

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE AGRONOMIA**



**Efecto del Fertilizante Orgánico foliar TRX en tomate  
(Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero.**

**Por:**

**JUAN ANTONIO LOPEZ CRUZ**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

**Ingeniero Agrónomo en Horticultura**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Octubre, 2008.**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**Efecto del Fertilizante Orgánico foliar TXR en tomate  
(Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero.**

**POR:**

**JUAN ANTONIO LOPEZ CRUZ**

**TESIS**

**Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

**APROBADA POR:**

---

**DR. Víctor Manuel Reyes Salas  
Presidente del Jurado**

---

**DR. Reynaldo Alonso Velasco  
Sinodal**

---

**DR. José Hernández Dávila  
Sinodal**

---

**ING. Gerardo Rodríguez Galindo  
Sinodal**

---

**DR. Mario Ernesto Vázquez Badillo  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA**

**Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.  
Octubre, 2008**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA  
"ANTONIO NARRO"**

**DIVISION DE AGRONOMIA**

**DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA**

**Efecto del Fertilizante Orgánico foliar TXR en tomate  
(Lycopersicon esculentum Mill.) en invernadero.**

**POR:**

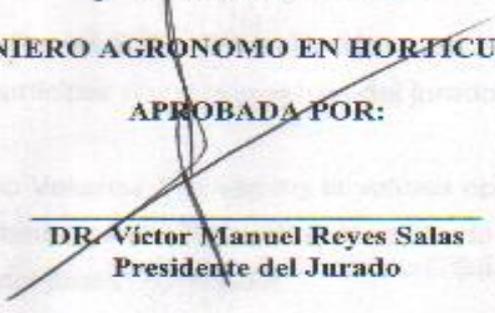
**JUAN ANTONIO LOPEZ CRUZ**

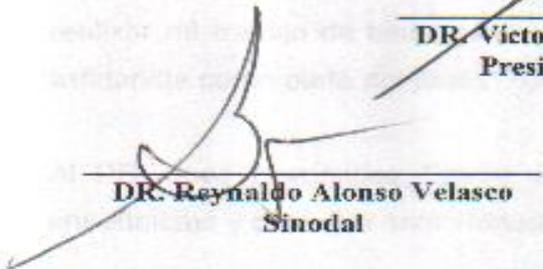
**TESIS**

**Que se somete a la consideración del H. Jurado examinador como requisito parcial  
para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRONOMO EN HORTICULTURA**

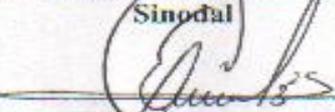
**APROBADA POR:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. Víctor Manuel Reyes Salas**  
Presidente del Jurado

  
\_\_\_\_\_  
**DR. Reynaldo Alonso Velasco**  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
**DR. José Hernández Dávila**  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
**ING. Gerardo Rodríguez Galindo**  
Sinodal

  
\_\_\_\_\_  
**DR. Mario Ernesto Vázquez Badillo**  
COORDINADOR DE LA DIVISION DE AGRONOMIA

  
Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. **División de Agronomía**  
Coordinación,  
Octubre, 2008

## AGRADECIMIENTOS

**A Dios:** Primeramente por haberme concedido la vida y haberme dado unos Padres maravillosos (José López Guzmán y Ma. Carmen Cruz Negrete), por estar siempre y en cada momento con Migo sin abandonarme ni un solo instante, por ayudarme en la toma de decisiones de mi vida, por cuidarme y permitir que haya terminado satisfactoriamente los estudios aquí en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro... Mi Alma Mater:** Por haberme mantenido en su seno todo éste tiempo de mi preparación y formación como alumno y profesional. Sobre todo por brindarme la información y conocimientos científicos que me servirán para subsistir.

**Al DR. Víctor Manuel Reyes Salas:** Por brindarme su apoyo incondicional en éste trabajo de tesis y por participar como presidente del jurado calificador.

**Al DR. Reynaldo Alonso Velasco:** Por darme la valiosa oportunidad y los apoyos para realizar mi trabajo de tesis, por los conocimientos brindados como maestro y por la asistencia como parte del jurado calificador.

**Al DR. José Hernández Dávila:** Por participar en el jurado calificador y por sus enseñanzas y consejos como Maestro dentro de mi formación profesional.

**Al ING. Gerardo Rodríguez Galindo:** Por su apoyo y por haberse permitido formar parte del jurado calificador.

En general a todos los maestros y laboratoristas de la UAAAN por sus consejos y compartir sus conocimientos.

**A mis compañeros de mi generación:** Abigail, Rous, Checo, Lucia, por las buenas y malas experiencias compartidas.

**A mis compañeros y amigos:** Gustavo Rojas, Felipe Castillo, Ernesto Pantoja y sus hermanos Fer y Oscar, su primo Víctor a Cuellar, Chinto, Pascual, Corne, Ángel, el Gara, el pege, Eleazar (comonfort), por estar en las buenas y en las malas.

**A mis compañeros del cuarto 6 del Palomar 1:** Rigo, Omar, Humberto, Juan G. Cruz (marro), Juan G. Cortez. Por saber convivir.

**A mis Tíos, Tías.** Ana, Raúl, Germán, Elías, David, María, Agustín, Guille, María de Jesús, Pablo, Elba, Juana (†), Maca, Chono, Manuel y a mi Tía Sarah.

**A mis primos y Primas:** Mi compadre Checo, Gelica, Chabela, Reina, Víctor, Mi padrino Adolfo, David, Nena, Pedrin (†), Fabián, Chava, Martin, Gabriel, Mando, Pepe, Carlos, Claudia, Memito, Perico, Carlitos, José, Lion, Felino, quisiera mencionar a todos los cuales son bastantes, pero gracias a todos.

**A mi novia:** Enedina Martínez G. Por su comprensión, confianza y apoyo en muchos aspectos que gracias a ello fueron parte de mi motivación y ganas de culminar mi propósito.

En general a todos, y pido disculpas por el que se me haya pasado.

## DEDICATORIA

### A mis Padres:

#### José López Guzmán

Por haberme dado la vida, por sus enseñanzas y consejos que me han servido para subsistir, por su comprensión y apoyo inigualable en todos los momentos de mi vida, porque nunca me ha dejado solo en los momentos que lo necesito, por su educación que me ha servido de mucho en decisiones importantes de mi vida y me ha indicado el camino correcto para poder ser un hombre de bien y ser útil en la vida. Dios lo cuide.

#### Ma. Carmen Cruz Negrete (†)

Por haberme engendrado y traerme a la vida, por tu inalcanzable cariño y amor, por tu comprensión, por el apoyo inagotable en cada momento de mi vida, por la educación y enseñanzas que me das, por hacerme ver mis errores y corregirme, por tus consejos que me han servido para hacer frente a la vida y seguir adelante, gracias Mamá y que estés con Dios descansando en el Cielo.

**A mis hermanos y hermanas:** Lucila (y su esposo Nacho), Jaime (y su esposa San Juana), Carmelita (y su esposo Gualo), Pepe (y su esposa Paty), Patricia (y su esposo Gerardo), Jorge (y su esposa Luz María), Gera, Arturo y Julio. Por los buenos y malos ratos que hemos pasado, Porque siempre han estado en las buenas y malas, por la comprensión, confianza y apoyo incomparable que me han brindado y que me brindan día con día. Dios los cuide.

**A mis sobrinos:** Lupita, Ángel, Mayra, Fina, Nacho, Iván, Cristian, José Manuel, Juanito, Jaime, Diego, Mariela, Carmen Julia, Chucho, Liz, Vero, José Guadalupe Carlitos, Nancy, Ferni, y Biri. Dios los cuide.

## INDICE

INTRODUCCION.	1
OBJETIVOS.	2
HIPOTESIS.	2
REVISION DE LITERATURA.	3
Generalidades de los fertilizantes ó abonos orgánicos.	3
Origen é historia.	3
Importancia de los fertilizantes orgánicos.	3
Tipos.	4
Características del fertilizante foliar orgánico.	5
Propiedades físicas.	5
Propiedades químicas.	6
Propiedades biológicas.	6
Composición y usos.	6
Generalidades del Tomate ( <i>Lycopersicon esculentum Mill</i> ).	7
Origen é historia.	7
Distribución geográfica.	7
Importancia socioeconómica del cultivo de tomate.	8
Taxonomía del cultivo de tomate.	9
Características morfológicas.	9
Porte de la planta.	9
Raíz.	10
Tallo.	10
Hoja.	11
Flor.	11
Fruto.	12
Semilla.	13
Características edafoclimaticas.	13
Suelo.	13
Humedad relativa (HR).	13

Temperatura.	13
Luz.	14
Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).	14
<b>Requerimientos agronómicos.</b>	<b>15</b>
Sustratos.	15
Riegos.	15
PH.	15
Fertilización.	16
Marco y Densidad de plantación.	17
Poda y tutoreo.	17
Polinización.	18
Variedades.	19
<b>Generalidades del invernadero.</b>	<b>20</b>
<b>Importancia del invernadero.</b>	<b>20</b>
<b>Tipos.</b>	<b>21</b>
<b>Usos.</b>	<b>22</b>
<b>Ventajas.</b>	<b>23</b>
<b>Desventajas.</b>	<b>23</b>
<b>MATERIALES Y METODOS.</b>	<b>24</b>
Clima.	24
Suelo.	24
Características del invernadero.	24
Descripción del material experimental.	25
Fertilizante foliar orgánico TRX.	25
Material vegetal.	25
Material de campo.	25
Diseño y modelo estadístico.	26
Variables evaluadas.	26
Altura de planta.	26
Numero de flores.	26
Numero de frutos.	26

Peso del fruto.	27
Firmeza.	27
Grados brix.	27
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.</b>	<b>28</b>
Altura de planta.	28
Numero de flores.	29
Numero de frutos.	30
Peso de fruto del tomate.	31
Firmeza.	32
Grados brix.	33
<b>CONCLUSIONES.</b>	<b>34</b>
<b>LITERATURA CITADA.</b>	<b>35</b>

#### INDICE DE CUADROS

Composición química y física de algunos abonos orgánicos.	5
Composición química y nutritiva del fruto.	12
Temperaturas para varios estadíos de desarrollo del tomate en el campo.	14
Sugerencias de fertilización para cultivo en invernadero en suelo.	17
Descripción de los tratamientos.	25

#### INDICE DE FIGURAS

Fig. 1.- Comportamiento de medias y significancia de la variable altura de planta de tomate.	28
Fig. 2.- Significancia estadística de la variable numero de flores en el cultivo de tomate.	29
Fig. 3.- Significancia estadística de la variable número de frutos en el Cultivo de tomate.	30

<b>Fig. 4- Comportamiento de medias y significancia de la variable Peso de tomate.</b>	<b>31</b>
<b>Fig. 5.- Comportamiento de medias y significancia de la variable firmeza en frutos de tomate.</b>	<b>32</b>
<b>Fig. 6.- Comportamiento de medias y significancia de la variable grados brix en frutos de tomate.</b>	<b>33</b>

## RESUMEN

Los abonos orgánicos son muy importantes actualmente en el ecosistema y en la agricultura puesto que no contaminan aire, agua, suelo, no generan desechos tóxicos, etc. Por tal característica son muy usados en la aplicación a productos agrícolas de consumo, como es éste el caso pues se aplicó el fertilizante líquido foliar orgánico TRX en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero, obteniendo resultados importantes como la altura de planta de 50 Cm en hábito determinado, con un total de 12 flores y 6 frutos por planta, frutos de 92 gr con una firmeza de 4 lbs./pul<sup>2</sup> y con un contenido de 5.8 grados brix; lo que nos indica que los resultados son satisfactorios para la utilización del fertilizante foliar orgánico TRX en la producción de tomate en invernadero.

### **Palabras clave:**

Efecto, Fertilizante, Orgánico, Foliar, TRX, Tomate, *Lycopersicon esculentum*, Narro.

## INTRODUCCION

Actualmente se ha demostrado que los abonos orgánicos son absorbidos con gran facilidad y mayormente asimilados en comparación de los abonos químicos, los abonos orgánicos son muy importantes en la generación de divisas por ejemplo el fertilizante Bocashi demanda 757,730 Libras anuales, además son fuentes de varios nutrientes esenciales para las plantas, elevando el potencial de fertilidad del suelo. También contribuyen a incrementar el desarrollo radicular de las plantas mejorando el sostén de las mismas, promueven la sanidad del cultivo y aportan hormonas que influyen positivamente los mecanismos fisiológicos de las especies vegetales, por lo consiguiente es muy importante para el cultivo del tomate en México ya que éste con la producción de 75,000 ha se emplean a 172 mil trabajadores de campo, y es un producto que lo podemos servir crudo, cocido, estofado, frito, encurtido, como una salsa o en combinación con otros alimentos. Se puede usar como ingrediente en la cocina y puede ser procesado industrialmente entero o como pasta, jugo, polvo, etc., la exportación de tomate representa para nuestro país una importante fuente de divisas, pues para el año 2000 generó 462.6 millones de dólares en nuestro País la producción de tomate y hortalizas en invernadero a mostrado un incremento considerable en pocos años, pues en el 2002 se tenían establecidas 1,205 ha de las cuales 830 ha eran de tomate y estaban en construcción 365 ha más, por la importancia de los cultivos y de los abonos orgánicos no podemos arriesgar a utilizar los abonos químicos puesto que son altamente contaminantes para el suelo y para el medio ambiente dejando residuos tóxicos tanto en el suelo, agua aire y hasta en los productos alimenticios, por eso se recomienda utilizar el abono ó fertilizante foliar TRX, además de que no contaminara el medio ambiente, fácil manejo, menos estrés para la planta, éste fertilizante garantizara mayor asimilación de nutrientes y por lo tanto mayor rendimiento de cosecha.

## OBJETIVOS

Evaluar las diferentes dosis de aplicación del fertilizante foliar TRX de acuerdo al rendimiento y calidad de fruto en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*).

Encontrar la dosis de aplicación adecuada para el rendimiento y calidad de fruto en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*).

## HIPOTESIS

De todas las diferentes dosis de aplicación por lo menos una de ellas será la que incremente considerablemente el rendimiento y la calidad de fruto en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*).

## REVISION DE LITERATURA

### **Generalidades de los fertilizantes ó abonos orgánicos**

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de donde las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrimentos (Trinidad Santos, P. 1).

### **Origen é historia**

Los abonos orgánicos han tenido su origen desde el origen de la agricultura con la utilización de los residuos de cosechas al ser incorporados, y después con el uso de estiércoles de animales domésticos, solo que fue hasta el siglo XIX cuando comenzó a tener mayor auge y se empezó a comercializar teniendo ahora gran importancia en la agricultura moderna.

### **Importancia de los fertilizantes orgánicos**

La importancia de producir este tipo de abono, es porque cada día los productos orgánicos están generando una mayor demanda, debido a que el uso de fertilizantes químicos daña en gran medida el medio ambiente (Zamora, et al., 2006, P.1).

La mayoría de los insumos necesarios para su elaboración, se consiguen como desperdicio, por lo que su fabricación resulta sencilla y de bajo costo. La proyección de la demanda del abono, se calculo en base a encuestas realizadas en los locales en donde se estima colocar el producto para le venta, obteniendo como resultado una demanda de 757,730 Libras de Bocashi anuales (Zamora, et al., 2006, P.1).

Con estos abonos, aumentamos la capacidad que posee el suelo de absorber los distintos elementos nutritivos. Actualmente se están buscando nuevos productos en la agricultura, que sean totalmente naturales. Para ello y en diversos laboratorios, se extraen aquellas sustancias más interesantes, para fortalecer las diferentes plantas que se cultivan bajo invernadero, pero también se pueden emplear en plantas ornamentales, frutales, etc. **(Aguilar, 2007, P. 1).**

En búsqueda de mejorar las condiciones ambientales y la salud del suelo, el uso de los abonos orgánicos es una alternativa sostenible para mantener una fertilidad más natural en los suelos agroindustriales. A nivel mundial, se ha observado que el uso y la comercialización de estos abonos es cada vez más fuerte, representado directamente por la adaptación de las metodologías apropiadas para su preparación y en las casas productoras tecnificadas que aprovechan los residuos orgánicos de diversas actividades agroindustriales **(Fontagro, et al., P. 2).**

Además son fuentes de varios nutrientes esenciales para las plantas, elevando el potencial de fertilidad del suelo. También contribuyen a incrementar el desarrollo radicular de las plantas mejorando el sostén de las mismas, promueven la sanidad del cultivo y aportan hormonas que influyen positivamente los mecanismos fisiológicos de las especies vegetales **(Blanco Sandoval, P. 16).**

### Tipos

Los tipos de abonos orgánicos más utilizados son los siguientes:

- Los residuos de las cosechas
- Los estiércoles de los animales
- El compost
- La lombricomposta
- Los abonos verdes

- Los abonos líquidos
- Los biofertilizantes

(Blanco Sandoval, Pp. 15-16).

#### Composición química y física de algunos abonos orgánicos

Características	Bobinaza	Equinaza	Ovinaza	Porquinaza	Gallinaza	Lombrinaza
Humedad %	---	---	---	---	---	24
Materia Orgánica %	6.4	10.4	13	13	20	35
Nitrógeno %	0.32	0.52	0.65	0.6	1	1.5
Fosforo %	0.21	0.3	0.46	0.46	0.8	1.97
Potasio %	0.16	0.24	0.23	0.44	0.4	1.19
Calcio %	0.34	0.15	0.46	0.09	---	3.4
Magnesio %	---	---	---	---	---	1.28
Relación Carbono: Nitrógeno	---	---	---	---	---	13

(Blanco Sandoval, P. 18).

#### Características del fertilizante foliar orgánico

Los abonos orgánicos tienen unas propiedades, que ejercen unos determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de este. Básicamente, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades:

#### Propiedades físicas.

- El abono orgánico por su color oscuro, absorbe más las radiaciones solares, con lo que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.
- El abono orgánico mejora la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y más compactos a los arenosos.
- Mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación.
- Disminuyen la erosión del suelo, tanto de agua como de viento.
- Aumentan la retención de agua en el suelo, por lo que se absorbe más el agua cuando llueve o se riega, y retienen durante mucho tiempo.

### Propiedades químicas.

- Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- Aumentan también la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que aumentamos la fertilidad.

### Propiedades biológicas.

- Los abonos orgánicos favorecen la aireación y oxigenación del suelo, por lo que hay mayor actividad radicular y mayor actividad de los microorganismos aerobios.
- Los abonos orgánicos constituyen una fuente de energía para los microorganismos, por lo que se multiplican rápidamente.

(Aguilar, 2007, P. 1).

### Composición y usos

El extracto de algas, es normalmente producto compuesto de carbohidratos promotores del crecimiento vegetal, aminoácidos solubles.

Otro tipo de abono orgánico, se basa en ser un excelente bioestimulante y enraizante vegetal, debido a su contenido y aporte de auxinas de origen natural, vitaminas, citoquininas, micro elementos y otras sustancias, que favorecen el desarrollo y crecimiento de toda la planta.

Otro abono orgánico, contiene un elevado contenido en aminoácidos libres, lo cual significa que actúa como activador del desarrollo vegetativo, mejorando el calibre y coloración de los frutos, etc.

Por último podemos destacar los típicos abonos orgánicos, que poseen gran cantidad de materia orgánica, por lo que favorecen la fertilidad del suelo, incrementan la actividad microbiana de este, y facilitan el transporte de nutrientes a la planta a través de las raíces (Aguilar, 2007, P. 1).

## **Generalidades del Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*)**

El tomate es una planta perenne, arbustiva que se cultiva como anual. Puede desarrollarse de forma rastrera, semiérecta o erecta. (Quiminet, 2006, P. 1). Todas las especies del género *Lycopersicon* presentan 12 pares de cromosomas. Mas de 1000 genes son conocidos y aproximados 258 ya fueron mapeados y ubicados con gran precisión. Como especie presenta una alta variabilidad genética natural, muy expresiva. Es una planta autógama (INTA, 2001, P. 1).

### **Origen é historia**

El origen del género *Lycopersicon* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó, durante el siglo XVI, se consumían tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, en el mismo siglo fueron llevados a España y servían como alimento tanto en España como en Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos, y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá (QUIMINET, 2006, P. 1).

### **Distribución geográfica**

En México, el tomate se ubica entre las cuatro primeras hortalizas. En condiciones de campo abierto se cultivan alrededor de 70,000 ha Los estados de: Sinaloa, Morelos, San Luis Potosí, Baja California Norte y Michoacán son los principales estados productores.

Entre los estados con mayor superficie con invernaderos destacan: Jalisco, Sinaloa, Baja California Sur y Baja California Norte con: 262, 249, 206 Y 125 ha respectivamente (Zapata, 2004, P. 2).

### Importancia socioeconómica del cultivo de tomate

El cultivo del tomate en México tiene una trascendencia social muy importante, puesto que una parte considerable de la población económicamente activa se encuentra relacionada directa o indirectamente con el cultivo del tomate. El cultivo del tomate es una importante fuente de empleo para un considerable número de familias en México. Se estima que para la producción de 75,000 hectáreas de tomate se emplean a 172 mil trabajadores de campo.

Pocos productos hortícolas permiten tal diversidad de usos como el tomate. Se puede servir crudo, cocido, estofado, frito, encurtido, como una salsa o en combinación con otros alimentos. Se puede usar como ingrediente en la cocina y puede ser procesado industrialmente entero o como pasta, jugo, polvo, etc.

En la actualidad este cultivo ha adquirido importancia económica en todo el mundo. La exportación de tomate representa para nuestro país una importante fuente de divisas, al ser ubicado como el tercer país exportador de tomate en el mundo. Para México, el tomate representa el 41% del total de las exportaciones agrícolas, las cuales, el 22% son exclusivamente tomates. La exportación de tomate le generó a México divisas por un monto de 539.4 millones de dólares en 1996, 523.4 millones en 1997, 638.1 millones 1998; 534.8 millones en 1999 y 462.6 millones de dólares en el año 2000 (Artículo pdf 1, P. 4).

El tomate es la hortaliza más extensamente cultivada en el mundo, después de la papa. Comercialmente se producen 45 millones de toneladas métricas de tomate por año en 2.2 millones de hectáreas, pero sólo el 15% de la producción corresponde a los trópicos. Por lo que respecta a México la producción de

hortalizas en invernadero a mostrado un incremento considerable en pocos años, pues en el 2002 se tenían establecidas 1,205 ha de las cuales 830 ha eran de tomate (principalmente bola y cherry) y estaban en construcción 365 ha mas. Es importante destacar que en México el 80% de la producción bajo invernadero se realiza en suelo (Zapata, 2004, Pp. 1-2).

### Taxonomía del cultivo de tomate

Este cultivo pertenece al reino de los vegetales, división *Tracheophyta*, clase Angiosperma, subclase *Dicotiledónea*, orden *Tubifloral*, familia Solanácea. el género es *Lycopersicon*, el subgénero *Eulycopersicon* y la especie *esculentum*, Mill. Se conocen nueve especies del género *Lycopersicon*, pero solamente *Lycopersicon esculentum* Mill., es cultivada comercialmente como hortaliza. Las especies silvestres de este género tienen gran importancia en el mejoramiento del tomate (Del Busto, et alt., 2000, P. 3-4).

### Características morfológicas

#### Porte de la planta

La planta de tomate tiene dos tipos de crecimientos cuales se eligen y/o se determinan de acuerdo al manejo que se le va a dar.

El crecimiento determinado: es causado por un gen recesivo *sp*, se caracteriza por tener un crecimiento limitado ya que el tallo principal y todas sus ramificaciones terminan en un racimo que limita su crecimiento vegetativo, las plantas poseen entrenudos cortos, formando generalmente el primer racimo después de seis o siete hojas, y el resto de los racimos entre una o dos hojas y hasta cinco inflorescencias en el tallo principal (Del Busto, et alt., 2000, P. 10).

El crecimiento indeterminado: lo causa el gen dominante *sp+*. El grupo se caracteriza por un crecimiento ilimitado de su tallo principal, el racimo ya

terminado, forma un hijo en el seno de la última hoja que prosigue el crecimiento del tallo. El primer racimo aparece generalmente después de siete a diez hojas y, casi siempre los racimos se forman espaciados por tres hojas. Las plantas pueden alcanzar alturas superiores a los dos metros y portar un número importante de racimos **(Del Busto, et al., 2000, P. 10)**.

### Raíz

El sistema radicular del tomate consiste de 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 a treinta y cinco centímetros de profundidad, pero algunas raíces pueden alcanzar más de un metro **(Del Busto, et al., 2000, P. 4)**. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera hacia dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes, corteza y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes) **(QUIMINET, 2006, P. 1)**.

### Tallo

La planta presenta un porte erecto, herbáceo. La parte adulta del tallo es semileñosa y en contacto con el suelo emite raíces adventicias con facilidad **(Del Busto, et al., 2000, P. 4)**. El tallo principal tiene un grosor que oscila entre 2-4 cm en su base, sobre el que se van desarrollando hojas, tallos secundarios (ramificación simpoidal) e inflorescencias. Su estructura, de fuera hacia dentro, consta de: epidermis, de la que parten hacia el exterior los pelos glandulares, corteza, cuyas células más externas son fotosintéticas y las más internas son colenquimáticas, **(QUIMINET, 2006, P. 1)**.

## Hoja

Después de desplegar dos hojas cotiledonales ovales, la planta puede emitir de seis a catorce hojas verdaderas antes de producir su primera inflorescencia. Estas hojas son alternas y compuestas de un número impar de folíolos peciolados con limbo oval y bordes serrados. Están cubiertas con pelos glandulares que emiten un olor característico cuando son apretados. Las axilas foliares producen ramas laterales que se desarrollan (Del Busto, et al., 2000, P. 4). La hoja es compuesta e imparipinnada, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas. Dentro del parénquima, la zona superior o zona en empalizada, es rica en cloroplastos. Los haces vasculares son prominentes, sobre todo en el envés, y constan de un nervio principal (QUIMINET, 2006, P. 1).

## Flor

La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de 5 o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo y dispuestos de forma helicoidal a intervalos de  $135^\circ$ , de igual número de estambres soldados que se alternan con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo, y de un ovario vi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias de tipo racimosas, generalmente en número de 3 a 10 en variedades comerciales de tomate calibre M y G; es frecuente que el eje principal de la inflorescencia se ramifique por debajo de la primera flor formada dando lugar a una inflorescencia compuesta, de forma que se han descrito algunas con más de 300 flores. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. La flor se une al eje floral por medio de un pedicelo articulado que contiene la zona de abscisión, que se distingue por un engrosamiento con un pequeño surco originado por una reducción del espesor del cortex. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas (QUIMINET, 2006, P. 1).

## Fruto

El fruto es una baya vi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 gramos. Está constituido por el pericarpio, tejido placentario y semillas (QUIMINET, 2006, P. 1).

Composición química y nutritiva del fruto: La amplia aceptación y preferencia del tomate se debe a sus cualidades gustativas, a la posibilidad de su amplio uso en estado fresco, elaborado en múltiples formas y su relativo aporte de vitaminas y minerales.

### **Composición química y nutritiva del fruto**

<b>Promedio por 100 g de producto fresco comestible.</b>			
Desecho	6.00 %	Caroteno	0.50 mg
Materia Seca	6.20 g	Tiamina	0.06 mg
Energía	20.00 Kcal	Riboflavina	0.04 mg
Proteína	1.20 g	Niacina	0.60 mg
Fibras	0.70 g	Vitamina C	23.00 mg
Calcio	7.00 mg	VNM*	2.39
Hierro	0.60 mg	VNM/100g M.S.	38.50
<b>*VNM = Valor Nutritivo Medio</b>			
<b>Promedio del jugo</b>			
Agua	93-96 %		
Azúcares	2.00-3.50 %		
Ácidos orgánicos	0.25-.50 %		
Sustancias insolubles	0.70-1.00 %		
Amino-ácidos y Proteínas solubles	0.60-1.20%		
Elementos minerales	0.30-0.60 %		
<b>(Del Busto, et alt., 2000, P. 10).</b>			

### Semilla

La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable (Zapata, 2004, P. 5).

### Características edafoclimáticas

#### Suelo

El suelo para la siembra, éste debe preferentemente ser profundo. Las raíces del Tomate, se desarrollan a una profundidad de 60 centímetros, con un 70% de ellas en los primeros 20 centímetros. Es necesario que se tenga buen drenaje, las raíces de las plantas de Tomate no toleran excesos de agua. Los suelos profundos clasificados como migajón arenoso, combinan el buen drenaje y la buena capacidad de la retención del agua. Los suelos arenosos son muy aceptables, pero el costo del agua y los fertilizantes es mayor. Los suelos arcillosos requieren de muy buen manejo (Artículo pdf 2, P. 1).

#### Humedad relativa (HR)

La humedad relativa óptima para los invernaderos de tomates es entre el 60 y el 70 % (Snyder Richard, P. 8).

#### Temperatura

Una temperatura del día entre 21 y 28 °C es la óptima, mientras que de noche la óptima para tomates de invernadero está entre 16 y 18 °C (Snyder Richard, P. 8). La germinación de la semilla ocurre cuando existen condiciones adecuadas de humedad, aireación y temperatura. El rango favorable de temperatura se establece entre 15 y 30°C, temperaturas inferiores retardan la germinación y prolongan la emergencia de las plántulas, provocando desigualdad. Las temperaturas elevadas retardan la formación de los racimos, reducen el número

de flores por racimos y el tamaño de las flores. La calidad del polen se afecta igualmente. La temperatura óptima durante la noche, para este estado, es de 13-17 °C y 23 °C, durante el día.

(Del Busto, et al., 2000, P. 4).

<b>Temperaturas para varios estadios de desarrollo del tomate en el campo.</b>			
<b>Estadios de desarrollo de la planta</b>			
	<i>Temperatura °C</i>		
<b>Etapas vegetativas</b>	<b>Mínima</b>	<b>Óptima</b>	<b>Máxima</b>
Germinación	11	16-29	34
Crecimiento Vegetativo	18	21-24	32
Fructificación-noche	10	14-17	20
Fructificación-día	18	19-24	30
Desarrollo color rojo	10	19-24	30

**Fuente: (Del Busto, et al., 2000, P. 4.)**

### Luz

La intensidad luminosa débil tiene el mismo efecto que la temperatura elevada, puesto que la reducción del nivel de iluminación de 10 000 a 2 500 luxes, retardó el inicio de la floración y permitió un mayor número de hojas antes de la misma. La luz es favorable también para la fructificación del tomate, ya que su ausencia desfavorece la polinización. Se ha demostrado que la fructificación es mejor con una iluminación de 14 horas por día que cuando éstas se mantienen solo siete horas pero una alta intensidad luminosa unida a una alta temperatura incide negativamente en la fructificación (Del Busto, et al., 2000, P. 6).

### Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Del enriquecimiento en CO<sub>2</sub> del invernadero depende la calidad, la productividad y la precocidad de los cultivos. Hay que tener presente que un exceso de CO<sub>2</sub> produce daños debidos al cierre de los estomas, que cesan la fotosíntesis y

pueden originar quemaduras. En el cultivo del tomate las cantidades óptimas de CO son de 700-800 ppm (Infoagro, P. 1).

### Requerimientos agronómicos

El cultivo del tomate para su producción requiere de ciertas condiciones de agua, sustratos, fertilización, etc. Para facilitar el manejo.

#### Sustratos

Existen muchos tipos de medios de cultivos para los suelos de los invernaderos de tomates. Estos sistemas incluyen NFT (técnica del film del nutriente), conductos de PVC, arena, cultivo en el suelo, en cubetas o canal, lana de roca, y varios tipos de agregados o sustratos para el suelo. Este último grupo incluye la turba musgosa y las mezclas de turba y perlita, perlita, agregados de roca y lana, lana de vidrio, corteza de pino, y muchos otros. El volumen de partículas del medio o agregados recomendado es 1/2 pie cúbico por planta. (Snyder Richard, P. 5).

#### Riegos

El volumen de agua variará dependiendo de etapa fenológica y del tamaño de las plantas. Los nuevos trasplantes necesitan 2 onzas (50 ml) por planta por día. A la madurez, en los días soleados, de todas maneras, las plantas pueden necesitar hasta 3 cuartos de galón (2,7 litros) de agua por planta por día (Snyder Richard, P. 11).

#### PH

El rango de pH óptimo para la solución de nutrientes es 5.6 a 5.8 (Snyder Richard, P. 11).

## Fertilización

La solución modificada de Steiner dará los siguientes Nutrientes (ppm diluidas en una solución al 100%):

171 N (nitrógeno)  
48 P (fosforo)  
304 K (potasio)  
180 Ca (calcio)  
48 Mg (magnesio)  
3 Fe (hierro)  
1-2 Mn (manganeso)  
1 B (boro)  
0.4 Zn (zinc)  
0.2 Cu (cobre)  
0.1 Mo (molibdeno)

El uso sugerido de la solución modificada de Steiner es la siguiente:

- **Cultivo de otoño.**

- Desde trasplante a primera flor en el cuarto racimo 40-50% concentrado.
- Desde primera flor en el cuarto racimo hasta el final del cultivo 85-90% concentrado.

- **Cultivo de primavera.**

- Desde trasplante a primera flor en el cuarto racimo 40-50% concentrado
- Desde primera flor en el cuarto racimo a primera flor en el quinto racimo 85-90% concentrado
- Desde primera flor en el quinto racimo hasta el 1 de Mayo 100% concentrado
- Desde el 1 de Mayo hasta el 1 de Junio 75% concentrado
- Desde el 1 de Junio hasta el final del cultivo 60% concentrado

(Snyder Richard, P. 15-16).

### Sugerencias de fertilización para cultivo en invernadero en suelo:

Etapa fenológica	Relación N : P O : K O	N (gr/m <sup>3</sup> )	N/Día (Kg/ha)	CaO (gr/m <sup>3</sup> )	MgO (gr/m <sup>3</sup> )
De trasplante a 1a flor	01:01:01	100-150	3 á 4	60	40
Hasta fecundación de 4-5 ramilletes	1 : 0.5 : 1.6 ó 1 : 0.5 : 2	150-200	Aumentar paulatina mente	100	50
Hasta corte de ápice superior	1 : 0.5 : 1.6 ó 1 : 0.5 : 2	200	5 á 6	120	50
Hasta final de cosecha	1 : 0.5 : 1.6 ó 1 : 0.5 : 2	100	3	60	40

(Zapata, 2004, P. 5).

### Marco y Densidad de plantación

Se sugiere utilizar una densidad de población de 20 mil a 30 mil plantas/ha, la cual se puede lograr trasplantando en camas meloneras en arreglo a doble hilera, con distancia entre camas de 1.80 a 2.0 m. y espaciamento entre plantas dentro de la misma hilera: de 40 a 50 cm. El espaciamento entre hileras dentro de la misma cama puede ser de 40 cm (Zapata, 2004, P. 10).

### Poda y tutoreo

Para una mejor producción, pode las plantas de tomates de tal forma de contar con solo un tallo principal removiendo los brotes laterales, llamados comúnmente "chupones". Cada chupón se formara en el punto donde nace cada hoja del tallo principal, por encima del peciolo de la hoja. Es mejor tener un tallo principal que lleve las frutas, ya que esta práctica producirá frutas más grandes, más uniformes y de más calidad.

Se aconseja dejar uno a dos chupones chicos en los meristemos por si se quiebra se puede dejar que uno de estos chupones crezca y se transforme en la punta de dicha planta.

La poda de los racimos también mejorara el tamaño y la uniformidad. Esto implica eliminar las frutas mas chicas de algunos racimos, dejando las tres, cuatro o cinco mejores. Elimine la fruta malformada primero. De otra manera, elimine la fruta más chica, la cual es generalmente la última formada en cada racimo.

Coloque un sistema de soporte de alambres por encima del cultivo. Use alambre galvanizado de 3/32 pulgadas o más. Estos alambres van paralelos a la dirección de la hilera de plantación y a 2.1 m del nivel del suelo. Corte trozos de 4.2 m de largo, así están lo suficiente sueltos para permitir que las plantas se apoyen y cuelguen cuando lleguen a la altura del alambre. **(Snyder Richard, P. 6).**

### Polinización

Las plantas de tomates de campo son polinizadas principalmente por el viento. **(Snyder Richard, P. 7).** En el invernadero, el viento no es lo suficientemente fuerte como para mover las flores y transferir el polen. A pesar de que el invernadero esta ventilado con ventiladores, en días frescos cuando los ventiladores no están en funcionamiento, el aire es relativamente quieto. **(Snyder Richard, P. 7).**

La planta de tomate es autógama en aproximadamente un 95-99%; la polinización cruzada varía del 0.5 al 5% y se favorece principalmente por insectos. El estigma es receptivo desde 1 a 2 días antes de que ocurra la dehiscencia y permanece así hasta 8 días después; las anteras se abren 1 o 2 días después de que ocurre la anthesis, favoreciéndose la polinización mediante la caída directa de los granos de polen sobre el pistilo. El polen es liberado abundantemente en días brillantes con temperaturas que exceden los 20° C.

La temperatura ideal en el invernadero no debe bajar en la noche a menos de 15.5° C y no exceder a 29.4° C durante el día. A altas o bajas temperaturas, la germinación y el crecimiento del tubo del polen se reducen grandemente.

La alta humedad relativa mantiene el polen húmedo y pegajoso, excepto a mediodía y reduce las posibilidades de su transferencia de las anteras al estigma. La humedad relativa óptima para la polinización es de 70%.

La polinización se puede mejorar mediante movimientos de las inflorescencias que pueden ser por métodos variados, pero el que se ha impuesto es el movimiento de la planta con un chorro de aire con máquinas de mochila o con golpes vibrantes al emparrillado del entutorado.

El uso de insectos básicamente concierne al uso de abejorros *Bombus terrestris*, es el que por su rusticidad se ha impuesto. Visita entre 6 y 10 flores por minuto, siendo así, una colmena sería capaz de polinizar entre 20 y 50,000 flores diariamente. En promedio se requiere una colmena por cada 1,000 m<sup>2</sup>. El uso de abejorro incrementa considerablemente el rendimiento y una mayor proporción de frutos grandes comparados con los de polinización a mano o sopladores (Zapata, 2004, P. 12).

### Variedades

Para la selección de variedades se deben considerar los siguientes aspectos:

- Tamaño de la fruta deseada.
- Resistencia á enfermedades.
- Falta de problemas fisiológicos, por ej. Ranuras, cara de gato, podredumbre del final de la floración.
- Rendimiento con respecto a la uniformidad de tamaño de la fruta.
- Demanda del mercado.

(Snyder Richard, P. 3)

## **Generalidades del invernadero**

Un invernadero es una instalación cubierta y abrigada artificialmente con materiales transparentes para defender a las plantas de la acción de los meteoros exteriores. El volumen interior del recinto, permite el desarrollo de los cultivos en todo su ciclo vegetativo (Del Busto, et al., 2000, P. 8).

## **Importancia del invernadero**

La producción de hortalizas en pequeñas superficies en condiciones protegidas o invernadero, se realiza principalmente para satisfacer las necesidades de consumo de una comunidad o para la venta de sus excedentes. La producción en superficies mayores se realiza para la venta del producto en el mercado nacional o para exportación. En el primero o segundo caso representa una oportunidad de empleo para los habitantes de la comunidad y sus alrededores.

En México, la producción de hortalizas en invernadero se inició desde hace aproximadamente 10 años. Desde entonces, nuestro país ha entrado a la carrera tecnológica para producción de hortalizas en invernadero con calidad de exportación con alto valor agregado, incrementando su superficie de producción en más del 400% en los últimos 10 años.

Actualmente, se han formado alianzas estratégicas entre productores de México y diferentes países de América y Europa, aprovechando las ventajas que ofrece nuestro país. La producción en invernadero, como todo proyecto de inversión, requiere en primer lugar de un estudio minucioso de todas las variables que se deben de considerar para lograr el éxito esperado.

Se debe realizar un estudio de rentabilidad para satisfacer las interrogantes de los inversionistas o proveedores de recursos, incluyendo la siguiente información:

1. Análisis de la ubicación del lugar destinado a desarrollar el proyecto de inversión.
  2. Análisis climatológico.
  3. Determinación del tipo de invernadero a instalar.
  4. Programa de producción del cultivo seleccionado.
  5. Paquete tecnológico del cultivo a desarrollar.
  6. Flujo de efectivo del proyecto durante el tiempo del financiamiento.
  7. Desglose de las inversiones a realizar y su monto.
  8. Resumen financiero.
  9. Se debe tener una lista para la adquisición directa del material necesario. Esta lista incluye:
    - a) Tipo de artículo
    - b) Cantidad
    - c) Precio
    - d) Nombre del proveedor y persona contactada
    - e) Teléfono y fax.
- (Zapata, 2004, Pp. 20-22).

### Tipos

#### Túnel

Invernaderos con altura y anchura variables, pero normalmente con una estructura que supera los 2.753m<sup>3</sup> de aire/m<sup>2</sup>. Posee alta resistencia al viento, alta transmisión de luz y es apto para materiales de cobertura flexibles y rígidos. Recomendados para cultivos de bajo o mediano porte.

#### Vertitúnel

En algunas regiones del país se ha desarrollado un invernadero con canalones y techo de forma arqueada, con ventilación cenital y en ocasiones terminado en punta. La estructura del invernadero es ligera y permite un manejo adecuado - de las cubiertas a utilizar.

### Rústico

Originarios de Almería, España. Están hechos de palos y alambres como las estructuras de las parras de la vid. Actualmente los palos se sustituyen por caños galvanizados como sostén o por muertos enterrados (doble alambre del 8). Son de gran resistencia a los vientos pero deficiente en la ventilación, ya que es complicado que posean ventanas.

### Holandés

De vidrio, con paneles que descansan sobre los canales que recogen agua de lluvia. Anchura de 3.2 m y separación de postes de 3 m. Carecen de ventanas laterales, pero tienen ventanas cenitales. Son de buen comportamiento térmico y alto grado de control de condiciones ambiental. Su costo es alto.

### Capilla

Una de las estructuras más antiguas. La pendiente del techo es variable según la radiación y el nivel de lluvias. Las dimensiones del ancho varían entre 6 y 12 m. La altura de los laterales varía entre 2.0 y 2.5 m y la de la cumbre de 3.0 a 3.5 m. La ventilación de estos invernaderos en unidades sueltas no ofrece dificultades, tornándose más difícil cuando varios de estos invernaderos se agrupan formando baterías.

Este último es el más recomendable por su versatilidad y adaptabilidad a diferentes tipos de cultivo y diferentes climas.

**(Linares, et al., 2004, P. 10-12).**

### Usos

Los invernaderos tienen gran aceptación en la agricultura puesto que aumentan considerablemente la producción y la calidad de los productos, también reducen los requerimientos de los cultivos como fertilizantes, agua, agroquímicos, etc. Y se usan prácticamente en la producción de casi todas las hortalizas (solanáceas,

crucíferas, cucurbitáceas, rosáceas, etc.), ornamentales, forrajes, plantas medicinales entre otros cultivos.

### Ventajas

Muchas son las ventajas que estas instalaciones imprimen a los cultivos de hortalizas entre ellas se encuentran:

- Cultivar fuera de época y conseguir mayor precocidad.
- Aumento de la producción.
- Obtención de mejor calidad.
- Mejor control de plagas y enfermedades.
- Ahorro en agua de riego.
- Sufrir menos riesgos catastróficos.
- Trabajar con más comodidad y seguridad.

**(Del Busto, et alt., P. 7)**

### Desventajas

- Alta especialización, empresarial y técnica, de las personas que se dedican a esta actividad productiva.
- Elevados gastos de producción (semilla, abonos, jornales, tratamientos, conservación, etc.), que aumentan considerablemente respecto a los mismos cultivos realizados al aire libre.

**(Del Busto, et alt., P. 7)**

## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevo acabo en el invernadero 3 del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, situada geográficamente a 25° 22' Latitud Norte, 101° 00' Longitud Oeste y altura de 1740 msnm, éste experimento se llevo acabo durante el periodo del 28 de septiembre 2006 al 18 de junio del 2008.

### **Clima**

Según Kopen y modificado por García (1973) el clima lo clasifica de tipo BW Hw (x') (c) seco, semicalido con invierno fresco extremo y templado, con lluvias en verano, la Temperatura media anual es de 19.8°C con oscilación de 10.4°C, los meses más cálidos son Junio, Julio, y Agosto con temperaturas máximas de 37°C, durante Diciembre y Enero se registran las temperaturas más bajas de hasta 10°C bajo Cero.

### **Suelo:**

Para ésta zona las características de los suelos son de un PH de 8.0, con bajo contenido de Materia Orgánica, con textura arcillo-limosa típicas de regiones semiáridas.

### **Características del invernadero:**

El tipo del invernadero es baticenital, esto significa que tiene ventilación pasiva (Cortinas móviles); con ventilación lateral en todos sus lados y cenital en cada nave, el área de dicho invernadero es de 1200 m, el plástico con el que esta construido es de tipo térmico calibre 200.

**Descripción del material experimental:**

**Fertilizante foliar orgánico TRX:**

Es un producto líquido viscoso de color verde oscuro obtenido de extractos de planta (s) sin especificar nombre común ni especie vegetal y que ofrece un alto valor nutrimental para las plantas.

**Material vegetal:**

Planta de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) del híbrido 22671"rio grande" de habito determinado, tipo saladette.

**Material de campo:**

Los materiales que se utilizaron fueron: cubetas de plástico de 20 litros rellenos con suelo calcáreo de la misma región, Atomizador de 600 mililitros para la aplicación de cloro durante el proceso de podas.

**Descripción de los tratamientos:**

Se utilizo un diseño completamente al azar con 6 tratamientos y 4 repeticiones con 2 plantas como parcela útil.

Tratamientos	gr MAP (11-46-00)	mm TRX/Planta
T1	4	0
T2	4	2
T3	4	4
T4	4	6
T5	4	8
T6	4	10

Fueron asperjados con atomizador a cada planta por separado.

## Diseño y modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad i = 1, 2, 3, \dots, t$$
$$j = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo tratamiento

$\mu$  = Media general

$\tau_i$  = Efecto del tratamiento i.

$\varepsilon_{ij}$  = Error aleatorio, donde  $\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$

### Variables evaluadas:

#### Altura de planta:

La determinación de esta variable se realizó utilizando una regla graduada de 30 centímetros.

#### Numero de flores:

La determinación de esta variable se realizó únicamente visualmente contando directamente las flores.

#### Numero de frutos:

Para evaluar esta variable se realizó directamente contando el número de frutos por maceta de cada tratamiento, la que dicho tratamiento cuenta con 20 repeticiones por tratamiento.

**Peso del fruto:**

La determinación de esta variable se realizó, utilizando el método gravimétrico pensado en una balanza granataria cada tomate antes de hacer otro tipo de evaluación. Para evitar la pérdida del peso del tomate.

**Firmeza:**

En esta evaluación se utilizó un penetrometro manual en Kg. Marca EFFEGI modelo FT 01 para la lectura menores de 500 gr.

**Grados brix:**

Para evaluar el contenido de azúcar en cada fruto (°brix), se utilizó un refractómetro manual marca Atago modelo ATC-1E utilizando el método directo de 0 a 32°.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Altura de planta:

Esta variable es muy importante ya que la altura de planta esta relacionada directamente con el tipo y la variedad del tomate, y de acuerdo a la prueba de tukey. No se encontró una diferencia estadística entre los tratamientos en estudio. (Figura 1).

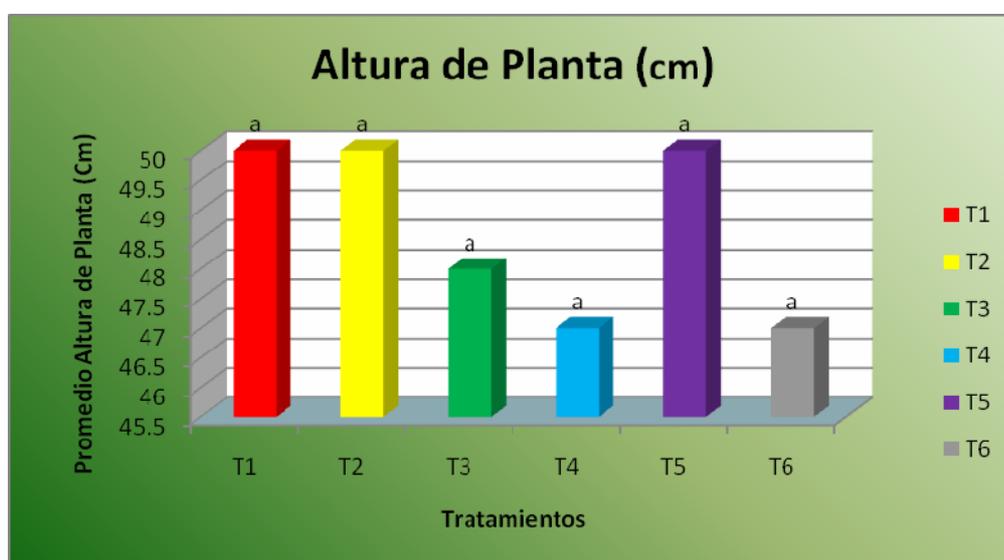


Fig. 1.- Comportamiento de medias y significancia de la variable altura de planta de tomate.

### Numero de flores:

Esta variable es muy importante ya que entre mas numero de flores, se tiene un mayor rendimiento y por lo consiguiente una mayor producción.

En el análisis de varianza para esta variable se observó que existe una diferencia altamente significativa ( $P < 0.05$ ) que de acuerdo a la prueba de tukey el tratamiento 1, que es el testigo sin fertilización orgánica (12 flores) fue el que obtuvo un mayor numero de flores por planta supero al Tratamiento 6, (5flores) con una diferencia de 7 flores por planta, los tratamientos T2, T3, T4 y T5 son estadísticamente iguales pero numéricamente diferentes al tratamiento T1 y T6 (Figura 2).

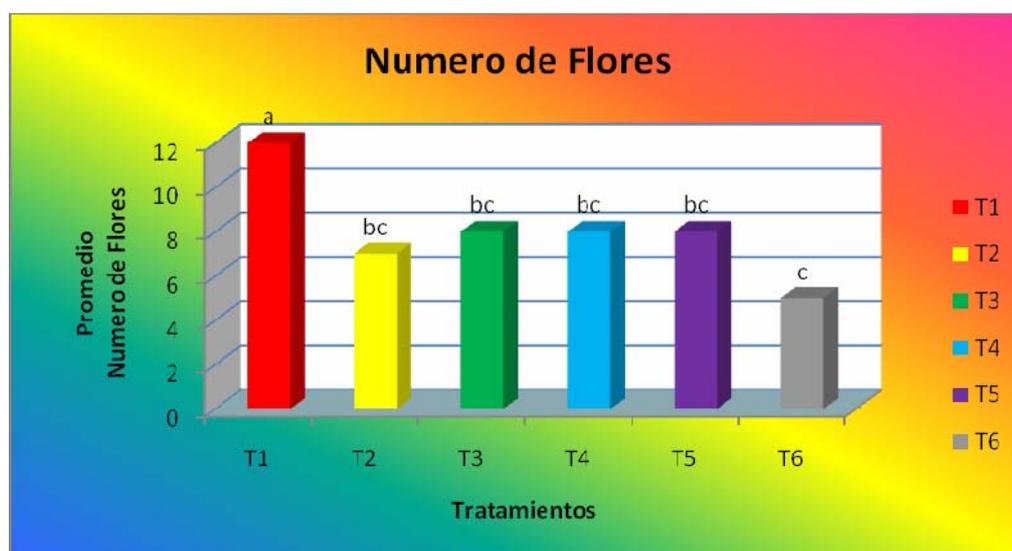


Fig. 2.- Significancia estadística de la variable numero de flores en el cultivo de tomate.

### Numero de frutos:

Esta variable es muy importante ya que entre mas numero de frutos, tendremos un mayor rendimiento y por lo consiguiente una mayor producción.

Al utilizar el diseño completamente al azar y la prueba de tukey correspondiente, se determinó que existe una diferencia significativa (P 0.05). Como se puede observar hay una mínima diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al número de frutos ya que se comportaron numéricamente diferentes. Entre el T5 (6 frutos) y que corresponde a la aplicación de g de fertilizante orgánico y el testigo (2 frutos) con una diferencia de 4 frutos por planta como se observar en la (Figura 3).



Fig. 3.- Significancia estadística de la variable número de frutos en el Cultivo de tomate.

### Peso de fruto del tomate:

Esta variable es muy importante ya del tamaño del fruto depende la calidad y la presentación, esta relacionada directamente con el tipo y la variedad del tomate.

Para la variable peso del fruto de tomate en (g) podemos observar que no hubo diferencia significativa entre los tratamientos ya que se comportaron estadísticamente iguales pero numéricamente el T2 fue el mejor (92 gr) y el de menor peso fue el T4 (78 gr) (Figura 4).

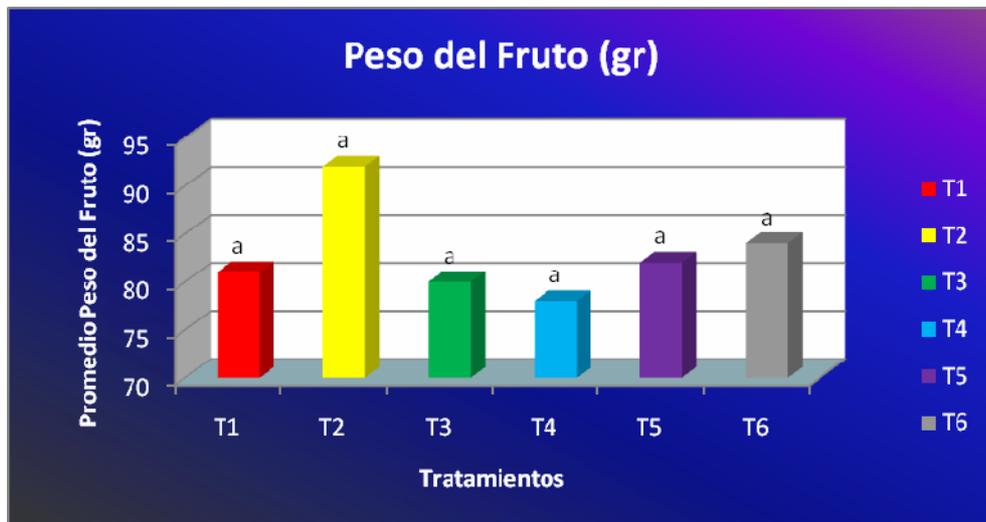


Fig. 4- Comportamiento de medias y significancia de la variable Peso de tomate.

**Firmeza:**

Estas variables son muy importantes ya que dependiendo de los grados brix depende la firmeza. Ya que son factores importantes en calidad y al mercado.

En cuanto a firmeza podemos observar que no hubo una diferencia significativa, aunque el tratamiento en donde el fruto presentó la menor resistencia al penetrometro fue el número 4. (Figura 5).

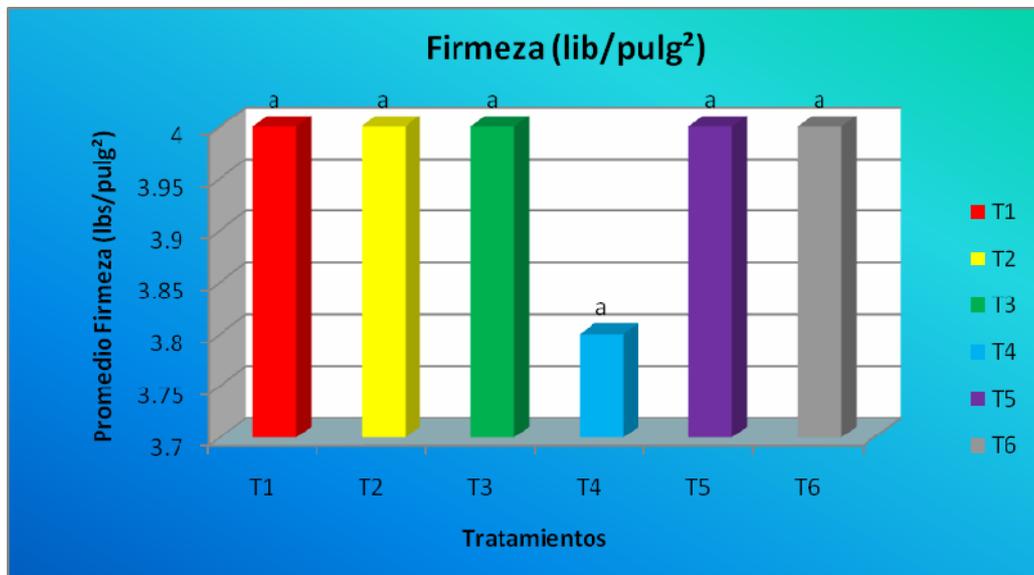


Fig. 5.- Comportamiento de medias y significancia de la variable firmeza en frutos de tomate.

### Grados brix:

Esta variable es muy importante ya que entre menor sea el % de grados brix se tendrá una mayor vida de anaquel ya que en la actualidad es un factor importante de calidad para el mercado.

Como se puede observar todos los tratamientos se comportaron estadísticamente iguales pero numéricamente el tratamiento 4, fue el mas alto en contenido (6.0) en comparación con los demás, (Figura 6).



Fig. 6.- Comportamiento de medias y significancia de la variable grados brix en frutos de tomate.

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, el **tratamiento 4** fue el único que tuvo diferencia significativa con la **variable Numero de frutos** con un promedio de **6 frutos/planta**; seguido de los tratamientos 2, 3 y 5 con un promedio de 5 frutos/planta, y nuevamente en la **variable Grados Brix** el **tratamiento 4** junto con el **tratamiento 2** fueron los únicos que obtuvieron diferencia significativa con **6 y 5.8 Grados brix**, respectivamente, seguidos de los tratamientos 1, 6 y 5, con 5.6, 5.4 y 5.3 respectivamente; En las **variables Altura de planta, peso de fruto y firmeza** no hubo diferencia significativa, en cambio en la **variable numero de flores** el **tratamiento 1** fue el único que tuvo diferencia significativa con un promedio de **12 flores/planta**.

Con base a los resultados el mejor tratamiento y la dosis que se elegirá como la **mejor** es el **tratamiento 4** ya que fue el único que tuvo diferencia significativa en las variables **numero de frutos (promedio de 6 frutos/planta), y Grados Brix (6)** y que en el resto de las variables se mantuvo significativamente igual con los otros tratamientos, a excepción de numero de flores.

Por los resultados del experimento, se recomienda la utilización del fertilizante foliar TRX para aumentar el rendimiento y calidad de frutos en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) en invernadero.

## LITERATURA CITADA

**Aguilar Tatiana, 2007**, Importancia de los abonos orgánicos, ficha técnica, Microbiólogos UDES. P. 1. Pagina de internet:

<http://microbiologos.blogspot.com/2007/08/abonos-organicos.html>

**Artículo pdf 1**, P. 1. Pagina de internet:

<http://www.snitt.org.mx/pdfs/demanda/jitomate.pdf>

**Artículo pdf 2**, P. 1. Pagina de internet:

[http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/sdr/Noticias/Adjuntos/CN\\_867CC\\_3389/producci%C3%B3n%20de%20tomate.pdf](http://www.chihuahua.gob.mx/atach2/sdr/Noticias/Adjuntos/CN_867CC_3389/producci%C3%B3n%20de%20tomate.pdf)

**Blanco Sandoval José Orlando**, Acondicionadores y mejoradores del suelo, Artículo científico, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Programa Nacional de Transferencia de Tecnología Agropecuaria – Pronatta, ICA (Instituto Colombiano Agropecuario), Cúcuta, Colombia. Pp. 15, 16 y 18. Pagina de internet:

[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/2006718153746\\_Acondicionadores%20y%20mejoradores%20de%20suelo.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/2006718153746_Acondicionadores%20y%20mejoradores%20de%20suelo.pdf)

**Del Busto Concepción Armando, Palomino Morejón Liudmila, León Sánchez Luis E., Cruz Lazo Ricardo, Hernández Gonzalo René, Jé García María, Santana Baños Yoyerlandy, 2000**, El cultivo de *Lycopersicon esculentum Mill* (Tomate) y la experiencia Cubana en la tecnología de cultivos protegidos. Pp. 3, 4, 6-8, 10. Pagina de internet.

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf/cultivo-tomate-tecnologia-cultivos-protectivos/cultivo-tomate-tecnologia-cultivos-protectivos.pdf>

**Fontagro, Inibap, IDIACF, Universidad de Tolima, CIBE, ESPOL, CATIE, 2006**, Subproyecto estandarización de enmiendas orgánicas en el cultivo de banano en República Dominicana, Colombia y Ecuador. P. 2. Pagina de internet:

[http://suelosbananeros.catie.ac.cr/docs/enmiendas/hoja\\_divulgativa.pdf](http://suelosbananeros.catie.ac.cr/docs/enmiendas/hoja_divulgativa.pdf)

**García, F.J. 1980.** Fertilización agrícola. Editorial AEDOS. Barcelona España. 2ª ed. P. 194.

**Infoagro,** El cultivo del tomate (1ª parte), P. 1. Pagina de internet:  
[http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_invernaderos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos.htm)

**INTA, 2001,** El tomate la más popular de las hortalizas, artículo científico, Estación Experimental Agropecuaria San Pedro, INTA San Pedro, Buenos Aires, Argentina. P. 1. Pagina de internet:  
[http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/ju\\_013.htm](http://www.inta.gov.ar/sanpedro/info/doc/hor/ju_013.htm)

**Linares Ontiveros Heladio, Arellano Flores Teresa, Arias García Gabriela, 2004,** Manejo de invernaderos, Ficha técnica. Pp. 10-12. Pagina de internet: (Palabra clave):  
Manual del participante  
Manejo de invernadero

**Quiminet, 2006,** El cultivo del tomate, pagina de información. P. 1. Pagina de internet:  
[http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_invernaderos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_invernaderos.htm)

**Snyder Richard G.,** Guía del cultivo del tomate en invernaderos, Truck Crops Branch Experiment Station, P. O. Box 231, Crystal Springs, M. S. 39059. Pp. 3, 5-8, 11, 15, 16. Pagina de internet:  
<http://msucare.com/espanol/pubs/p2419.pdf>

**Trinidad Santos Antonio,** Abonos orgánicos, ficha técnica, Instituto de Recursos Naturales, Colegio de Postgraduados, Estado de México. P. 1. Pagina de internet:  
<http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/publicaciones/fichas/listafichas/A-06-1.pdf>

**Zamora Gamero René, Lydieth Díaz Wendy, Rivera Iván Ricardo, 2006**, Elaboración de abono orgánico fermentado, Tipo Bocashi, Para consumo de la Ciudad de Tegucigalpa, Ficha técnica, EDUNITEC, Tegucigalpa, Honduras. P. 1. Pagina de internet:

[http://www.sb.unitec.edu/asp/getFicha.asp?glx=108159.glx&recnum=2&skin=&maxrecnum=4&searchString=\(@buscable%20S\)%20and%20\(@encabezamiento%20ABONOS%20and%20ORGANICOS\)&orderBy](http://www.sb.unitec.edu/asp/getFicha.asp?glx=108159.glx&recnum=2&skin=&maxrecnum=4&searchString=(@buscable%20S)%20and%20(@encabezamiento%20ABONOS%20and%20ORGANICOS)&orderBy)

**Zapata Espinoza Carlos, 2004**, Producción de tomate en invernadero, memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura, invernaderos: diseño, manejo y producción, Torreón Coahuila, México, Octubre 13, 14, 15 del 2004, Multiservicios agropecuarios y forestales: Zapata y asociados. Pp. 1, 5, 10, 12, 20-22. Pagina de internet:

[http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/03-Prod\\_tomate\\_invernadero.pdf](http://www.uaaan.mx/academic/Horticultura/Memhort04/03-Prod_tomate_invernadero.pdf)