

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA COMPLEMENTADA CON NUTRICIÓN  
ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO**

**Por:**

**SAGRARIO CÁRDENAS FLORES**

**TESIS**

**Presentada como Requisito Parcial  
para obtener el título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México, Diciembre de 2011

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

LA FERTILIZACIÓN QUÍMICA COMPLEMENTADA CON NUTRICIÓN  
ORGÁNICA EN EL CULTIVO DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)  
BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO

Por:

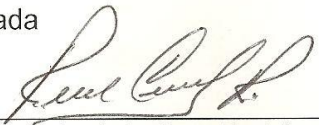
**SAGRARIO CÁRDENAS FLORES**

Tesis

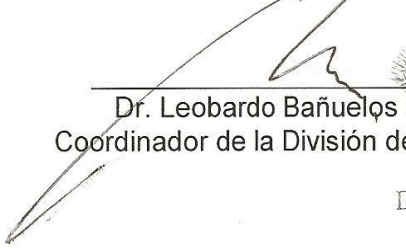
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Valentín Robledo Torres  
Asesor Principal

Aprobada  
  
\_\_\_\_\_  
Ing. René A. de la Cruz Rodríguez  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Leobardo Bañuelos Herrera  
Coordinador de la División de Agronomía  
Coordinación  
División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México  
Diciembre del 2011

## AGRADECIMIENTOS

### *Primeramente a DIOS*

Que durante el transcurso de mi carrera me dio su bendición y fuerzas para seguir adelante día con día y por darme la dicha de compartir mis sueños al lado de mi familia.

### *A mi "ALMA MATER"*

Por haberme dado la oportunidad de formarme como profesionista, por ser mi segunda casa de aprendizaje y por todas las experiencias vividas en el transcurso de este tiempo.

### *AL DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES*

Por la confianza depositada, al haberme permitido realizar el presente trabajo de investigación, "GRACIAS" por su disposición, asesoría, paciencia, apoyo, conocimientos brindados y por su valiosa amistad.

### *AL ING. RENÉ ARTURO DE LA CRUZ RODRÍGUEZ, DR. ALBERTO SANDOVAL RANGEL Y MC. LUIS RODRÍGUEZ.*

Por su valioso apoyo, colaboración y asesoría para que se llevara a cabo este trabajo.

### *AL DR. LEOBARDO BAÑUELOS HERRERA*

Gracias por todas sus enseñanzas brindadas en el transcurso del tiempo y por su valiosa amistad y confianza.

### *A TODOS MIS MAESTROS*

Con los que tome clase a lo largo de este tiempo por haberme aportado sus sabios conocimientos, dedicación y experiencias vividas. Gracias por formar parte de mi formación profesional.

*A IRIS, ALFREDO, OLIVIA Y YADIRA*

Con cariño mil gracias por compartir todos esos momentos de alegría, felicidad, tristeza, y por contar con su valiosa amistad incondicional, chiquito gracias por esos consejos siempre los pondré en práctica he!!!

*A FILA, BERTHA, TONÓ*

Gracias por ser tan especiales, y por brindarme su valiosa amistad, confianza, apoyo y por hacerme pasar momentos inolvidables y hacerme mucho reír. Siempre estarán en mi corazón que dios los bendiga y les ponga más amigas como yo jeje.

*A MAYRA, LUZ, VIKI, NILDA, FABI, ESPIRI, PAISANO (LUZ),*

Por haberme dado su confianza, amistad y por haberme dado la oportunidad de contar con ustedes sin importar el momento.

*A GUADALUPE SANCHEZ ARRIETA*

Por ser mi compañero de trabajo de tesis y por los conocimientos y experiencias que me brindo durante el trabajo realizado.

*A MARCOS HERNANDEZ JIMENEZ*

Por compartir la experiencia de semestre de campo juntos, gracias marcos por estar siempre conmigo y por todos los momentos de alegría, tristeza, felicidad que pasamos en San Antonio y sobre todo por tus consejos bridados.

*A ALMA, KAREN, OLGA, CORAL Y YESENIA*

Mis amigas de la prepa gracias por su apoyo y la bonita amistad que ahora nos une y hemos compartido.

*A MIS COMPAÑEROS DE LA GENERACIÓN "CXII" DE HORTICULTURA,*

Gracias por su valiosa amistad y por haberme permitido pasar todas esas experiencias inolvidables, les deseó todo lo mejor y que haya salud, paz, felicidad y éxito donde quiera que estén.

De toda **LA GENERACIÓN CXII** me quedo con los mejores recuerdos y experiencias vividas y les deseo suerte en la siguiente etapa que comienzan, recuerden que siempre contarán con una gran amiga, siempre los recordare con mucho cariño y afecto.

*A los Responsables de los invernaderos VALLEALTO PRODUCE S.A. DE C.V.*

Por darme la oportunidad de realizar mis prácticas profesionales y por complementar mis conocimientos y por ser personas humildes y sencillas.

*A ING. JOSE ADAN GÓMEZ SANDOVAL*

Quien fue el asesor encargado de evaluar el desempeño de prácticas profesionales por su valiosa amistad, tiempo, dedicación y cada uno de los conocimientos brindados.

## DEDICATORIAS

### *A DIOS*

Por haberme permitido vivir cada día y ver un nuevo amanecer y anochecer, por cuidarme, darme salud, y sobre todo por iluminar mi camino y ayudarme a vencer cada obstáculo a lo largo de este tiempo, por ser mi mejor amigo, confidente y por dejarme vivir y pasar momentos de alegría y felicidad, por ver mi sueño cumplido y cuidar a mi familia y a todas las personas que quiero.

### *CON CARIÑO Y AFECTO A MIS PADRES*

#### *SRA. SIRINA FLORES CÁRDENAS*

Por darme la vida, y poner toda su confianza, por su apoyo, dedicación y todos los consejos brindados en mi vida. “Gracias mami” por ayudarme a cumplir mi sueño con los sacrificios realizados sin importar el sufrimiento ahora siéntete orgullosa mami ayudaste a realizar este sueño, hoy este logro es para ti.

#### *SR. RUMUALDO CÁRDENAS JIMENEZ*

Por ser quien me dio la vida y la oportunidad de vivir por todo su cariño, comprensión y apoyo.

Nunca podre pagarles lo que están haciendo por mí, gracias por enseñarme a luchar con humildad y respeto, con este sueño realizado quedan compensados todos sus esfuerzos, gracias por darme una educación digna pero sobre todo por la fortuna de tenerlos a mi lado, los amo mucho.

### *CON MUCHÍSIMO CARIÑO A MIS HERMANOS*

#### *FELIPE, ARACELY, JESUS, MARIBEL, GERMAN, Y ESPERANZA*

A quienes debo mucho de lo que soy ahora, soy afortunada en compartir este sueño en familia y por contar con todos ustedes, gracias por su confianza, apoyo moral y económico y por todos los consejos brindados, Los quiero mucho.

*A mis SOBRINOS: BETO, URIEL, CHINA, CARI, ADAN Y CHAPIS*

Por llenar de alegría nuestro hogar, sigan adelante y échenle muchas ganas para que algún día den una satisfacción muy valiosa a sus padres y se llenen de orgullo y sientan lo que estoy sintiendo cuando escribí estas palabras.

*A mis ABUELITOS: GENARO FLORES DUARTE (+), JUANA CARDENAS RUIZ (+), JOSE CARDENAS (+) Y RITA ZARATE*

Por darme unos padres maravillosos y por enseñarles a compartir el amor en familia, me hubiese gustado compartir esta alegría y felicidad a su lado, pero sé que donde quiera que estén nos cuidan.

*A tí AMOR:*

*IRVING EFREN TRUJILLO SANCHEZ,*

Doy gracias a dios por ponerte en mi camino y darme la oportunidad de conocerte, eres una persona maravillosa, no tengo las palabras suficientes para agradecer todo lo que has hecho por mí, te doy las gracias por tu cariño, amor, comprensión, por contar contigo en los momentos más difíciles y por cada momento de alegría y felicidad que hemos compartido juntos, *TE AMO.*

***“GRACIAS A LOS QUE NUNCA DUDARON QUE  
LOGRARÍA ESTE TRIUNFO!!!!!!”***

## ÍNDICE GENERAL

	PAGINA
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIAS</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b>	<b>IX</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>X</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>XI</b>
<b>PALABRAS CLAVE</b>	<b>XI</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	<b>3</b>
Origen	3
Requerimientos climáticos y edáficos	3
Temperatura	3
Humedad	3
Suelo	4
Salinidad	4
Agua	4
Requerimientos nutricionales del tomate	5
Nitrógeno	5
Fósforo	5
Potasio	6
Calcio	6
Magnesio	7
Hierro y zinc	9



Agricultura orgánica	9
Los abonos orgánicos	9
Efecto de los abonos orgánicos sobre las características físicas del suelo	10
Efecto de los abonos orgánicos sobre las características químicas del suelo	11
Efecto de los abonos orgánicos sobre las características biológicas del suelo	11
Respuesta de los cultivos al uso de abonos orgánicos	12
Vermicomposta o lombricomposta	12
Humus de lombriz	16
Usos y beneficios de la lombricomposta	16
Organodel	20
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>21</b>
Localización del área experimental	21
Descripción del invernadero	21
Descripción de tratamientos	21
Descripción de actividades	21
Materiales utilizados en la investigación	22
Material vegetativo	23
Preparación del terreno	24
Riego de presembrado	25
Transplante	25
Reposición de plántulas	25
Manejo del cultivo	26

Riegos	26
Tutorado	27
Fertilización	27
Podas	27
Control de malezas	27
Control de plagas y enfermedades	28
Variables evaluadas	28
Días a floración	28
Días a cosecha	28
Numero de frutos por planta	28
Rendimiento por planta	28
Diámetro polar	29
Diámetro ecuatorial	29
Sólidos solubles totales	29
Análisis estadístico	29
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>30</b>
Rendimiento por planta	31
Numero de frutos por planta	32
Diámetro polar	33
Diámetro ecuatorial	33
Sólidos solubles totales	34
Días a cosecha	36
Días a floración	37
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>38</b>
<b>LITERATURA CITADA</b>	<b>39</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>	<b>Contenido</b>	<b>Pagina</b>
<b>1</b>	Requerimiento de temperaturas para un desarrollo óptimo del cultivo del tomate.	<b>3</b>
<b>2</b>	Kilogramos de nutrientes que el tomate extrae del suelo durante todo su ciclo de vida.	<b>8</b>
<b>3</b>	Contenido de fitohormonas en la vermicomposta.	<b>15</b>
<b>4</b>	Compuestos órgano-minerales de la vermicomposta.	<b>16</b>
<b>5</b>	Composición del humus.	<b>17</b>
<b>6</b>	Comparación entre lombricomposta y productos químicos.	<b>19</b>
<b>7</b>	Descripción de tratamientos.	<b>23</b>
<b>8</b>	Resumen de actividades realizadas y productos aplicados durante el ciclo del cultivo del tomate.	<b>26</b>
<b>9</b>	Cuadrados medios del ANVA de siete variables estimadas en el cultivo de tomate con nutrición química complementada o suplementada con nutrición orgánica.	<b>30</b>

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>	<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
<b>1</b>	Rendimiento por planta en cuatro cortes de fruto en el cultivo de tomate bajo invernadero.	<b>31</b>
<b>2</b>	Numero de frutos por planta de tratamientos con nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.	<b>32</b>
<b>3</b>	Diámetro polar del fruto de plantas de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.	<b>33</b>
<b>4</b>	Diámetro ecuatorial del fruto de plantas de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.	<b>34</b>
<b>5</b>	Concentración de sólidos solubles del fruto de plantas de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.	<b>35</b>
<b>6</b>	Días a cosecha del cultivo de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, bajo invernadero.	<b>36</b>
<b>7</b>	Días a floración del cultivo de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, bajo invernadero.	<b>37</b>

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el estudio de productos orgánicos como complemento o suplemento de la fertilización química en el cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero. El trabajo fue establecido en un invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. El experimento consistió de ocho tratamientos; 1 (nutrición química, testigo); 2 (nutrición química + vermicomposta); 3 (nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz); 4 (nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz + organodel); 5 (nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz + organodel + algaenzimas); 6 (nutrición química + organodel); 7 (nutrición química + algaenzimas); 8 (vermicomposta + organodel + algaenzimas), con tres repeticiones y como parcela útil se usaron ocho plantas con competencia completa, los tratamientos se distribuyeron bajo un diseño experimental completamente al azar. Las variables estudiadas fueron; número de frutos por planta, rendimiento por planta, diámetro polar y diámetro ecuatorial de fruto, concentración de sólidos solubles en fruto, días a floración y días a cosecha. No se encontraron diferencias estadísticas ( $p \leq 0.05$ ) entre tratamientos para ninguna de las variables bajo estudio, concluyendo que el cultivo de tomate no respondió a la aplicación de nutrición química suplementada con tratamientos de nutrición orgánica, se recomienda repetir el estudio, incrementando la permanencia de la planta de tal manera que se realicen mas cortes y haya una mayor posibilidad de respuesta a los tratamientos.

**Palabras clave:** algaenzimas, vermicomposta, liquido de lombriz, organodel.

## INTRODUCCIÓN

En México se producen diferentes tipos de tomate como; el saladette, que representa el 56% del total, en segundo lugar se encuentra el jitomate bola, cuyo volumen de producción alcanza el 14% del total, otros tipos también cultivados son el cherry, tipo coctel, tipo beff, entre otros (SAGARPA 2010). La importancia de éste cultivo es tal que en el 2008 se produjeron en todo México 2.26 millones de toneladas, con una superficie superior a 80,000 has, ocupando el segundo lugar entre las hortalizas (SAGARPA 2010). Algunos de los principales Estados productores de ésta hortaliza son; Sinaloa cuya producción representó el 35% del total nacional, monto 3.8 veces mayor al producido por el segundo lugar, Baja California, con 9%. Siguen en la lista los estados de Michoacán, San Luis Potosí y Jalisco con 8%, 6% y 5%, respectivamente (SIAP 2010). En el 2008 México ocupó el doceavo lugar en producción a nivel mundial con 3% de participación, además México ocupa el segundo lugar entre los principales países con la mayor exportación de tomate con un 22 % del total mundial de las exportaciones de ésta hortaliza. La importancia del tomate en México es grande y cada día se incrementa sobre todo bajo condiciones protegidas, sin embargo la producción bajo estos sistemas resulta muy costosa y en años recientes los costos de los fertilizantes se han incrementado significativamente. Ante ésta situación se justifica la reducción de la fertilización química que podrá ser suplementada con fuentes orgánicas de nutrientes, con lo cual se reducen los costos de producción y se mejoran las características microbiológicas, químicas y físicas del suelo, contribuyendo además a la producción agrícola sustentable.

Se ha encontrado que el uso de productos orgánicos provocan en las plantas una gran diversidad de respuestas favorables, entre las cuales ayudan a la asimilación de nutrientes, el aumento considerable en la producción y protección contra algunos parásitos y enfermedades; por lo que al usar productos orgánicos se tiene una recuperación ecológica, al no ser un producto contaminante en su aplicación y en su actividad.

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007). La implementación de este sistema de producción ayuda a mantener las propiedades del suelo, ya que no se utilizan productos químicos o sintéticos que dañen al suelo (Morguer *et al.*, 2006). Por su parte Schuld (2009), indica que la producción orgánica está basada en el respeto al entorno, produciendo alimentos sanos de máxima calidad y en cantidad suficiente. Utilizando como modelo a la misma naturaleza, apoyándose en los conocimientos científicos y técnicos vigentes, con el propósito de buscar la recuperación permanente de los recursos naturales afectados para el beneficio de la humanidad. Aunque la agricultura orgánica tiene grandes bondades, en los sistemas bajo condiciones protegidas aún no se ha desarrollado la suficiente información respecto a los incrementos en cantidad y calidad de la producción usando diferentes fuentes de productos orgánicos, por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue; el estudio de productos orgánicos como complemento o suplemento de la fertilización química en el cultivo del tomate bajo condiciones de invernadero.

## REVISION DE LITERATURA

### Origen

El tomate es una planta nativa de América tropical, cuyo origen se localiza en la región de los andes (chile, Colombia, Ecuador, Bolivia, y Perú.) y 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 del tomate.

### Requerimientos Climáticos y Edáficos

#### Temperatura

La temperatura influye en todas las funciones vitales como son la transpiración, fotosíntesis, germinación, etc., teniendo cada especie vegetal y en cada momento de su ciclo biológico hay una temperatura óptima (Rodríguez *et al.*, 1997). Los requerimientos de temperatura se muestran en el (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Requerimiento de temperaturas para un desarrollo óptimo del cultivo de tomate (Morato, 1992).

Etapas Fenológicas	Temperaturas	
	Durante el Día	Temperatura Durante la Noche
Germinación	18 a 20	----
Crecimiento	18 a 20	15
Floración	22 a 25	13 a 17
fructificación	25	18

#### Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre un 60 % y 80 %.



## **Suelo**

La planta de tomate no es muy exigente en cuanto a suelos, excepto en lo que se refiere al drenaje, aunque prefiere suelos sueltos de textura silíceo-arcillosa y ricos en materia orgánica. No obstante se desarrolla perfectamente en suelos arcillosos enarenados.

En cuanto al pH, los suelos pueden ser desde ligeramente ácidos hasta ligeramente alcalinos cuando están enarenados.

## **Salinidad**

En lo referente a la salinidad, se clasifica como medianamente tolerante, teniendo valores máximos de 6400 ppm (10mmhos) (Valadez, 1998). Es la especie cultivada en invernadero que mejor tolera las condiciones de salinidad tanto del suelo como del agua de riego.

## **Agua**

Los rendimientos están en función de la transpiración, necesitando de 250 a 275 litros de agua para formar 1 kg de materia seca. Las necesidades hídricas, según ciclos y prácticas culturales, están comprendidas entre 300 y 600 mm<sup>3</sup>/ha. (3,000 a 6,000 m<sup>3</sup>/ha) (Valadez, 1998).

## **Requerimientos Nutricionales del Tomate**

### **Nitrógeno**

Interviene en todos los procesos de crecimiento, de tal forma que una deficiencia del mismo, induce coloraciones amarillentas y un pobre desarrollo de las hojas, en cambio un exceso de nitrógeno conduce a un exagerado e improductivo crecimiento, como producto de la aceleración de los procesos fotosintéticos (León, 1980).

En las primeras 3 semanas posteriores al trasplante, las necesidades de nitrógeno son muy bajas, absorbiendo sólo un 2%, aproximadamente, de las extracciones. Pero, a partir del incremento del desarrollo vegetativo y el engorde del primer racimo, el ritmo de absorción se incrementa, llegando a ser en plena recolección del orden de los 5 a 7 Kg de nitrógeno por hectárea y día.

### **Fósforo**

El fósforo es esencial para la fotosíntesis, la respiración, la división celular y para las transformaciones azúcar-almidón en las plantas. Los síntomas de deficiencia de fósforo no son tan frecuentes como la deficiencia del nitrógeno. Una carencia de fósforo se caracteriza por un retraso de crecimiento y madurez tardía. Las hojas de plantas en estado vegetativo comúnmente muestran áreas rojizas o púrpuras en vez del deseable verde oscuro.

Las plantas absorben el fósforo en forma de ion fosfato, estos pueden aplicarse, preferiblemente cerca de las raíces de la planta. Por lo general se

aplica durante la preparación del suelo y como aplicaciones laterales durante las etapas iniciales de crecimiento (Edmond, 1980).

### **Potasio**

Al parecer este elemento regula las condiciones del agua en las células y las pérdidas de agua por transpiración; influye en la floración y fructificación, mejora la calidad y sabor del fruto y protege a las plantas de ciertas enfermedades fungosas. Las deficiencias de potasio provocan una coloración azulada y chamuscado en los márgenes o puntas de las hojas adultas (León, 1980). La máxima demanda de este nutriente se inicia de los 60 a 75 días de trasplante, fecha que coincide, aproximadamente, con el engorde del primer racimo y donde existe una intensa actividad vegetativa.

### **Calcio**

Las principales funciones que cumple el Calcio son: se encarga del funcionamiento correcto de los meristemas, especialmente en raíces. El calcio también interviene en el mantenimiento de la estructura de la membrana y en la división celular. Parece que también actúa como regulador de la cantidad de ácidos orgánicos presentes por neutralización o precipitación del exceso de los ácidos, como se puede comprobar en la formación de cristales de oxalato de calcio.

Los síntomas clásicos de la deficiencia de calcio aparecen como una atrofia en el crecimiento y un enrollamiento y distorsión de las hojas, en las

cuales se forma a menudo un gancho en el ápice. Las raíces presentan una apariencia amarronada, corta y gruesa (Gordon, 1992).

La deficiencia del calcio se corrige con aportaciones de Nitrato de cal, a dosis que pueden oscilar entre los 400 a 700 Kg/ha de un fertilizante que contenga un 8% de Nitrógeno (N) y 16% de Óxido de calcio (CaO).

### **Magnesio**

El magnesio se caracteriza por su posición central en la molécula clorofílica. Debido a que el magnesio es necesario para la formación de clorofila, obviamente es vital para la fotosíntesis. Se cree que el magnesio actúa en los cloroplastos como un activador de las enzimas, permitiendo una gran diversidad de reacciones especialmente lo que se refiere a la transferencia de energía (Gordon, 1992).

Hay que prestar atención a los primeros síntomas carenciales en hojas, sobre todo en riego por goteo, para su tratamiento por vía foliar o con quelatos. Los nutrientes que el tomate extrae del suelo están relacionados con el rendimiento y el órgano de la planta (Cuadro 2), por esto la fertilización del cultivo debe hacerse en base a los resultados del análisis de suelo (Valadez, 1998).

**Cuadro 2.** Kilogramos de nutrientes que el tomate extrae del suelo durante todo su ciclo de vida.

Elemento	Consumo (kg/ha)
N	300
P (como P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	120
K (como K <sub>2</sub> O)	450
Mg (como MgO)	25
S	40
Ca	40
B (como B <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	10
Micro elementos	10

En cada etapa de su ciclo, la planta de tomate tiene necesidades nutritivas diferentes por lo que es necesario aplicar un abono que contenga las cantidades adecuadas y con la relación de equilibrio requerida. La dosis de abonado está en función de la producción esperada, que depende de muchos factores: varietales, climáticos, etc.

La absorción de los elementos nutritivos durante los dos primeros meses es escasa, incrementándose paulatinamente. Por ello la aplicación de un abono de liberación lenta en esta primera etapa es especialmente adecuada ya que aporta los nutrientes a medida que la planta los necesita. A partir del cuajado del primer racimo de flores las necesidades nutritivas aumentan drásticamente, durante 4 o 5 semanas se absorbe entre el 60% y el 70% de los elementos nutritivos (DISAGRO,. 1996).

## **Hierro y Zinc**

Ambos nutrimentos poseen una función necesaria para la formación normal de clorofila.

## **Agricultura Orgánica**

La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción, en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente (Rodríguez *et al.*, 2007). Además la producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de agroquímicos y fertilizantes sintéticos y con alto valor nutricional (Márquez *et al.*, 2006).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que evita o excluye el uso de componentes sintéticos como; fertilizantes, pesticidas y agroquímicos en general que deterioran los suelos y la rentabilidad de los cultivos. La implementación de este sistema de producción ayuda a mantener las mejores condiciones de las propiedades del suelo, ya que en este método no se utilizan productos químicos o sintéticos que dañen al suelo (Morguer *et al.*, 2006).

## **Los Abonos Orgánicos**

Los abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles animales, de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos naturales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las propiedades y

características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma natural de fertilizar el suelo (Márquez *et al.*, 2005). Además se indica que éstos tienen una gran importancia económica, social y ambiental; ya que reducen los costos de producción, aseguran una producción de alta calidad para la población y disminuyen la contaminación de los recursos naturales (Funsalproduce, 2000). Además son una alternativa de producción sustentable ya que emplean abonos orgánicos y biofertilizantes que aportan gradualmente elementos nutritivos al suelo y mejoran sus características físicas, químicas y biológicas, incrementando la producción de los cultivos (Jara *et al.*, 2003). Se indica que los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los cuales la planta puede obtener importantes cantidades de elementos nutritivos, además con la incorporación de estos abonos al suelo éste es enriquecido con carbono orgánico y mejora sus características físicas, químicas y biológicas (Trinidad, 2000).

### **Efecto de Abonos Orgánicos Sobre Características Físicas del Suelo**

Los abonos orgánicos influyen favorablemente sobre las características físicas del suelo como: estructura, porosidad, aireación, capacidad de retención de agua, y filtración, distribución del agua y mayor retención de elementos nutritivos. Un aumento en la porosidad del suelo aumenta la capacidad del suelo para retener el agua, al igual que incrementa la capacidad de infiltración (Trinidad-Santos, 2000). Por su parte Cervantes (s/f) menciona que los abonos orgánicos mejoran la estructura y textura del suelo, haciendo más ligeros a los suelos arcillosos y mas compactados a los arenosos, mejoran la permeabilidad del suelo, ya que influyen en el drenaje y aireación de este, disminuyen la

erosión del suelo tanto por agua como por viento, aumenta la retención de agua en el suelo, por lo que conserva más el agua cuando llueve o se riega, y la retiene durante mucho tiempo durante el verano.

### **Los Abonos Orgánicos y las Características Químicas del Suelo**

Se ha establecido que con la aplicación de abonos orgánicos el suelo va mejorando sus propiedades químicas, principalmente el contenido de materia orgánica logrando con esto un incremento en el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad intercambio catiónico, el pH y la concentración de sales, y en consecuencia se logra una mejor condición del suelo (Trinidad, 2000), por su parte Cervantes (s/f) comenta que los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo y en consecuencia se reducen las oscilaciones de pH, también la capacidad de intercambio catiónico del suelo y se aumenta la fertilidad.

### **Los Abonos Orgánicos y las Características Biológicas del Suelo**

Con la aplicación de abonos orgánicos al suelo se favorece la actividad biológica y con éste incremento de la actividad biológica se influye en el mejoramiento de la estructura del suelo, por efecto de la descomposición de los abonos sobre las partículas del suelo; las condiciones de fertilidad aumentan, lo cual hace que el suelo satisfaga la demanda de elementos nutritivos de las plantas (Trinidad, 2000).



Zulueta *et al.* (2006) establecen que al promover la aireación y la oxigenación del suelo, se amplifica la actividad radicular y la multiplicación de los microorganismos aerobios.

### **Respuesta de los Cultivos al Uso de Abonos Orgánicos**

Los terrenos agrícolas que se cultivan año tras año, van sufriendo paulatinamente la pérdida de una gran cantidad de elementos nutritivos que mas tarde o más temprano deben ser restituidos para mantener su fertilidad. El abonado de los suelos es una opción atinada para aumentar el contenido de materia orgánica y reducir el efecto de la erosión debido al mejoramiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas. Así, la aplicación de los abonos orgánicos puede optimizar la calidad de la producción de los cultivos en cualquier tipo de suelo y restablecer en forma gradual sus cualidades naturales (Zulueta *et al.*, 2006). En éste sentido se comenta que la mayoría de los cultivos muestran una respuesta a la aplicación de abonos orgánicos tales como un incremento en la producción, mejor desarrollo de las plantas, incrementa la calidad nutritiva de los productos obtenidos, además existe un incremento en el desarrollo de las raíces logrando con esto una mayor absorción de los elementos nutritivos (Trinidad, 2000).

### **Vermicomposta o Lombricomposta**

La definen como el conjunto de excretas o heces fecales de las lombrices, estas, tienen la misma apariencia y olor de la tierra negra y fresca, es un sustrato estabilizado de gran uniformidad, contenido nutrimental y con una excelente estructura física, porosidad, aireación, drenaje y capacidad de

retención de humedad (Capistran *et al.*, 2001; Compagnoni y Putzolu, 1990; García, 1996; Irisson, 1995).

En el manual de producción de lombricomposta (2008) la definen como el abono elaborado mediante la descomposición y transformación de materia vegetal o animal realizada por la lombriz roja californiana, la cual presenta una mayor reproducción y mejores condiciones de manejo en cautiverio que la lombriz de tierra. Como alimento de la misma se pueden usar los residuos domésticos, todos los residuos orgánicos provenientes de cosechas y estiércoles de animales.

La vermicomposta se genera como resultado de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas de los residuos orgánicos, provocadas en el intestino de las lombrices, e.g. *Eisenia fetida*. Los residuos se transforman en un material rico en elementos nutritivos, fácilmente asimilables para las plantas. Además, la vermicomposta contiene sustancias biológicamente activas que actúan como reguladores de crecimiento, tiene gran capacidad de intercambio catiónico, elevado contenido de ácidos húmicos, alta capacidad de retención de humedad y porosidad elevada, que facilita la aireación y el drenaje del suelo y de los medios de crecimiento (Karsten y Drake, 1995; Buck *et al.*, 1999; Bansal y Kapoor, 2000).

En la NMX-FF-109-SCFI-2007, lo definen como el producto resultante de la transformación digestiva y metabólica de la materia orgánica, mediante la crianza sistemática de lombrices de tierra denominada lombricultura, que se

utiliza fundamentalmente como mejorador, recuperador o enmienda orgánica de suelos, abono orgánico, inoculante microbiano, enraizador, germinador, sustrato de crecimiento entre otros usos. De la cruz (2005) lo define como el proceso en el cual se utiliza la lombriz de tierra para la transformación de residuos orgánicos, principalmente estiércoles en abonos orgánicos para utilizarlos en los cultivos.

La adición de vermicomposta tiene efectos favorables en el crecimiento, desarrollo y abundancia radicular de las plántulas, lo cual es de gran importancia para un mejor prendimiento, enraizamiento y hacer una planta más tolerante al acame además de tener la ventaja de absorber agua y nutrientes con mayor facilidad (Gutiérrez, 2004).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de las especies vegetales, en invernadero, es el empleo del vermicomposta como sustrato de crecimiento (Manjarrez *et al.*, 1999), ya que éste, por sus características físicas, químicas y biológicas, puede reducir, significativamente, el uso de los fertilizantes (Atiyeh *et al.*, 2000a). Según Bravo (1996) la vermicomposta es un abono orgánico de alta calidad, que lo hace prácticamente insuperable, y puede incrementar hasta en 300% el rendimiento de diversas especies vegetales.

La vermicomposta contiene un balance completo de micronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio); micronutrientes (calcio, magnesio, sodio, manganeso, etc.); ácidos húmicos, fulvicos (Cuadro 3), huminas, hormonas

(Cuadro 4), vitaminas, enzimas y antibióticos; microorganismos útiles del suelo y agregados de alta estabilidad estructural (Capistran *et al.*, 2001) y favorece el excelente crecimiento y desarrollo de las plántulas de melón, incrementando además su vigor (Estrada, 2004).

La vermicomposta afecta favorablemente la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Además aumenta notablemente el porte de las especies vegetales en comparación con otros ejemplares de la misma edad. Durante el trasplante previene enfermedades y lesiones por cambios bruscos de temperatura. Su pH neutro la hace sumamente confiable para ser aplicado a especies delicadas (Lavalle *et al.*, 1994). Es de fácil manejo y puede almacenarse durante mucho tiempo sin que sus propiedades de vean alteradas, es necesario mantenerlas bajo condiciones óptimas de humedad (40%) (Infoagro, 2004).

**Cuadro 3.** Contenido de fitohormonas en la vermicomposta.

Fitohormonas	Nivel	µg equiv./gr seco
Citocininas (IP).	Medio	0.80-1.22
Giberelinas (GA3).	Medio	1.80-2.75
Auxinas	Medio	1.80-3.80

FUENTE: Grappelli, Galli y Tomati, 1987 citado por Capistrano et al, 2001.

La vermicomposta con todas sus bondades nutritivas que posee, estimula la germinación de semillas de melón estrada (2004).

#### **Cuadro 4.** Compuestos órgano-minerales de la vermicomposta.

Elemento	Unidad	Intervalo
Humina	%	60-80
Acido húmico	%	15-30
Acido fulvico	%	5-10
Relación húmico/fulvico	relación	2.0-3.0

FUENTE: Irisson, citado por Capistrano et al, 2001.

#### **Humus de Lombriz**

Mendoza (2008) recomienda las siguientes dosis para el empleo de humus de lombriz: Praderas 800 g/m<sup>2</sup>; Frutales 2 kg/árbol; Hortalizas 1 kg/m<sup>2</sup>; Césped 0.1 a 1 kg/m<sup>2</sup>; Ornamentales 150 g/planta; Semilleros 20 %; Abonado de fondo 160-200 l/m<sup>2</sup>; Trasplante 0.5 a 2 kg/árbol; Recuperación de terrenos 2500-3000 l/ha; Setos 100 a 200 gr/planta; Rosales y leñosas 0.5 a 1kg/m<sup>2</sup>.

#### **Usos y Beneficios de la Lombricomposta**

De la Cruz, (2005) señala lo importante que es el humus como fuente de minerales (Cuadro 5) y agrega que la calidad de la lombricomposta es muy variable de una cosecha a otra, ya que las condiciones bajo las que se produce influyen en el producto final, uno de los factores es la cantidad de agua, si se aplican cantidades fuertes de agua el material queda más pobre. También la calidad de la lombricomposta está en función del valor nutritivo de los desechos que se utilizan para alimentar las lombrices, entre mejor sea la calidad del alimento mejor será la calidad de la lombricomposta.

**Cuadro 5.** Composición del humus.

Humedad	De 30 a 60 %
PH	6.8 a 7.2
Nitrógeno	1 a 2.6 %
Fosforo	2 a 8 %
Potasio	1 a 2.5 %
Calcio	2 a 8 %
Magnesio	1 a 2.5 %
Materia orgánica	30 a 70 %
Acido fulvico	2.8 a 5.8 %
Acido húmico	1.5 a 3 %
Sodio	0.02 %
Cobre	0.05 %
Hierro	0.02 %
Manganeso	0.006 %
Relación C:N	10 a 11 %

Fuente: de la cruz (2005).

Entre los principales beneficios de la lombricomposta se tienen los siguientes:

- Aporta cantidades equilibradas de nutrientes.
- Beneficia al suelo con millones de microorganismos.

- Favorece la asimilación de las micronutrientes de la planta a través de enzimas.
- Logra una mejor aireación al modificar la estructura del suelo.
- No existe peligro de sobredosis.
- Contribuye con el mejoramiento de cualquier tipo de planta.
- No tiene vencimiento, ya que a medida que pasa el tiempo es más asimilable.
- Reemplaza al mantillo, la resaca y cualquier clase de abono inorgánico (sales minerales).
- Mejora la salud de la planta asiéndola más resistente a plagas.

Los excrementos de la lombriz contiene 5 veces más nitrógeno, 7 veces más fósforo, 5 veces más potasio y 2 veces más calcio que el material orgánico que ingirieron (Cuadro 6). Por estas razones la “lombricomposta “ofrece una excelente alternativa para la conservación del terreno, ya que les saca provecho a la mayoría de los desperdicios orgánicos que son generados en una finca. Además, esta práctica ayuda a reducir la utilización de fertilizantes químicos que contaminan nuestros cuerpos de agua.

Otro de los beneficios es la misma reproducción de lombrices. Ya que su propagación es muy acelerada y los excedentes se pueden comercializar como: pie de cría para instalar otras plantas de lombricomposta, carnada para pesca, alimentación de peces, aves y ganado o usándola en forma de harina. También puede utilizarse en la alimentación humana, la lombriz tiene un alto

contenido de proteínas, además de un excelente contenido de aminoácidos y vitaminas.

**CUADRO 6.** Comparación entre lombricomposta y productos químicos.

	Humus de lombriz (lombricomposta)	Abonos inorgánicos (fertilizantes químicos)
Dosis de aplicación	A mayor cantidad, mayor beneficio.	En dosis excesivas, hay graves perjuicios.
Vencimiento	Cuando más viejo, mas nutritivo.	Tiene corta vida útil.
Acidez/alcalinidad	Lleva el pH del suelo hacia lo neutro (pH 7).	Acidifica o alcaliniza el suelo según la sal usada.
Estructura del suelo	Hace el suelo más suelto y mejora aireación.	Genera apelmazamiento del suelo.
Nutrientes	Están equilibrados.	Hay poco aporte de micronutrientes.
Beneficios	A corto, mediano y largo plazo.	A corto plazo, hay mejoras. A mediano y largo plazo se debilita el suelo y se hace dependiente de nuevos aportes.
Microorganismos	Aporte de millones de microorganismos beneficiosos.	No aporta, y por cambios de pH se desarrolla los perjudiciales.
Ecología	El abono es producto del reciclaje de desperdicios urbanos y agrícolas.	Produce desertificación del suelo y contaminación del agua.
costo	Mayor costo al iniciar el abonado, pero disminuye con el tiempo.	Es barato, pero se hace dependiente de continuas aplicaciones.

FUENTE: el colibrí.com.mx/cienciapr.org/salud.edomexico.gob.mx. (2009).



## Organodel

Es un fertilizante procesado inoculado con bacterias aeróbicas termofílicas. Elaborado con estiércol de aves, bovinos, residuos orgánicos y vegetales.

Beneficios.

- Provee materia orgánica, humus y microorganismos benéficos.
- Provee y aumenta la disponibilidad de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y hace accesibles y solubles los elementos menores.
- Aumenta la calidad del suelo vitalizándolo y haciéndolo fértil y productivo.
- Mejora las condiciones físicas del suelo.
- Modifica su estructura.
- Aumenta los niveles de aireación.
- Aumenta la porosidad.
- Aumenta la capacidad de retención de agua.
- Aumenta la penetración de agua.
- Actúa como agente bufferizador contrarrestando los cambios abruptos de pH del suelo cuando se aplican materiales ácidos o alcalinos.

Contenido:

- *85% materia orgánica.*
- *60% Humus*
- *10.1% Ácidos Húmicos.*

## **MATERIALES Y METODOS**

### **Localización del Área Experimental**

Este trabajo fue realizado en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, ubicada a 25°22' de latitud norte y 101°00' de longitud oeste con una altura de 1742 msnm.

### **Descripción del invernadero**

El invernadero utilizado en este trabajo de investigación es del modelo "BATICENITAL 740" con 4 túneles de 39.3 x 33.20 con una superficie de 1,314.72 m<sup>2</sup>.

### **Descripción de Tratamientos**

Se evaluaron 8 tratamientos (Cuadro 7) en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones cada una con 8 plantas por tratamiento. Cada tratamiento ocupó una superficie de 1.60 m<sup>2</sup> y como parcela útil se utilizaron 8 plantas por tratamiento en competencia completa.

### **Descripción de Actividades**

El experimento dio inicio con la limpieza del terreno, preparación de camas, instalación del sistema de riego y el acolchado, el 17 de agosto del 2010 (Cuadro 8).

## **Materiales orgánicos utilizados en la investigación**

**Algaenzimas:** El producto algaenzims es un potenciador orgánico en forma líquida, el cual está elaborado a base de macro y micro algas marinas, entre ellas microalgas cianofitas que son fijadoras del nitrógeno del aire, estas proporcionan a las plantas elementos esenciales para su desarrollo en una forma de fácil absorción, por lo tanto Algaenzims se presenta como un regulador, vigorizante y fertilizante foliar, además, cuenta con acción mejoradora de suelos.

**Vermicomposta:** Para la elaboración de la vermicomposta es necesario contar con una cama de producción con lombrices trabajando. El material utilizado fue proporcionado por el proyecto de desarrollo de producción de vermicomposta de la UAAAN.

**Líquido de Lombriz:** El humus de lombriz es uno de los fertilizantes completos, porque aporta todos los nutrientes para la dieta de la planta, de los cuales carecen muy frecuentemente los fertilizantes químicos. El material utilizado fue elaborado en la UAAAN.

**Organodel:** Es un fertilizante procesado inoculado con bacterias aeróbicas termofílicas. Elaborado con estiércol de aves, bovinos, residuos orgánicos y vegetales, que contiene 85% materia orgánica, 60% Humus y 10.1% Ácidos Humicos.

## **Material Vegetativo**

Se utilizó el híbrido Clermon de la Empresa Rogers, de Syngenta Seeds, es un tomate tipo cluster para invernadero, vigoroso con excelente balance y buen amarre de fruto, adaptado a días cortos con frutos de color rojo y de tamaño uniforme y larga vida de anaquel.

### **CUADRO 7.** Descripción de tratamientos.

---

**T1=** Nutrición Química (Testigo)

**T2=** Nutrición Química + Vermicomposta

**T3=** Nutrición Química + Vermicomposta + Liquido de Lombriz

**T4=** Nutrición Química + Vermicomposta + Liquido de Lombriz + Organodel

**T5=** Nutrición Química + Vermicomposta + Liquido de Lombriz + Organodel  
+ Algaenzimas

**T6=** Nutrición Química + Organodel

**T7=** Nutrición Química + Algaenzimas

**T8=** Vermicomposta + Organodel + Algaenzimas

---

## **Preparación del Terreno**

La preparación del terreno se realizó en forma manual, removiendo muy bien el suelo con la talache y el azadón para eliminar todos los terrones, posteriormente se procedió a la formación de camas, para después incorporar a cada tratamiento la nutrición respectiva (mezcla de productos orgánicos), ya

formadas las camas los tratamientos se distribuyeron al azar para lo cual se adicionó lo que contenía cada tratamiento, se procedió a poner la cintilla para el riego y por último el acolchado, las cantidades que se utilizaron para incorporarle a cada tratamiento respectivamente fueron; como nutrición química:

- 35gr de MAP
- 25 gr de multi NPK
- 45 gr de Fosfonitrato

Productos orgánicos

- Vermicomposta 1 kg
- Organodel 1 kg
- Líquido de lombriz 10ml/l
- Algaenzimas 10ml/l

Cada producto orgánico como la vermicomposta y organodel y la nutrición química fueron pesados para después incorporarlos al suelo dependiendo al tratamiento correspondiente. En cuanto al líquido de lombriz y algaenzimas estos se le aplicaron a las plantas en el trasplante.

### **Riego de Pre-siembra**

Éste se realizó el 27 de agosto del 2010, con la finalidad de tener el suelo a capacidad de campo, para realizar el trasplante.

## **Transplante**

El trasplante se realizó el 28 de agosto del 2010, entre 8 y 10 de la mañana esto para evitar que la planta sufriera de estrés, la planta tenía un tamaño aproximado de 15 cm y de 6 a 8 hojas verdaderas. A Las plantas de los tratamientos que contenían liquido de lombriz y algaenzimas también se les aplico dichos productos sumergiendo el cepellón en una solución de 10 ml/L. La Separación entre plantas fue de 30 cm y entre camas de 160 cm.

## **Reposición de Plántulas**

Esta práctica se realizó siete días después del trasplante, retirando aquellas plantas con las hojas secas y sustituyéndolas por plantas que se dejaron como reserva.

**Cuadro 8.** Resumen de actividades realizadas y productos aplicados durante el ciclo del cultivo del tomate.

<b>Fecha</b>	<b>Actividad y producto aplicado</b>
28/10/10	Trasplante
02/sep/10	Aplicación de fungicida; Ridomil
06/sep/10	Aplicación de fungicida Tecto 60
10/sep/10	Tutoreo
11/sep/10	Aplicación de insecticida: Plenum
15/oct/10	Fertilización: ácido fosfórico 12.4, sulfato de potasio 400gr, sulfato de magnesio 492 gr, nitrato de potasio 300gr, nitrato de calcio 1040 gr.
17/oct/10	Deshoje
20/oct/10	Aplicación de Plenum y Xenomyl
30/oct/10	Aplicación de Ridomil y Plenum
11/nov/10	Aplicación de Plenum y Endosulfan
26/nov/10	Aplicación de fertidrip (micronutrientes)
03/dic/10	Deshoje
10/dic/10	1er corte
11/dic/10	Aplicación de Endosulfan y Ridomil
21/dic/10	2do corte
04/ene/11	3er corte
17/ene/11	4to corte
09/feb/11	5to corte

Las aplicaciones de líquido de lombriz y algaenzimas tanto las fertilizaciones se daban cada semana.

### **Manejo del Cultivo**

#### **Riegos**

Los riegos se realizaron cada tercer día, cada riego por dos horas. Cuando la planta ya estaba en producción la demanda de agua fue mayor por lo que el gasto aumentó un 20% más.

## **Tutorado**

El tutorado utilizado fue el tipo holandés, esta práctica se realizó el 10 de septiembre al momento en que la planta tenía una altura de 30 a 40 cm, se utilizó hilo de rafia sujetando al alambre galvanizado que se encuentra en la parte superior del invernadero.

## **Fertilización**

La fertilización fue vía riego y algunas aplicaciones foliares, la primera fertilización se hizo el 15 de octubre del 2010 y de ahí en adelante se aplicaron cada semana, las aplicaciones de los productos orgánicos fue realizada de forma manual.

## **Podas**

Las podas se realizaron cada tercer día, ya que la planta solo se condujo a un tallo. Se realizaron podas de: desbrote, deshojado y aclareo de frutos. En el caso de aclareo de frutos, se dejaron de 6-7 frutos por racimo esto se realizó con el fin de que los frutos estuvieran de un mayor tamaño y mejor calidad.

## **Control de Malezas**

Esta práctica se realizó manualmente de manera constante eliminando todas las malezas.



## **Control de Plagas y Enfermedades**

Para el control de plagas y enfermedades se estuvieron dando aplicaciones de insecticidas y fungicidas tanto a la planta como al suelo mediante vía riego, las aplicaciones manuales fueron con una mochila aspersora.

## **Variables Evaluadas**

### **Días a Floración**

Esta variable se estimó, los días que transcurrieron desde el trasplante hasta la floración.

### **Días a Cosecha**

Esta variable fue obtenida mediante el conteo de días transcurridos desde del trasplante hasta el primer corte.

### **Numero de Frutos por Planta (NFP)**

Esta variable se estimó, sumando el número de fruto de cada uno de los cortes de cada parcela útil, en cada uno de los tratamientos y repeticiones.

### **Rendimiento por Planta (RPP)**

Esta variable fue obtenida sumando los pesos entre el número de cortes de cada planta.

### **Diámetro Polar**

Esta variable se evaluó después de cada corte tomando al azar tres frutos a los que se les determinó su diámetro polar con un vernier.

### **Diámetro Ecuatorial**

Esta variable se evaluó después de cada corte tomando al azar tres frutos se les determinó su diámetro ecuatorial con un vernier.

### **Sólidos Solubles Totales**

Esta variable se estimó tomando 1 fruto al azar por tratamiento, al cual se le determinaron los grados brix con un refractómetro.

### **Análisis Estadístico**

Los datos se analizaron con el modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$\mu$  = efecto de la media

$T_i$  = efectos del  $i$ -ésimo de tratamiento

$\varepsilon_{ij}$  = error del  $i$ -ésimo tratamiento en la  $j$ -ésima repetición.

Donde:

$i = 1, 2, 3, \dots, 8$  tratamientos

$j = 1, 2, \dots, 3$  repeticiones

En el paquete estadístico, SAS versión 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza (ANVA) no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ( $p \leq 0.05$ ) para las variables: peso de fruto, número de frutos, diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos totales, días a floración y días a cosecha. Probablemente porque las cantidades adicionales de las nutrientes orgánicos fueron muy bajas, o no se tuvo el tiempo suficiente para afectar las características biológicas o químicas del suelo.

**Cuadro 9.** Cuadrados medios del ANVA de siete variables estimadas en el cultivo de tomate con nutrición química complementada o suplementada con nutrición orgánica.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios						
		RPP	NFP	DP	DE	SST	DC	DF
<b>Tratamientos</b>	7	0.206	1.147	10.475	13.628	0.269	14.006	2.049
<b>Error</b>	16	0.543	0.857	4.940	13.233	0.209	12.003	1.821
<b>C.V (%)</b>		25.29	13.50	3.899	5.297	9.676	3.221	4.303

RPP= rendimiento por planta; NFP= numero de frutos por planta; DP= diámetro polar; DE=diámetro ecuatorial; SST= sólidos solubles totales; DC= días a cosecha; DF=días a floración.

## Rendimiento por Planta

Al realizar el análisis estadístico no se observaron diferencias entre tratamientos, sin embargo se puede observar en la Figura 1, que la diferencia entre tratamientos 8 Y 2 fue de 850 gr, si se considera una densidad de 35,000 plantas, se puede estimar que por hectárea puede haber una diferencia de 29 toneladas, lo cual económicamente si es significativo. El tratamiento ocho fue el que presento el mayor rendimiento, éste consistió en la aplicación de vermicomposta + organodel, y algaenzimas. Al comparar el tratamiento con nutrición química con el tratamiento 8 que solo recibió nutrición orgánica se observa una diferencia de 360 gr por planta, que equivale a más de 12 toneladas por hectárea. Lo anterior puede ser resultado del efecto de la aplicación de extractos de algas marinas en el desarrollo del sistema radicular de las plantas, que da altos rendimientos en la cosecha (Bluden y Wilgdoose, 1977)

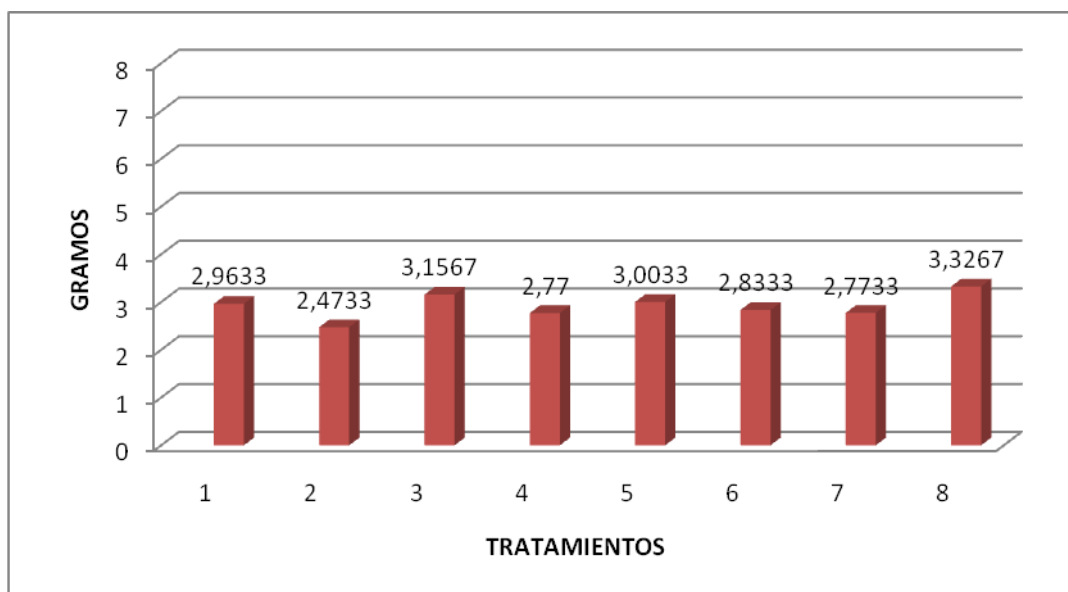


Figura 1. Rendimiento por planta en cuatro cortes de fruto en el cultivo de tomate bajo invernadero.

## Numero de Frutos por Planta

Aunque no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, la Figura 2, se puede observar que la diferencia entre el mayor y menor tratamiento para esta variable fueron 2 frutos. Es importante señalar que el tratamiento con nutrición química mas algaenzimas, fue el que presentó el mayor numero de frutos por planta superando en promedio en 1.16 frutos por planta, al tratamiento con nutrición química.

Los resultados obtenidos concuerdan con Narro (1987) quien expresa que los extractos de algas influyen directamente en el crecimiento de las plantas, aceleran la fotosíntesis e incrementa la clorofila aumentando la producción, Barbosa (1994) por su parte menciona que los extractos de algas incrementan el desarrollo de los cultivos.

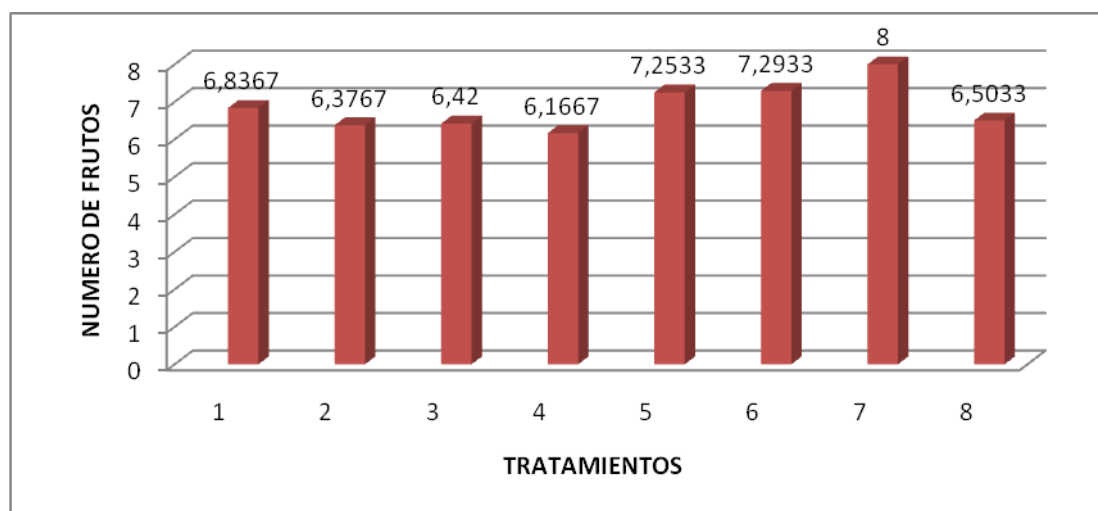


Figura 2. Numero de frutos por planta de tratamientos con nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.

### Diámetro Polar

La figura 3 muestra que los frutos del tratamiento 3 fueron 8% más gruesos que los frutos del tratamiento 2, aunque solo fueron ligeramente mayores que el tratamiento con nutrición química, se puede decir que al aplicar nutrición química sola y al aplicar nutrición química en combinación con la nutrición orgánica podemos obtener prácticamente los mismos resultados.

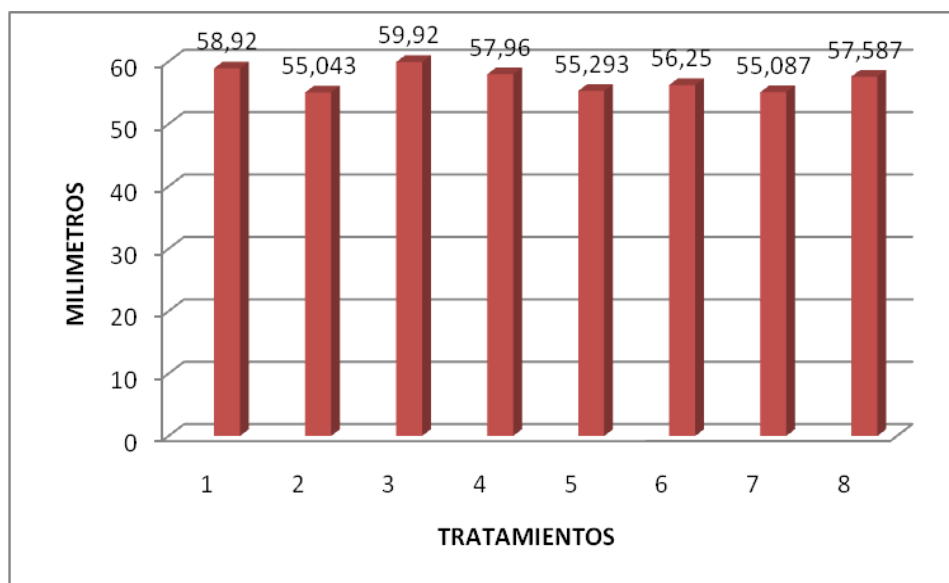


Figura 3. Diámetro polar del fruto de plantas de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.

### Diámetro Ecuatorial

En la figura 4 se aprecia que el tratamiento con el mayor diámetro ecuatorial de fruto fue el tratamiento que solo recibió nutrición química y fue seguido por el tratamiento 3 que contiene nutrición química + vermicomposta + liquido de lombriz, en la variable diámetro polar el tratamiento 3 fue mejor, seguido por el tratamiento 1, estos resultados indican que la nutrición química o

bien nutrición química mas derivados de lombriz favorecen el tamaño de fruto aunque probablemente éstos son de menor peso ya que el tratamiento con 8 fue el que tuvo el mayor peso de fruto por planta.

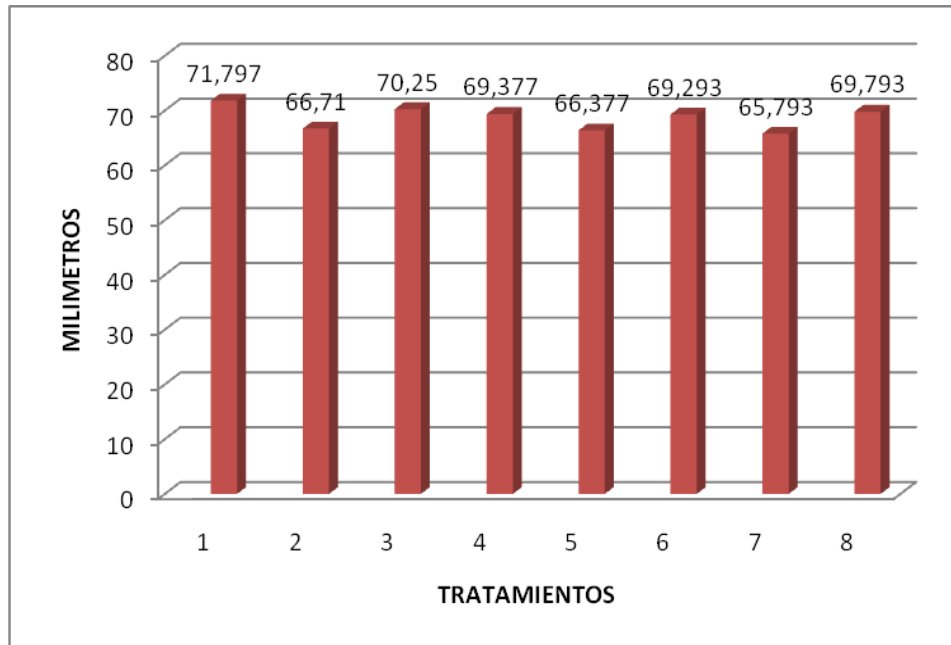


Figura 4. Diámetro ecuatorial del fruto de plantas de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.

### **Sólidos Solubles Totales**

Los sólidos totales, no fueron diferentes estadísticamente. Resultando todos los tratamientos similares en sólidos solubles totales los cuales son una resultante de la fotosíntesis, ya que éstos son sacarosa y otros sólidos solubles como ácidos orgánicos y minerales.

Los resultados obtenidos con la aplicación de nutrientes químicos solos o complementados con nutrientes orgánicos no influyó significativamente en la cantidad de de sólidos solubles. Aunque se observa que el tratamiento 7 que recibió fertilización química más algaenzimas, superó en 20% al tratamiento que solo recibió fertilización química (Figura 5).

En un estudio realizado sobre el rendimiento y calidad para el cultivo del tomate, bajo dos sistemas de producción, se encontró que en el sistema de producción cielo abierto se tuvo un valor de 5.22 °Brix, valor significativamente superior a los observados en el sistema de macrotúnel que tuvo 4.87 °Brix (Córdoba, 2000).

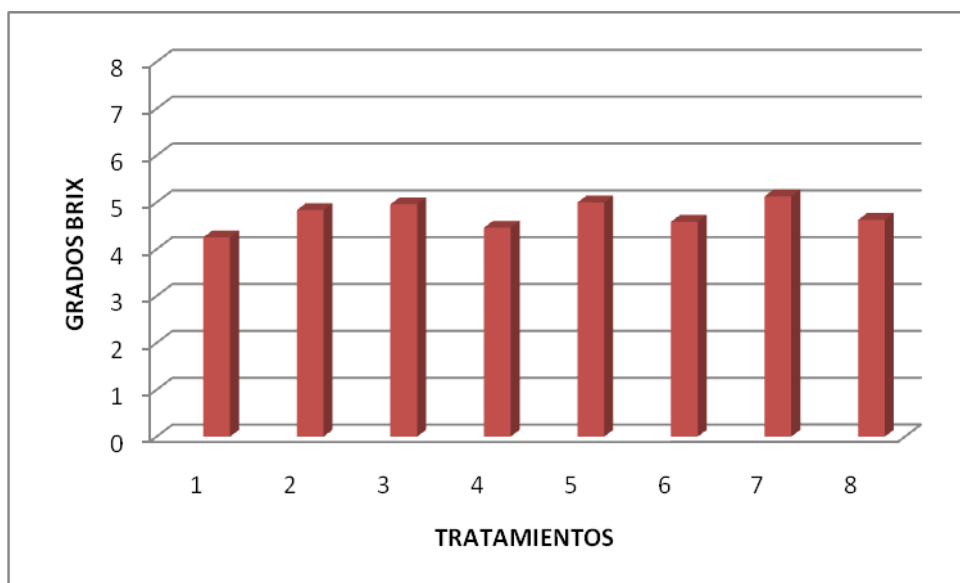


Figura 5. Concentración de sólidos solubles del fruto de plantas de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, en el cultivo de tomate bajo invernadero.



## Días a Cosecha

La Figura 6 muestra que, aunque no se encontraron diferencias estadísticas en los días a cosecha estimados en cada tratamiento, es posible decir que entre el tratamiento más precoz y el más tardío hay 7 días de diferencia, el tratamiento más precoz fue el que nutrición química + organodel mientras que el más tardío fue el tratamiento 4 ( mezcla de nutrición química+ vermicomposta+ liquido de lombriz + organodel), la causa por la que no se encontraron diferencias significativas, se puede atribuir a que en el invernadero los tratamiento tenían las mismas condiciones de temperatura, es sabido que ésta influye sobre diversos procesos fisiológicos que pueden adelantar la etapa reproductiva de los cultivos.

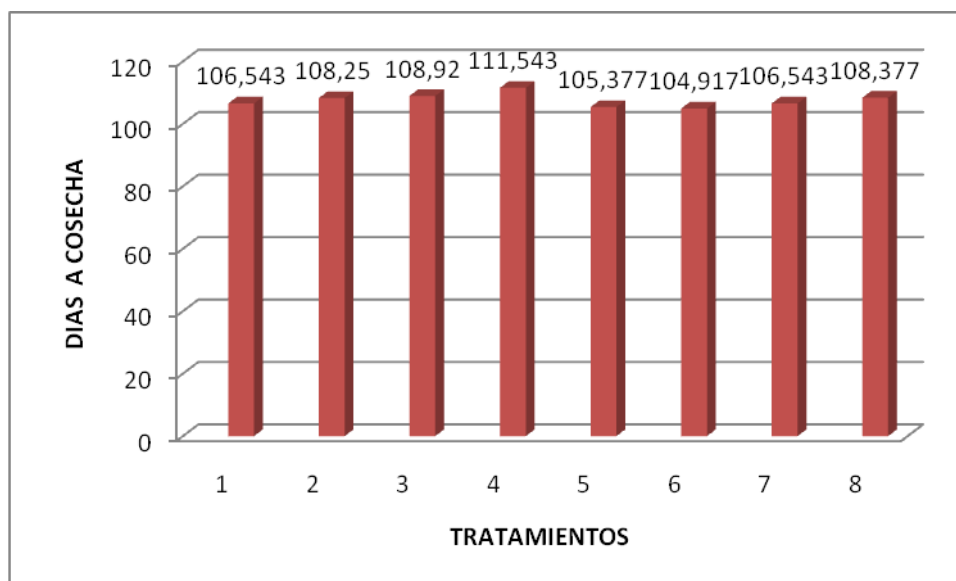
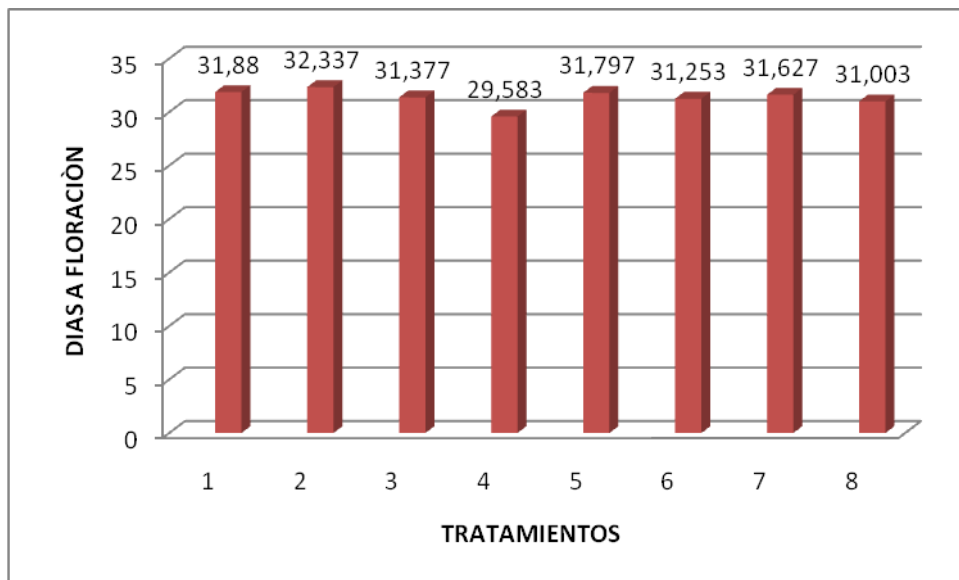


Figura 6. Días a cosecha del cultivo de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, bajo invernadero.

## Días a Floración

Se puede asumir que al igual que días a cosecha, que los tratamientos no marcaron un efecto sobre ésta variable, encontrando diferencias más estrechas entre tratamientos y entre el tratamiento más precoz y el más tardío solo existieron tres días, estos tratamientos no coinciden con lo observado en la variable anterior. La causa por la que no se encontraron diferencias significativas se pudo atribuir a que en el invernadero los tratamientos tenían la misma temperatura, es conocido que ésta influye sobre diversos procesos fisiológicos que pueden adelantar la etapa reproductiva de los cultivos. Como es posible observar en los resultados obtenidos la aplicación de nutrientes químicos complementados con nutrientes orgánicos no tiene efecto sobre el adelanto o atrasó de la floración.



**Figura 7.** Días a floración del cultivo de tomate con tratamientos de nutrición química suplementada con orgánica, bajo invernadero.

## **CONCLUSIONES**

La aplicación de los productos orgánicos, organodel, vermicomposta, y líquido de lombriz aplicado como complemento o suplemento de la fertilización química, no afectó en el rendimiento, la calidad y grados brix en el cultivo del tomate.

Solo se realizaron cuatro cortes, en un híbrido que puede tolerar más de diez cortes por ciclo, ya que dicho cultivo resultó dañado por una helada de 17°C bajo cero en el exterior y dentro del invernadero fue de 3°C bajo cero. Posiblemente si se evaluaran más cortes se pudiera manifestar diferencias estadísticas.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez M. V. J. 2000. Los Extractos de Algas Marinas en el Rendimiento y Calidad del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- AMHPAC: Información sobre el censo de productores miembros de la asociación.
- Barrios-Capdevilla, O, 2004. Construcción de un invernadero. Fundación de comunicación y capacitación y cultura del agro (fulda).pp. 15 y 30.
- Bolaños, A. 1998. Introducción a la Olericultura. Primera Edición. Ed. Universidad Estatal a Distancia, San José, Costa Rica.
- Canales, L. B. 1997. Las Algas en la Agricultura Orgánica. Primera Edición. Consejo Editorial del Estado. Saltillo, Coahuila, México.
- Canales, L. B. 1999. Encimas – Algas: Posibilidades de su uso para estimular la producción agrícola y mejorar los suelos. Terra. Vol. 17 No. 3. pp. 271 – 276.Coahuila. México.
- Carmen, F. and Morales, B. 2003. Los abonos orgánicos vs los abonos inorgánicos. Sepia.x.pp.2.
- Capistran, F., Aranda., E. y Romero, J. C. (2001). Manual de reciclaje, compostaje y lombricompostaje. Instituto de ecología. Xalapa, Veracruz, México.pp79-137.
- Compagnoni, L y G. Putzolu. (1990). Cría moderna de las lombrices y utilización rentable del humus. Edit.vecchi.España.pp 60-82.
- Comparación entre lombricomposta y productos químicos (2009) obtenida de: [www.elcolibri.com.mx/cienciapr.org/salud.edomexico.gob.mx](http://www.elcolibri.com.mx/cienciapr.org/salud.edomexico.gob.mx)
- Córdoba R. R. E. 2000. Formas de aplicación de algaenzimas en el rendimiento y calidad para el cultivo de tomate, bajo dos sistemas de producción.. Tesis de Licenciatura. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- De la cruz, R. R. A. (2005). Aprovechamiento de residuos orgánicos a través de composteo y lombricomposteo. Obtenida el 17/sep/2010 de: <http://www.uaaan.mx/academic/horticultura/memhortos/aprov-residuos.pdf>.
- DISAGRO. 1996 a. Fertilización específica en el cultivo del tomate. Boletín Disagro. 4 (7): 1-4.
- DISAGRO. 1996 b. Cultivo del Tomate. Boletín Disagro. 4 (1): 1-8.

- Edmond, J.B.; T.L. Senn, y F.S. Andrews. 1985. Principios de Horticultura. Tercera Edición. Ed. Continental. México.
- Eva María. (2009). Abonos orgánicos. obtenida de: <http://www.consumoteca.com/alimentacion/agricultuta/abonos-organicos>.
- Félix, H.J. sañudo, T.R. rojo, M.G. Martínez, R.R y Olalde, p.v. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. Revista de sociedad, cultura y desarrollo sustentable.
- Gain report "Mexico tomato annual area planted down but production up". Flores, D.Ford, M. aprobado por Gonzales C. JUNIO DEL 2010.
- Garza, L.J.L. 1985.Las hortalizas cultivadas en México; su importancia. Fitotecnia. Uach. chapingo, México.
- Ibarra, L. y Rodríguez, A. 1991. Acolchado de Suelos con Películas Plásticas. Ed. Limusa. México.
- Irisson, N. S. (1995). Calidad del abono y de la lombriz de tierra, resultante del lombricompostaje de la pulpa de café. Tesis. Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz.pp1-80.
- Lara-herrera, A. 2004. Producción intensiva de cultivos en invernadero con hidroponía.
- Leal, I.J., Alcorta, G.E. y Rodríguez, F.H. 2004. Modelo de clima en invernadero considerando las condiciones en la región noreste de mexico.en:2dosimposiuminternacionaldeproducciondecultivoseninvernadero.
- León, H y Arosamena, M. 1980. El Cultivo del Tomate para Consumo Fresco en el Valle de Culiacán. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) de la Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH), México.
- López- Gálvez, J. y Salinas-Andújar, J.A. (s/f). Efectos ambientales y tecnología en el sistema de cultivo forzado.p.19.
- Márquez, H.C. Cano, R.P. y Martínez, C.V. 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero.In: Olivares S.E. (ed.).Tercer simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de agronomía. Monterrey, N.L. México, p 14.

- Marshall, D.W. 1991. Biología de las Algas Enfoque Fisiológico. Primera Edición. Ed. Limusa. México.
- Mendoza, G.L. (2008). Manual de lombricultura. Obtenida de: <http://www.cecycetech.edu.mx/pdf/manuallombricultura/pdf>.
- Morata, J.V. 1992. Horticultura Herbácea Especial. Tercera Edición. Ed. Mundo – Prensa. Madrid España.
- NMX-FF-109-SCF1-2007. Humus de lombriz (Lombricomposta). Obtenida de: <http://www.mejoravegetal.criba.edu.ar/semilla/germinac/seed%20partes.jpg>
- Norrie, J. 2000 a. El creciente valor de las algas en usos comerciales. Terralia. vol. 14. pp. 40 – 43. Ed. Agrotecnicas, S. L. Madrid España.
- Norrie, J. 2000 b. Aplicaciones Prácticas de Productos de Algas Marinas en la Agricultura. Terralia. Vol. 15. pp. 26 – 31. Ed. Agrotecnicas, S. L. Madrid España.
- Norrie, J. 2000 c. La ciencia de los productos de algas en la agricultura. Terralia. Vol. 16. pp. 32 – 37. Ed. Agrotecnicas, S. L. Madrid España.
- Norrie, J. 2000 d. Futuro Aplicación e Investigación de las Algas Marinas: Aditivos para el suelo, nutricionales y otras nuevas aplicaciones. Terralia. Vol. 17. pp. 24. Ed. Agrotecnicas, S. L. Madrid España.
- Nuez Fernando. 2001. El cultivo del tomate. Ediciones Mundi-prensa, Madrid.
- Nuez, F.; Rodríguez, A.; Tello, J.; Cuartero, J.; Segura, B. 1995. El cultivo del Tomate. Ed. Mundi – Prensa. Madrid España.
- Producción de Plántula de Tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), var. Rio Grande; Bajo Condiciones de Invernadero. Tesis. Licenciatura. UAAAN. Saltillo.
- Quezada, M. R. 1997. Acolchado. Curso Nacional de Plásticos en la Agricultura. Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA). Saltillo, Coahuila. México.
- Rodríguez, A. 1991. Semiforzado de Cultivos Mediante el Uso de Plásticos. Ed. Limusa. México.
- Rodríguez, D. N., cano, R.P., Favela, C.E., Figueroa, V. U., de paúl, A.V., Palomo, G.A., Márquez, H.C y Moreno, R.A. 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista chapingo serie horticultura 13(2):185-192.

- Rodríguez, R.; Tabares, J.; Medina, J. A. 1997. Cultivo Moderno del Tomate. Ed. Mundo – Prensa. Madrid España.
- Rodríguez, R.; Tabares, J.; Medina, J. A. 1997. Cultivo Moderno del Tomate. Ed. Mundi – Prensa. Madrid España.
- Sánchez, B,F. y Favela, ch. e. 2002. Manual de propagación de plantas. UAAAN UL, Torreón, Coahuila, México pp. 10-12.
- Shuld, M. 2009. Manual de lombricultura. Obtenida de: <http://www.manualdelombricultura.com/manual/agriculturaorganica/importancia.html>
- Serrano, c.2. 2002. construcción de invernaderos. Editorial ediciones mundiprensa.2da edición. España.pp42 y 43.
- Serrano, Z. 1979. Cultivo de Hortalizas en Invernaderos. Primera Edición. Ed. Aedos. Barcelona España.
- Serrano, Z. 1979. Cultivo de Hortalizas en Invernaderos. Primera Edición. Ed. Aedos. Barcelona España.
- USDA/FAS 2009-2010. Reporte de exportación de México a EUA, detalle de tomate fresco para consumo.
- Valadez, A. 1998. Producción de Hortalizas. Ed. Limusa. México. D. F.

#### **PAGINAS CONSULTADAS**

- [www.infoagro.com/hortalizas/tomate.html](http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.html)
- [www.sabelotodo.org/agricultura/hortaliizas/cultivotomate.html](http://www.sabelotodo.org/agricultura/hortaliizas/cultivotomate.html)
- <http://www.hortalizas.com/noticias/?storyid=2502>
- <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>.
- [www.Ofertasagricolas.cl/articulos](http://www.Ofertasagricolas.cl/articulos)
- [www.compostadores.com](http://www.compostadores.com)
- [www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm](http://www.infoagro.com/abonos/lombricultura.htm)
- [www.Agroforestalsanremo.com/humus-L19](http://www.Agroforestalsanremo.com/humus-L19)