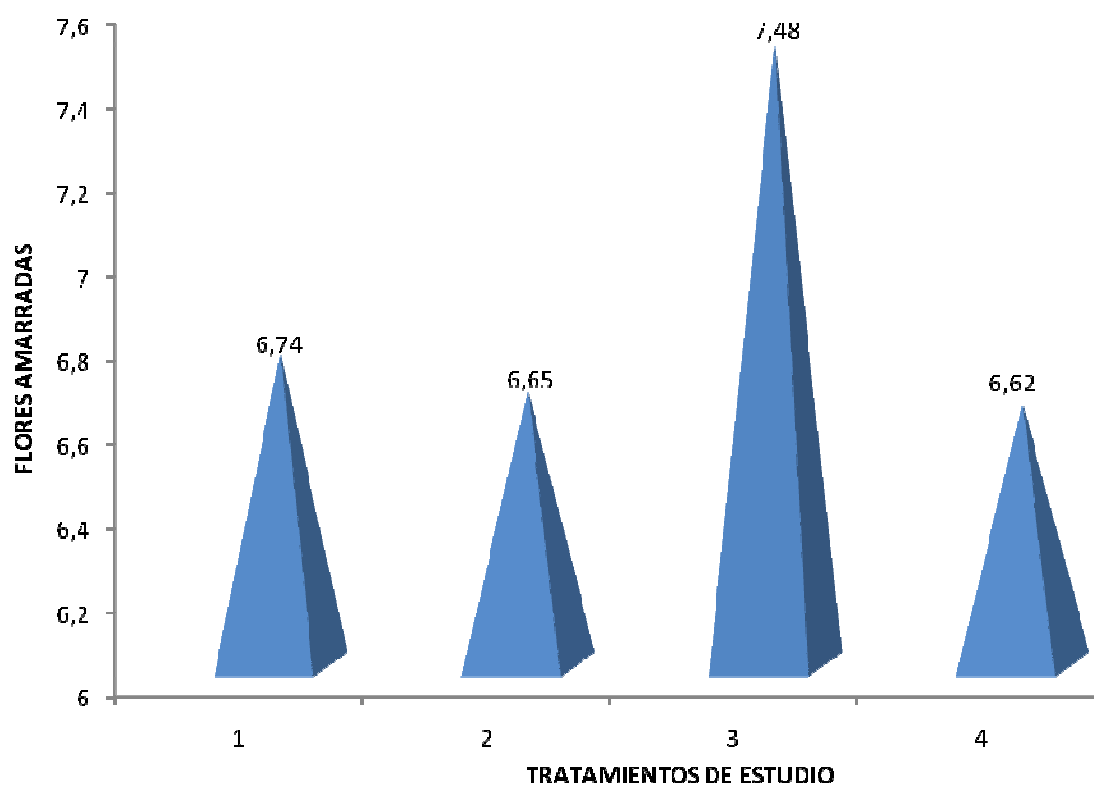
Figura 4.1. Valores medios para la variable altura de plantas en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.1.2. Numero de flores

Para la variable número de flores, el mejor tratamiento fue el T3, con 7.48 flores por racimo, seguido por el T1, con 6.74 flores. El T2, con 6.65 flores y finalmente el T4, con 6.62 flores respectivamente (Figura 4.2.).

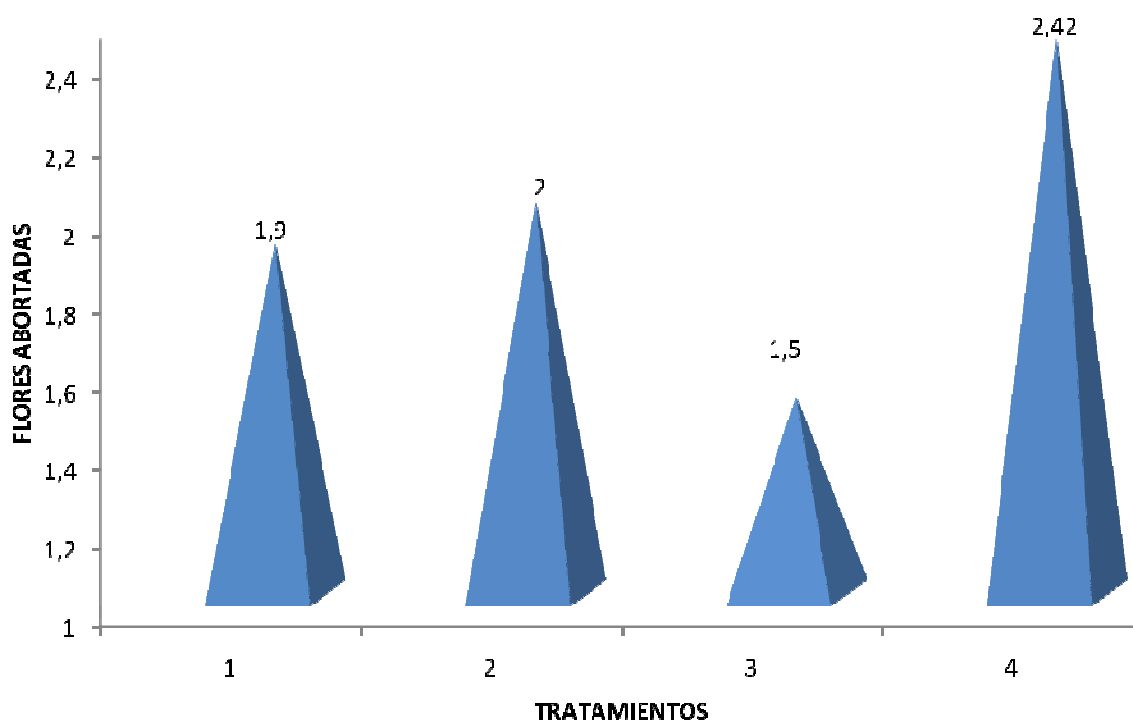
Figura 4.2. Valores medios para la variable numero de flores en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.1.3. Numero de flores abortadas

El resultado para esta variable de estudio arroja que el mejor T4 presentando el mayor numero de flores abortas por racimo (2.42) posteriormente el T2 con 2.0 flores abortadas, después el T1 con 1.9 flores abortadas y el peor tratamiento el T3 con el menor número de flores abortadas (1.5 flores abortadas) Figura 4.3.

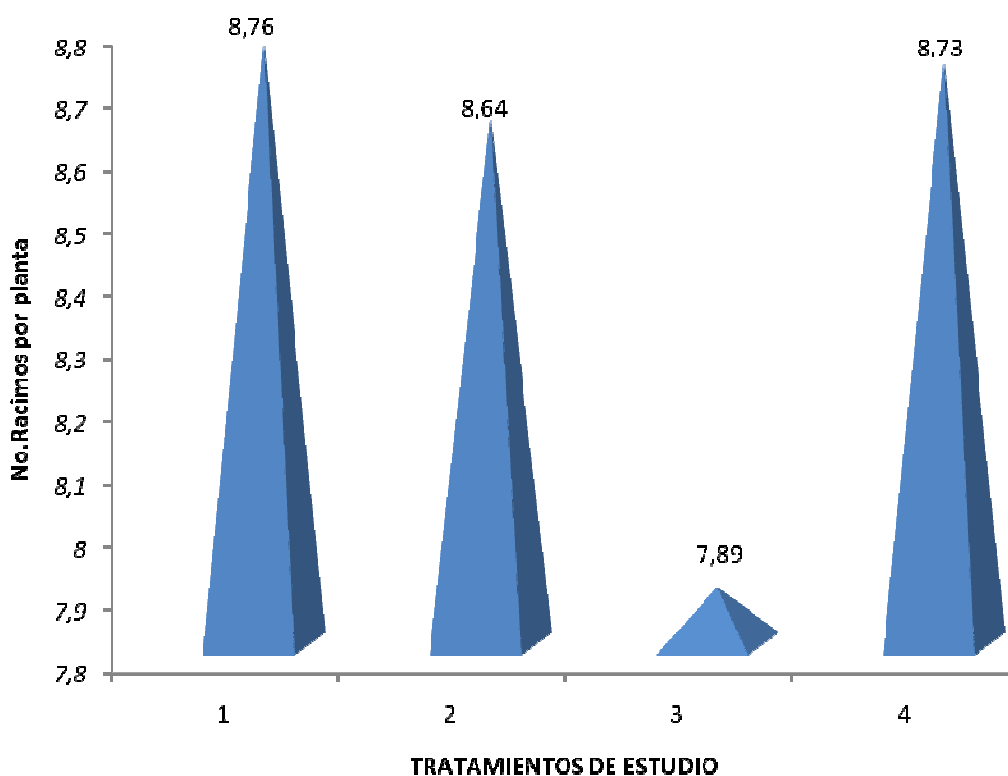
Figura 4.3. Valores medios para la variable numero de flores abortadas en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.1.4. Numero de racimos por planta

En la variable de Numero de racimos por planta, se encontró que el T1 arrojó el mayor número de racimos por planta (8.76), seguido del T4 con 8.73, y el T2 con 8.64 y el T3 con 7.89 racimos por planta, respectivamente (Figura 4.4), considerado el peor tratamiento para esta variable.

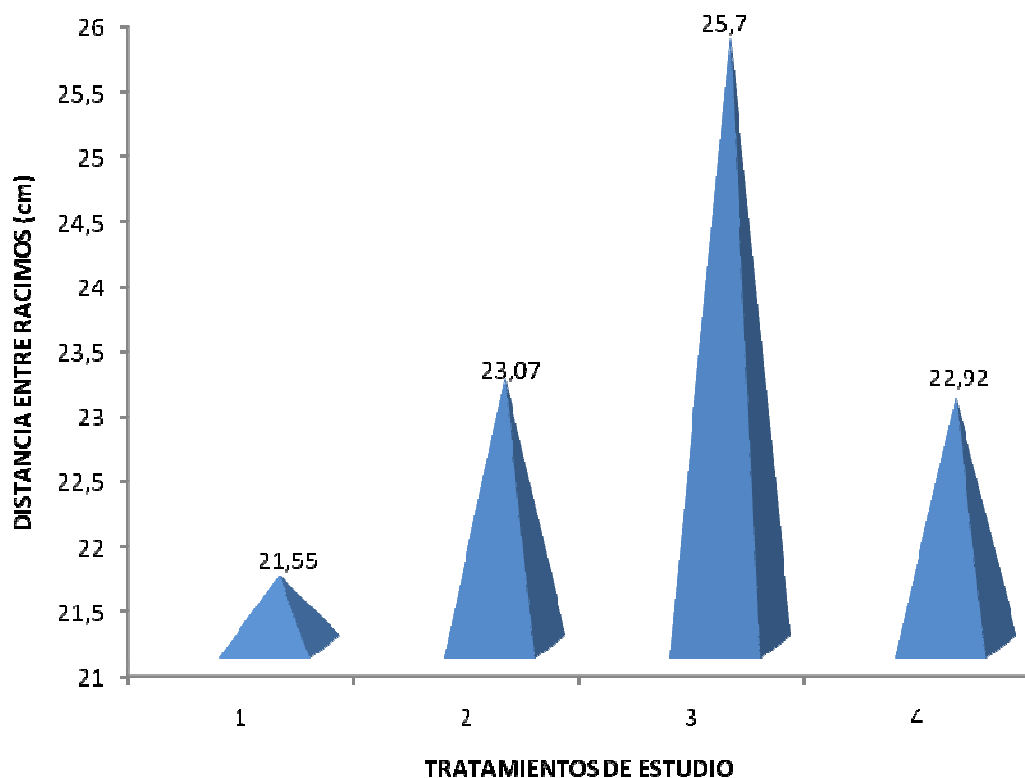
Figura 4.4. Valores medios para la variable numero de racimos por planta en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.1.5. Distancia entre racimos

El mejor tratamiento para esta variable de estudio fue el T3 el que presento una distancia media de 25.3cm, el T1 con 21.55cm. y el T2 el T4 con 23.07cm y 22.92cm respectivamente a esta variable, como se aprecia en la Figura 4.5, el mejor tratamiento fue el T3 con un sustrato arna-vermicomposta (75%arena – 25%vermicomposta).

Figura 4.5. Valores medios para la variable distancia entre racimos por planta en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.

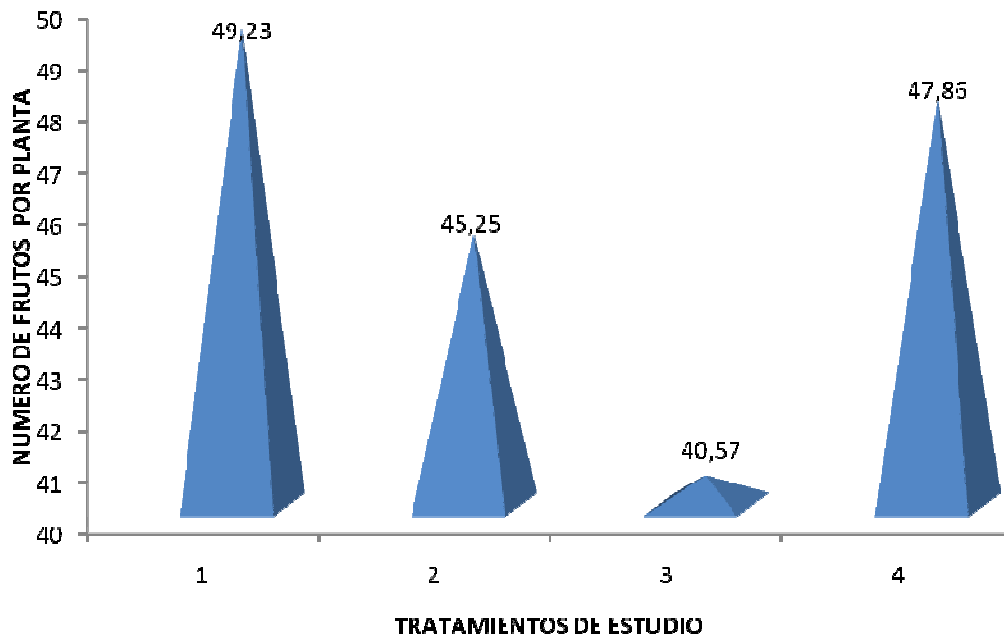


4.2. Etapa Reproductiva

4.2.1. Numero de frutos por planta

El T1 resulto el mejor presentando el numero de frutos (49.23), seguido por el T4 con 47.86frutos, después el T2 con 45.25 frutos y el peor tratamiento fue el T3, con 40.57 frutos respectivamente (Figura 4.6).

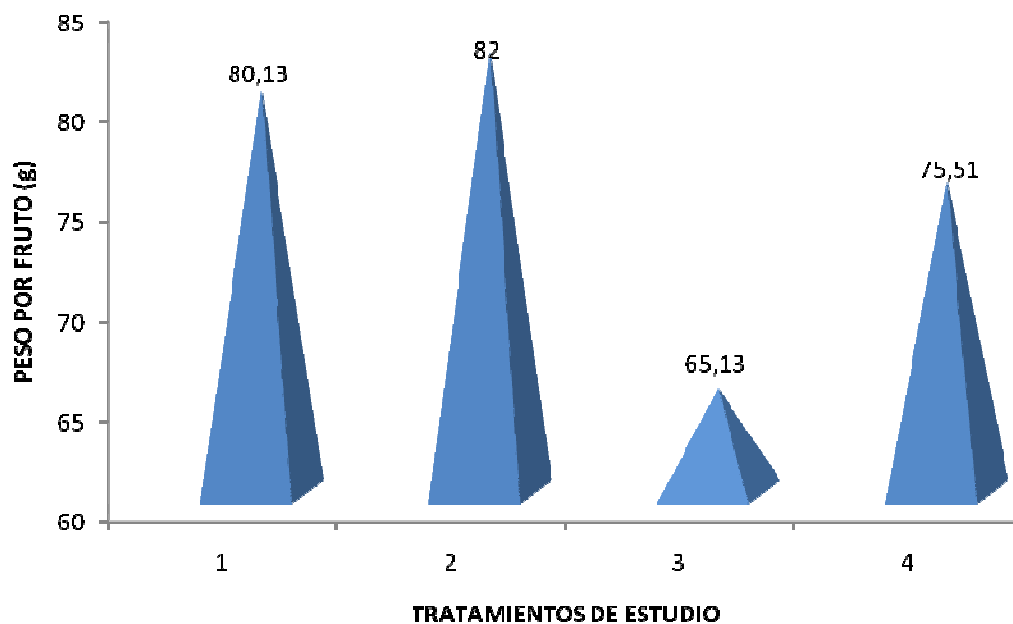
Figura 4.6. Valores medios para la variable distancia entre racimos por planta en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.2.2. Peso por fruto

El T2 resulto ser el mas sobresaliente arrojando un peso promedio, fruto igual a 82.0g respectivamente (Figura 4.7.) sin embargo el peor tratamiento fue el T3, el que arrojó un promedio por fruto de 65.13g.

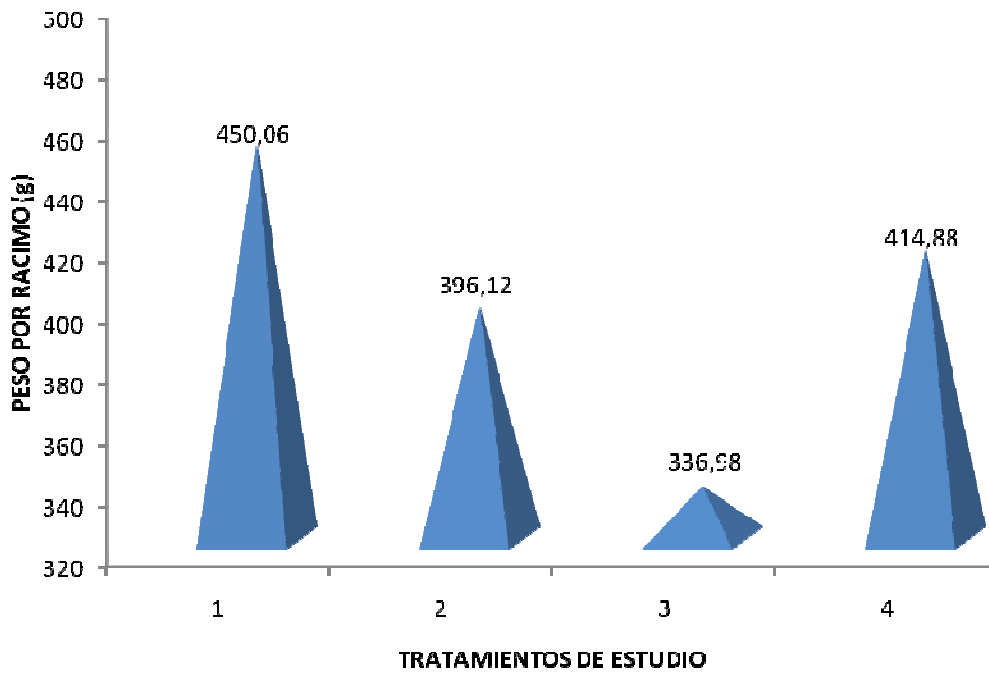
Figura 4.7. Valores medios para la variable peso por fruto en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.2.3. Peso por racimo

El peso por racimo que el mejor tratamiento fue T1 que arrojó un promedio de 450.06gr por racimo, le sigue el T4 con 414.80gr por racimo, el T2 con 396.12gr y el que mostro menor peso por racimo fue el T3 con 336.98 por racimo (Figura 4.8).

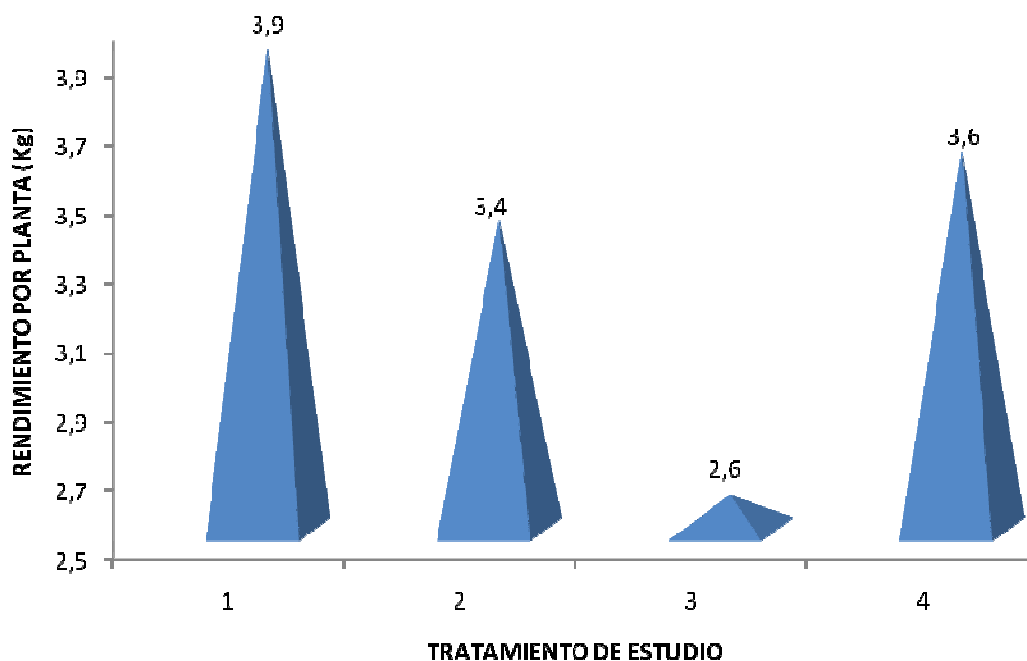
Figura 4.8. Valores medios para la variable peso por racimo en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.2.4. Rendimiento por planta

El resultado que se encontró en el rendimiento por planta, muestra que el T1, fue el mejor tratamiento por planta de estudio, el que obtuvo 3.90 kilogramos por planta sin embargo el peor tratamiento fue el T3, el que mostro el rendimiento por planta mas bajo con 2.60 Kg (Figura 4.9).

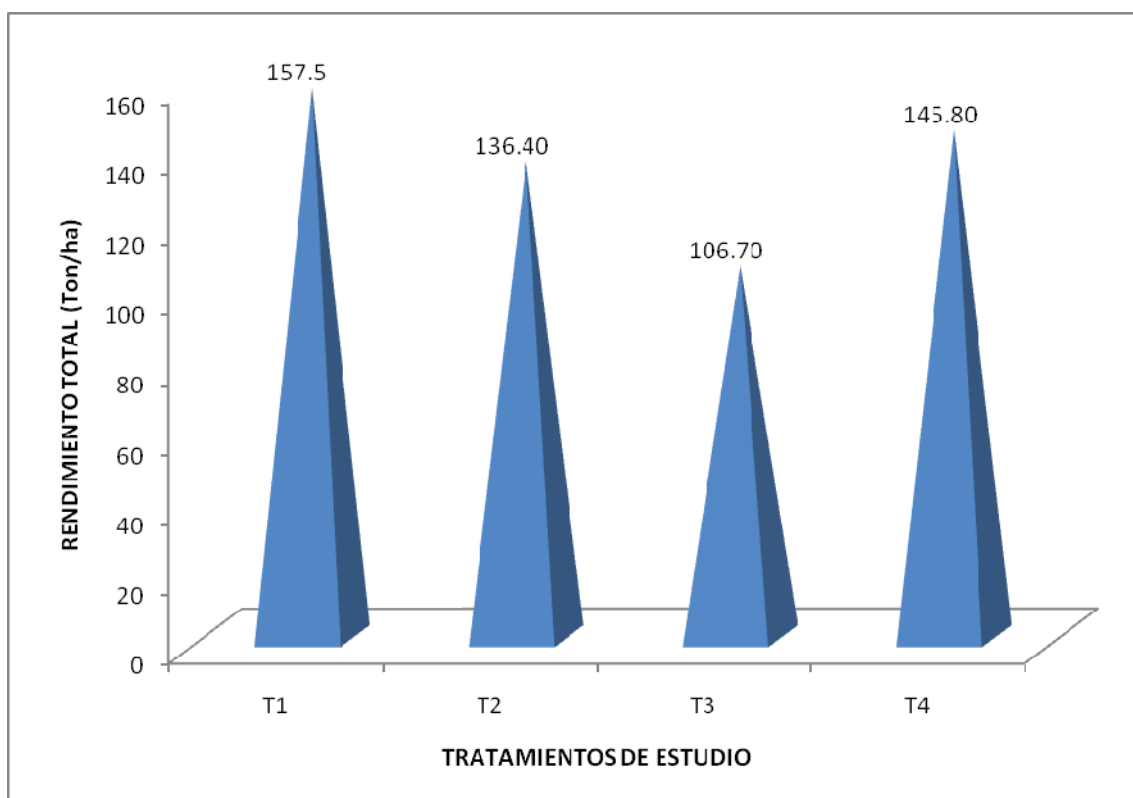
Figura 4.9. Valores medios para la variable rendimiento por planta en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.2.5. Rendimiento total

Con respecto al rendimiento total, expresado en tha^{-1} , se encontró que nuevamente el T1, fue superior al resto de los tratamientos de estudio, ya que arrojó un rendimiento por hectárea (ha) de 157.5 tha^{-1} . Sin embargo el T4 arrojó un rendimiento por hectárea (ha) de 145.80 , también puede ser considerado en la producción de tomate, bajo condiciones de invernadero (Figura 4.10).

Figura 4.10. Valores medios para la variable rendimiento total en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.3. Producción de materia seca

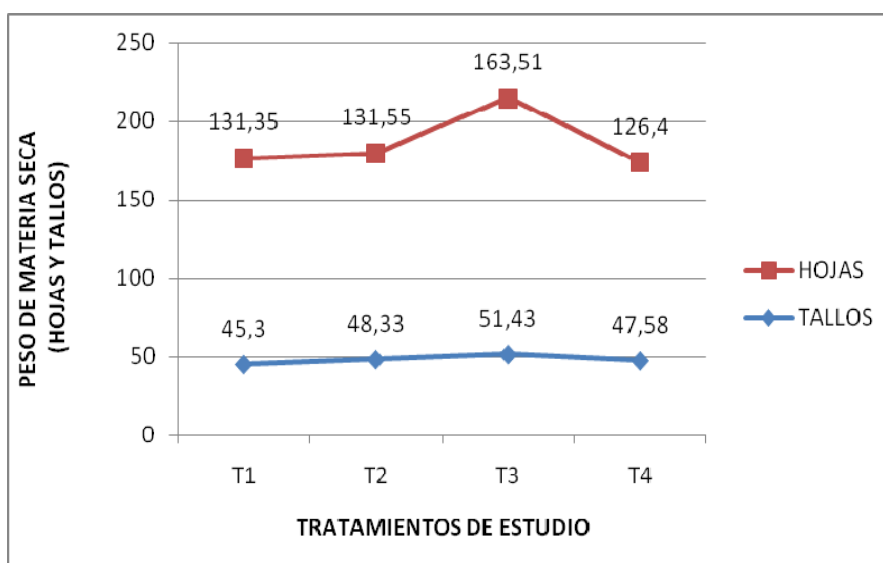
4.3.1. Peso de materia seca (hojas y tallos)

El T3, fue el que arrojó la mayor cantidad de materia seca de hojas con un peso promedio igual a 163.52g. Mientras que el T4 fue el que arrojó la menor cantidad de producción de materia seca en hojas con un peso promedio igual a 126.4g respectivamente (Figura 4.11).

Se encontró que nuevamente el T3, arrojó el mayor peso de tallo, con un valor promedio igual a 51.43g, mientras que el T1, arrojó el menor peso de tallo, con un valor medio de 45.3 (Figura 4.11).

Se encontró que nuevamente el T3, arrojó el mejor tratamiento de peso en tallo, con un valor promedio igual a 51.43g, mientras que le T1, arrojó el menor peso de tallo, con un valor medio de 45.3g (Figura 4.11).

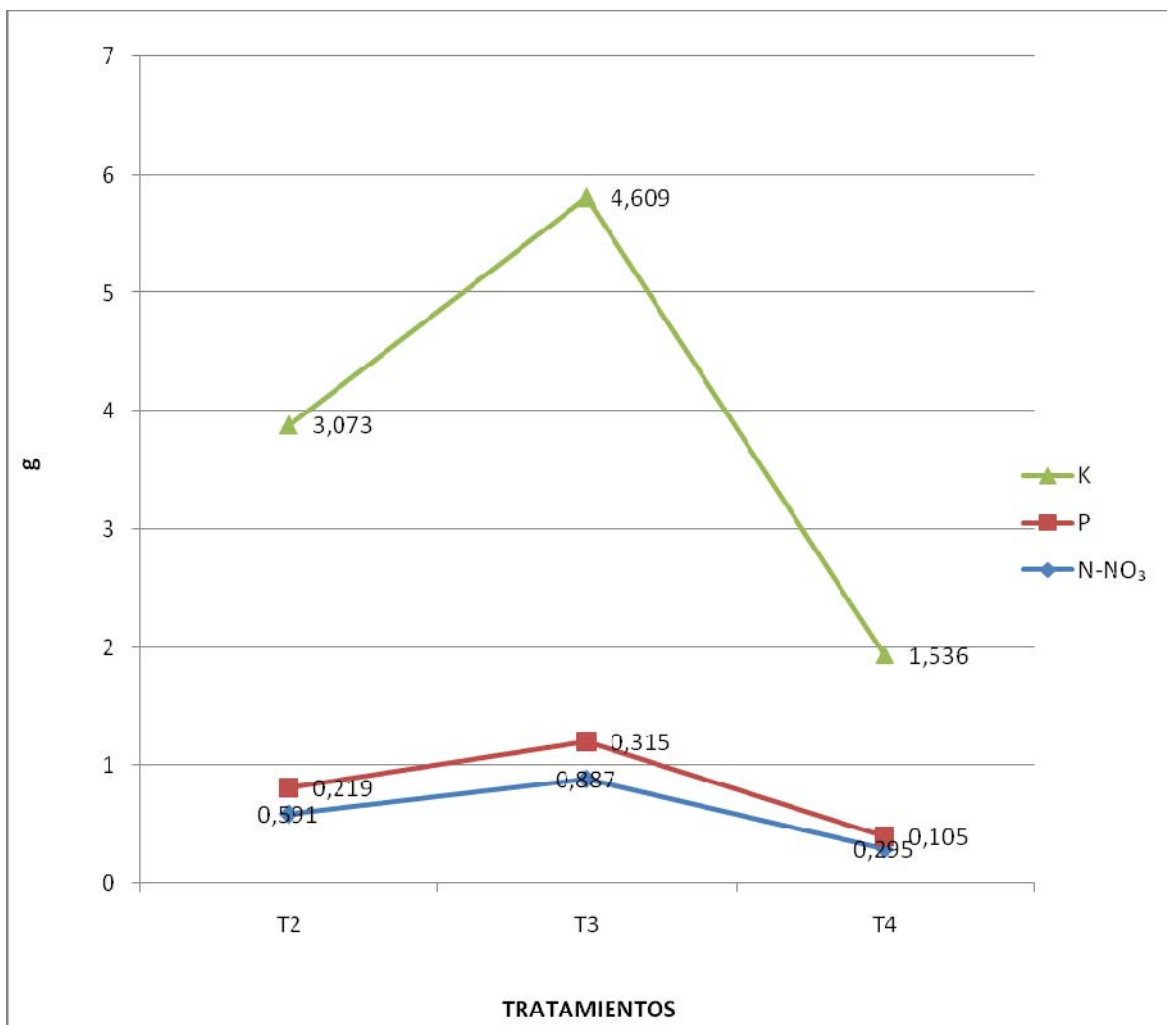
Figura 4.11. Valores medios para las variables materia seca de hojas y tallos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.4. Análisis de vermicomposta

El análisis realizados ala vermicomposta se realizaron tomando una pequeña porción de muestra y los resultados que se obtuvieron son los siguientes que se representan en la figura en Gramos (gr).

Figura 4.12. Composición del análisis químico de la vermicomposta de los elementos del Nitrato (NO_3), Fosforo (P), potasio (K).



4.5. Análisis del agua de riego

El resultado del análisis realizado al agua de riego arrojó una conductividad eléctrica igual a 1.05 dSm^{-1} , con un pH igual a 8.75 que indica una agua alcalina, según la clasificación del laboratorio de suelos en la U AAAN- UL, de igual manera los cationes y aniones expresados en meq L^{-1} se muestran en el cuadro respectivamente. se aprecia una altas concentraciones del elemento calcio (Ca) con 4.7 mini equivalentes por litro (meq L^{-1}), así como del elemento sodio (Na) que arrojó una cantidad de 3.63 meq L^{-1} . Finalmente se encontró una concentración de 4.1 meq L^{-1} de sulfatos (SO_4).

Cuadro 4.5. Análisis químico del agua de riego utilizada en el trabajo de investigación.

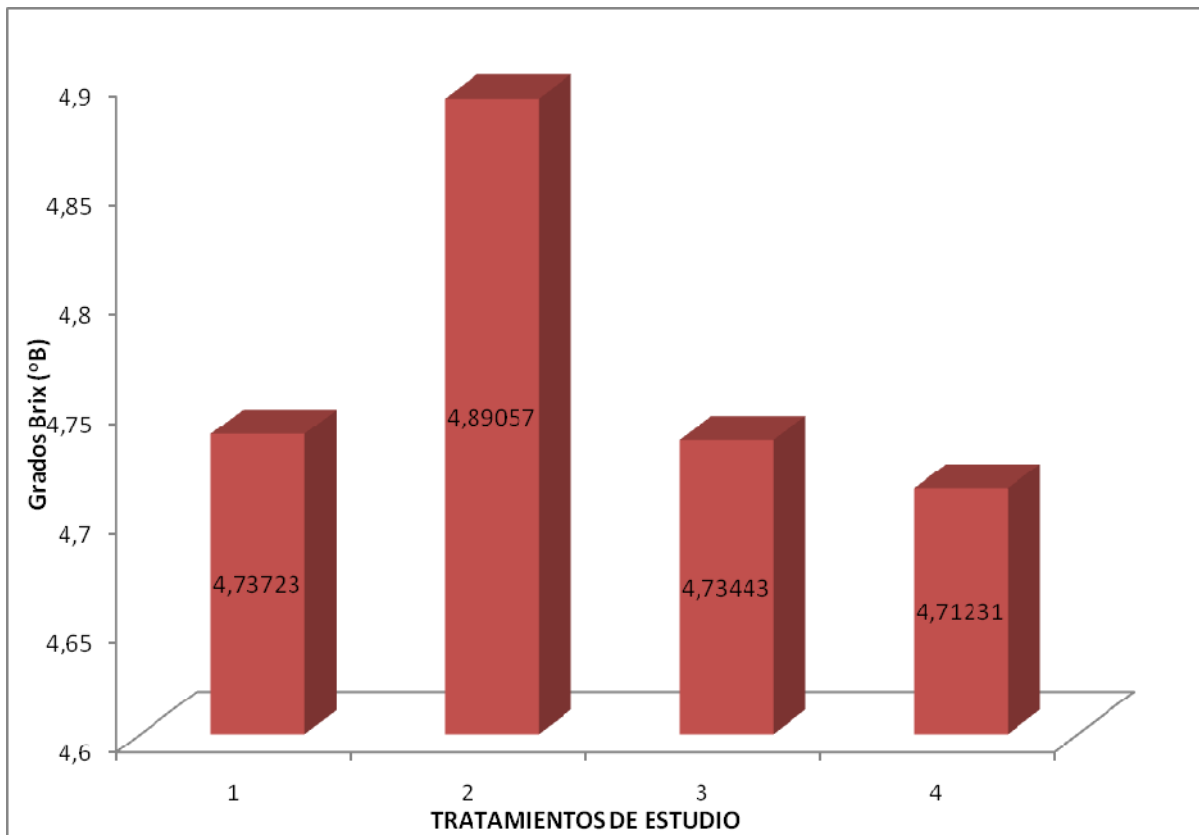
CE	pH	K	Ca	Mg	Na	HCO ₃	Cl	SO ₄
dSm^{-1}					Me L^{-1}			
1.05	8.75	1.4	4.7	0.80	3.63	0.55	2.3	4.1

4.6. Variables de calidad

4.6.1. Porcentaje de azúcares (° Brix)

En la Figura 4.13. se observa una diferencia entre los tratamientos de estudio donde sobresale el T2 que arroja el valor más alto con respecto al porcentaje de azúcares expresado en grados Brix (% °B), el que fue de 4.89 respectivamente (Figura 4.13).

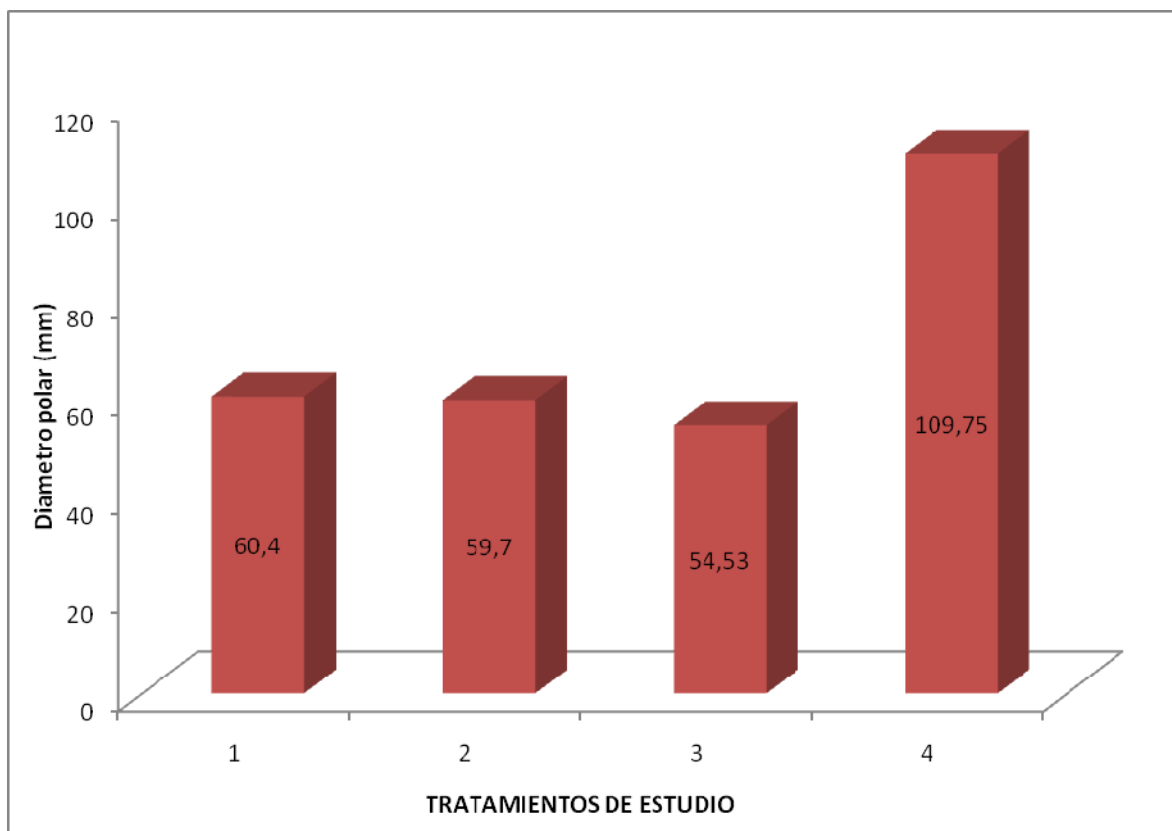
Figura 4.13. Valores medios para la variable porcentaje de azúcares en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.6.2. Diámetro polar (mm)

El mejor tratamiento para esta variable de estudio fue el T4 el que arrojó un valor medio respecto al diámetro polar de 109.75mm mientras que el T3, arrojó el menor valor de diámetro polar con un valor de 54.53mm (Figura 4.14)

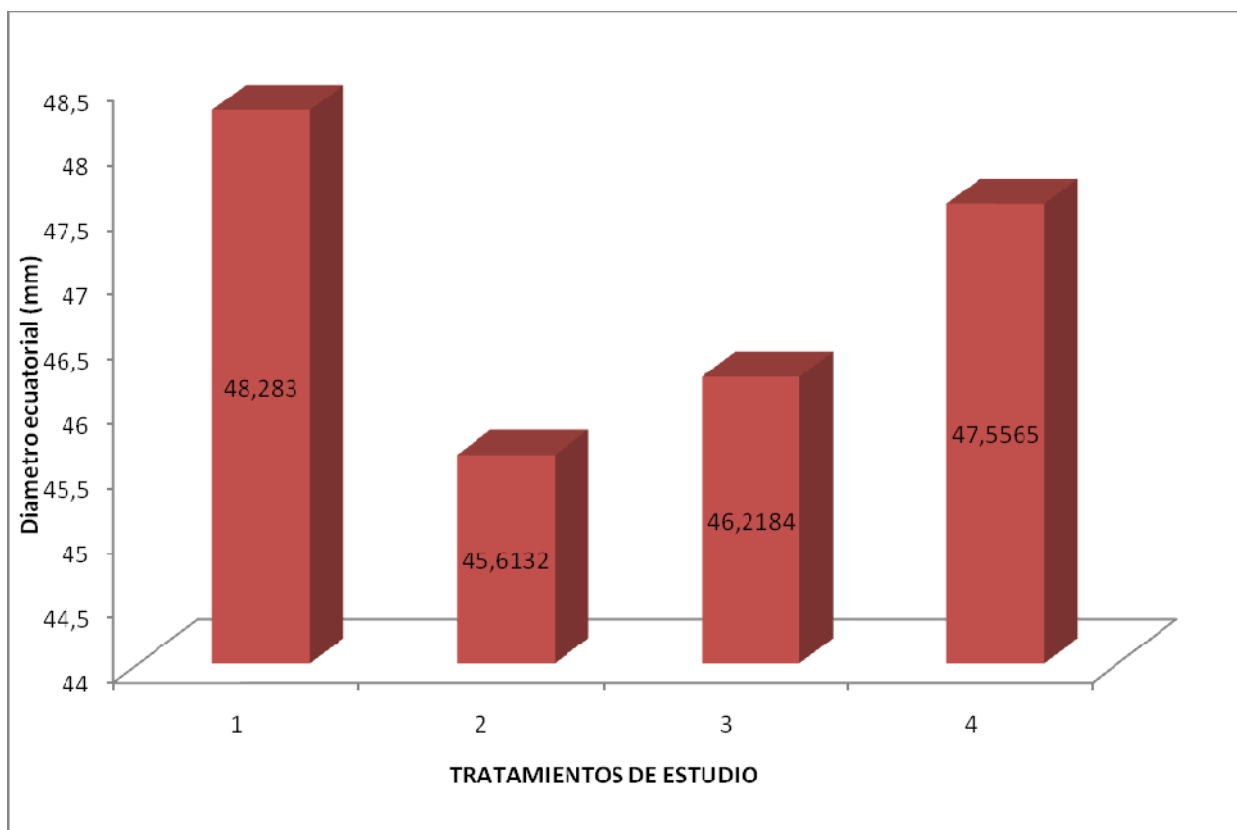
Figura 4.14. Valores medios para la variable diámetro polar en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.6.3. Diámetro ecuatorial (mm)

El resultado arrojó que el T1, fue superior al resto de los tratamientos de estudio con un valor medio de 48.283mm mientras que el T2, arrojó el menor valor de diámetro ecuatorial con un valor de 45.6132mm (Figura 4.15).

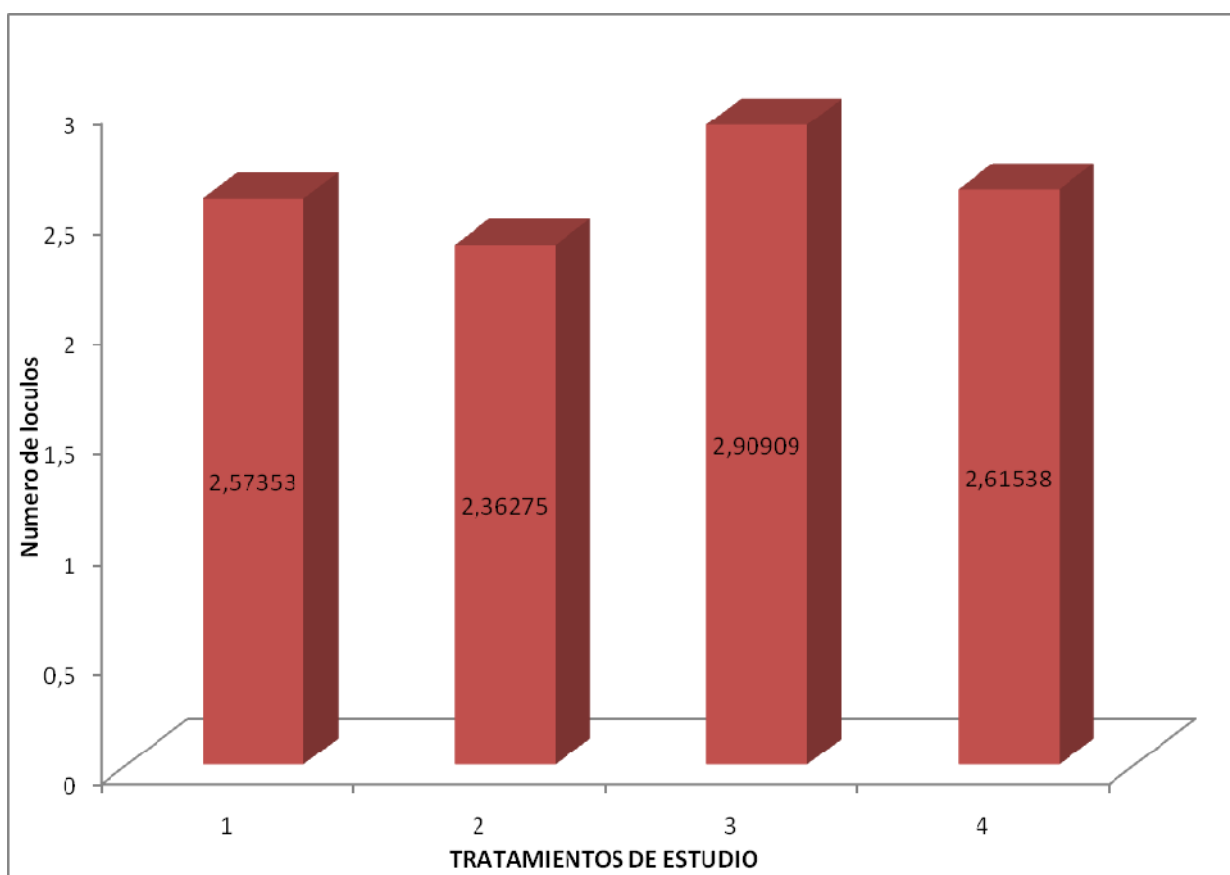
Figura 4.15. Valores medios para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.6.4. Numero de lóculos

Respecto al número de lóculos, el T3 resulto ser superior al resto de los tratamientos de estudio con un valor medio de 2.90909 lóculos mientras que el T2, arrojó el menor valor de número de lóculos con 2.36275 (Figura 4.16).

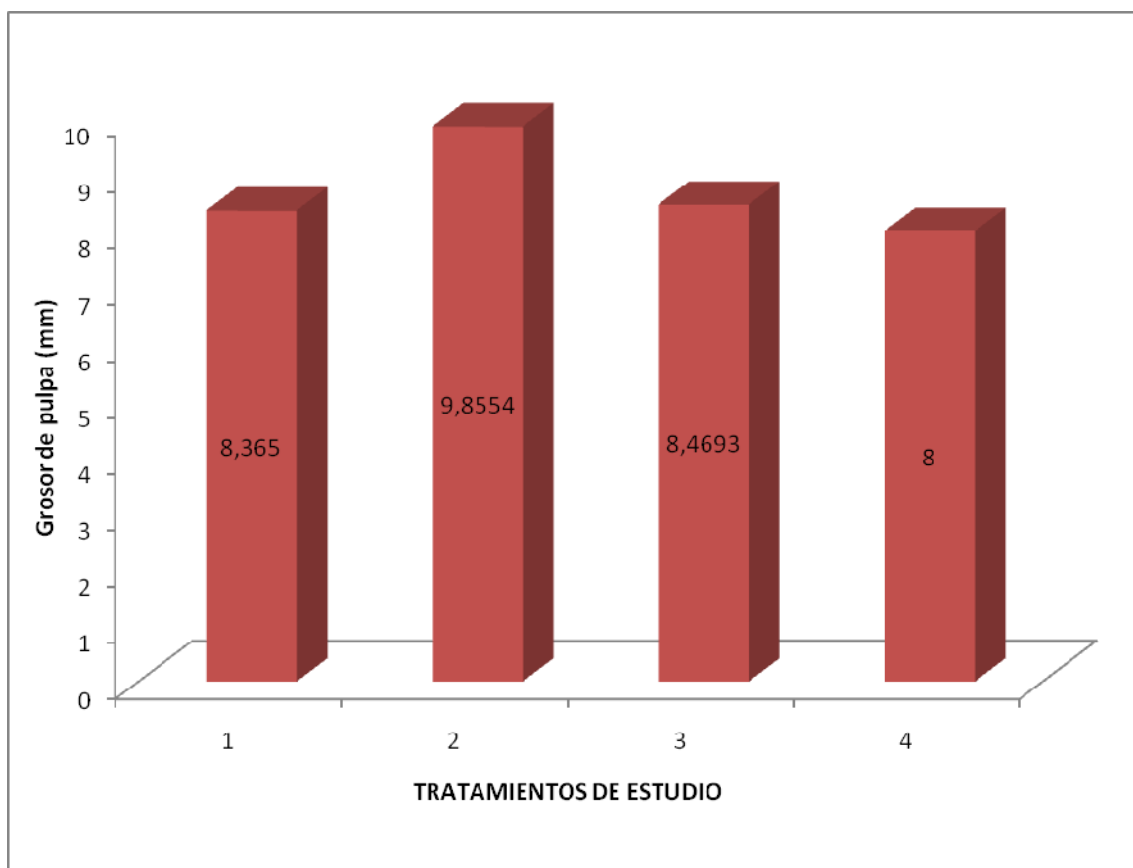
Figura 4.16. Valores medios para la variable numero de lóculos en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



4.6.5. Grosor de pulpa

Para esta variable de estudio se encontró que el mejor tratamiento fue el T2, el que arrojó un valor de 9.85 mm, mientras que el T4, arrojó un valor medio igual a 8.0 mm respectivamente (Figura 4.17.).

Figura 4.17. Valores medios para la variable grosor de pulpa en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero. UAAAN –UL. Ciclo primavera-verano 2007.



V. CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos, se desprenden las siguientes conclusiones .

- a) En el T1, donde se evaluó el sustrato del 100% de arena de río con solución nutrimental, este fue superior al resto de los tratamientos en las variables descritas a continuación: Numero de racimos por planta, peso por racimo, rendimiento por planta, rendimiento total y el diámetro ecuatorial.
- b) En el T2, donde se evaluó el sustrato del 50% de arena de río-50% de composta con solución nutrimental, este fue superior al resto de los tratamientos en las variables descritas a continuación : Numero de frutos por planta, peso por fruto, por ciento de azúcares (°Brix) y el grosor de pulpa.
- c) En el T3, donde se evaluó el sustrato del 25% de arena de río-75% de composta con solución nutrimental, este fue superior al resto de los tratamientos en las variables descritas a continuación : Numero de flores amarrados, peso de materia seca de tallos, distancia entre racimos, peso de materia seca de hojas y por último el número de loculos.
- d) En el T4, donde se evaluó el sustrato del 75% de arena de río-25% de composta con solución nutrimental, este fue superior al resto de los tratamientos en las variables descritas a continuación : Altura de planta, número de flores abortadas y el diámetro polar.

VI. RESUMEN

En el periodo Enero-Agosto del 2007, se estableció un trabajo de investigación en el cultivo de tomate bajo condiciones de invernadero en el Departamento de Horticultura de la UAAAN-UL, el objetivo fue evaluar cuatro sustratos a base de arena de río y composta en diferentes porcentajes, así mismo una solución nutrimental de él autor Steiner. Se evaluó el genotipo Juan Pablo, de crecimiento indeterminado del tipo saladette. La siembra en charola se realizó el 7 de enero, por su parte el trasplante se realizó el día 23 de Febrero del año en mención. Los materiales utilizados fueron bolsas de plástico negras de 10 kg, composta, arena de río, fertilizantes inorgánicos (Nitrato de potasio, Nitrato de magnesio, Nitrato de calcio, Maxiquel multi y Ácido fosfórico), vernier, refractómetro, balanza digital, regla graduada, tabla de colores universal, anillos para tutoreo, rafia para tutoreo, navaja, reactivos como el hidróxido de potasio, conductivímetro, aparato para medir pH, tambos de 200 litros para la preparación de la solución nutrimental, fungicidas como el cupravit, insecticidas como el diazinon, aspersora manual de 20 litros, probeta graduada, papel secante, recipientes de 2 litros para el riego manual, termómetro, bolsas de papel, tijeras de podar, botes de 20 litros. El diseño experimental fue bloques completamente al azar con cuatro tratamientos y treinta repeticiones, donde la unidad experimental fue la maceta con una planta. Las variables de estudio fueron: vegetativas y de calidad como son; Número de frutos por planta, peso por fruto, por ciento de azúcares ($^{\circ}$ Brix), el grosor de pulpa, Número de racimos por planta, peso por racimo, rendimiento por planta, rendimiento total, diámetro ecuatorial, Número de flores amarrados, peso de

materia seca de tallos, distancia entre racimos, peso de materia seca de hojas, el numero de loculos, altura de plantas, numero de flores abortadas y el diámetro polar. El cultivo en mención se llevo hasta el 8º racimo de producción, la poda de brotes axilares se llevo cada 15 días, la polinización se realizo de forma diaria y en forma manual durante las horas de la mañana (11am a 3pm), el riego con forme el requerimiento de la planta y la cosecha de frutos se realizo cuando este presento madures fisiológica. Así mismo se realizaron aplicaciones de fungicidas para el control de mosquita blanca y tizón temprano. Los resultados encontrados fueron que el T1, fue mejor en las variables de estudio; Numero de racimos por planta, peso por racimo, rendimiento por planta, rendimiento total y el diámetro ecuatorial. Los resultados encontrados fueron que el T2 fue mejor en las variables de estudio; Numero de frutos por planta, peso por fruto, por ciento de azucares (°Brix) y el grosor de pulpa. Los resultados encontrados fueron que el T3 fue mejor en las variables de estudio; Numero de flores amarrados, peso de materia seca de tallos, distancia entre racimos, peso de materia seca de hojas y por ultimo el numero de loculos. Los resultados encontrados fueron que el T4 fue mejor en las variables de estudio; Altura de planta, numero de flores abortadas y el diámetro polar. Se concluye que los tratamientos mas sobresaliente en cuanto a variables de estudio son el T1 y T3.

VII. LITERATURA CITADA

Anderiini, R, 1996. El cultivo del tomate. Tercera . Ed. Ediciones Mundiprensa. Madrid .España.

Belda, J. E. y J. Lastres. 1999. Reglamento de Producción Integrada de Tomate Bajo Abrigo; Resumen de aspectos importantes. Pp. 1-9. Laboratorio y Departamento de Sanidad Vegetal de Almería. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en Invernadero. En: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Casteñanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya Guanajuato, Mexico. Pp.147-174

Burgueño, C. H. 2001. Técnicas de producción de solanáceas en Invernadero, Diapositivas 102 – 104. En: Memorias del 1^{er} Simposio Nacional de técnicas Modernas en Producción de Tomate, Papa y otras Solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Buzo C. A. y F. Garinglio N. 2002. Invernaderos. Aspectos generales a tener en cuenta. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Agrarias. Cultivos intensivos. Kreder 2805. (3080) Esperanza, Santa Fe, Argentina

Canovas, M. F. 1993. Principios Básicos de la Hidroponía. Aspectos Comunes y Diferencia de los Cultivos con y sin Suelo. curso superior sobre Especialización: Cultivos sin Suelo. FIAPA. Almería, España. Pp.29-42

Castaños, C.M. 1993 Horticultura, Manejo simplificado. Primera Edición. Universidad Autónoma Chapingo, México. Pp. 235 y 237.

Castilla P. N. 2001. Manejo del cultivo intesivo con suelo. Pp. 191-225.En: F. Nuez (Ed). El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-prensa. Mexico.

Diez, J. M. 2001. Tipo varietales. Pp. 99 – 129 En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mandí-Prensa México.

Domínguez, V.A. 1996 Fertirriego. Pp. 47.

Escudero S. J. 1993. Cultivo hidropónico del tomate. En: Martínez, C. E. y L. M. García. 1993. "Cultivos sin Suelo, Hortalizas En Clima Mediterraneo". Compendio de Horticultura 3 ED. De Horticultura, S. L. Sustrato.

Etchevers, B.J. Guzmán, O.M 1995 Manual de fertilizantes para horticultura Editorial Limaza S.A.de C.V. Grupo Noriega. Editores México D, F. pp. 93 y 95.

Ferreira C. C. 2002. El CO₂ elemento indispensable para la producción de vegetales. Asociación interregional de investigación y Experimentación Hortícola. <http://www.ediho.es/horticom/tem-aut/flores/co2.html>

García P.E. y Jaren C.C. 1992 Cultivos Hidropónicos. Nuevas técnicas de Producción. Ediciones. Mundi-prensa, Madrid. Pp. 317, 318,323, 326, y 327

Garza, I.J.1985 Las hortalizas cultivadas en México, Características botánicas. Departamento de fitotecnia, UACH. Chapingo, México.

Gostincari, T.J.1998 Horticultura Cultivo en Invernadero. Biblioteca de la Agricultura IDEA BOOKS, S.A. pp. 336 y 337.

Horward, W. 1995. Tomate de invernadero y producción de pimiento en malla sombra en Israel. Pp.163-171. (2vi) wener. Hazera LTD.1166 pp. Brurin Israel.

Hoyos, P. y A. Duque, 2002 E.U.I.T. Agrícola, Univ. Politécnica Madrid. Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia. Ciudad Universitaria, 28040 Madrid. **C.E.C. Agraria. Consejería de Agricultura. Junta de Castilla-La Mancha. Marchámalo (Guadalajara)Sevilla Es.

Infoagro, 2003. El cultivo de tomate. Consultado en <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.asp>(1 de noviembre de 2005).

León, G.H.2001 Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua. pp. 53.

Lomeli,Z.H1999 Agricultura. Hidroponía. Ventajas y beneficios comerciales. Edición No. 60, Ocotlán Jalisco, México. p.26.

López, T.M. 1994 Horticultura. Primera Edición. Editorial trillas S.A. de C.V. México DF. Pp.45, 47, 171,286, y 245.

Magan C., J. J. 2002. Sistemas de cultivo en sustrato: a solución perdida y con recirculación del lixiviado. Cultivo sin Suelo II. Curso Superior de Especialización. Experimental las Palmerillas-Caja Rural de Almería pp.173 -205.

Martínez, C.E. y M García 1993 Cultivos sin suelo. Hortalizas en clima Mediterráneo. Pp. 43.

Muñoz, R. J. Castellanos Z.). 2003. Manual de producción Hortícola. INCAPA.

Nuez F, 1995 El cultivo del tomate. Ediciones Mundi prensa. pp. 29 – 31, 388,391.

Nuez F, 2001 Desarrollo de nuevos cultivares. Pp.626-669. En: F. Nuez (Ed.) El cultivo del tomate. Editorial Mundi prensa, México.

Quintero, S.J. 1998 Invernaderos: Sistemas Agrícolas México.

Resh, H. M. 1997. Cultivos hidropónicos. 4ª edición. Editorial mundiprensa. España.

Rodríguez, S.F. 1996 Fertilizantes, Nutrición Vegetal. Tercera reimpresión. A.G.T. Editor S.A. México DF. Pp. 95 y 97.

Rodríguez, J.L. 2003 Productores de hortalizas. Especial en tomate. Publicación de meister de publishin. Pp. 10 y 12.

Rodriguez M. R. y Jimenez D. F. 2002. Manejo de invernaderos. En: Memorias de la XIV Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. Venecia, Durango. Pp. 58-65.

Rojas, P.L. 2000 El fertirriego y la praticanura. 1^{er} Edición Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buena vista saltillo, Coahuila, México. Pp. 67, 68, 70.

Rojas, M. L. 1999. Efecto de la dosis de nitrógeno y de la densidad de población en el rendimiento y calidad de la fibra de algodón (*Gossypium hirsutum* L.), Tesis de Licenciatura. Torreón, Coah., México.

Sade A.1998. Cultivos bajo condiciones forzadas. Nociones Generales. Rejovot, Israel. p. 143.

Samperio, R.G. 1997 Hidroponía básica, el cultivo facial y rentable de plantas sin tierra. Editorial. Diana, México. Pp. 13.

Sánchez, B. F. y E. Favela Ch. 2000. Construcción y manejo de Invernaderos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. En Impresión. 45 paginas

Sandoval, V.M. y Amador P.B. 2002 Horticultura intensiva en invernaderos. Congreso Nacional de la ciencia del suelo. Montecillo. Texcoco. Edo, de Mexico. Pp. 43 y 46.

Sherman-Huntoon, R. 1997 Earthworm castings as plant growth media. Earthworms in waste and environmental management. C.E, a E.Neusher:1-3.

Tiscornia J. R. 1989. Hortalizas de fruto. Tomate, pimiento, pepino y otras. Editorial Albatros, Buenos Aires Argentina. Pp. 7-9