

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICAS



**Evaluación de fertilización orgánica e inorgánica para tomate híbrido HMX  
1854 (*Lycopersicon esculentum* Mill) a campo abierto**

POR:

JOSE AMBROCIO BRAVO SALAS

**TESIS**

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO  
DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de fertilización orgánica e inorgánica para tomate híbrido HMX  
1854 (*Lycopersicon esculentum* Mill) a campo abierto

POR

JOSÉ AMBROCIO BRAVO SALAS

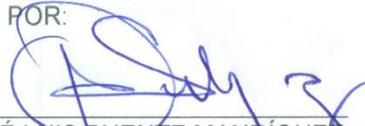
TESIS

Elaborada bajo la supervisión del comité particular de asesoría y aprobada  
como requisito parcial, para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

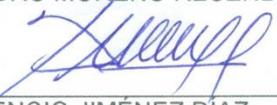
ASESOR PRINCIPAL:

  
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRÍQUEZ

ASESOR:

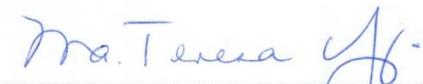
  
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR:

  
Ph D. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

ASESOR:

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

  
DRA. MA TERESA VALDÉS PEREZGASGA  
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS  
AGRONÓMICAS



Comité de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO

DICIEMBRE, 2014.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de fertilización orgánica e inorgánica para tomate híbrido  
HMX1854 (*Lycopersicon esculentum* Mill) a campo abierto

POR

JOSÉ AMBROCIO BRAVO SALAS

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE:

  
DR. JOSÉ LUIS PUENTE MANRIQUEZ

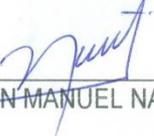
VOCAL:

  
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL:

  
Ph D. FLORENCIO JIMÉNEZ DÍAZ

VOCAL SUPLENTE:

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

  
DRA. MA TERESA VALDÉS PEREZGASGA  
COORDINADORA INTERINA DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



División de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA; MÉXICO

DICIEMBRE, 2014

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS**

Por darme la dicha de estudiar en esta Universidad, por haberme acompañado a en el transcurso de toda mi carrera, también por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por concederme todas las cosas hermosas que existen en este mundo, por permitirme tener vida, salud y llegar hasta esta etapa de mi vida profesional; por todas sus bondades, porque día a día mi alma se llena de gozo y bondad, para poder enseñar lo que aprendí sin recelo, por ser el amigo incondicional que nunca me abandonara.

### **A mi esposa**

#### **Iris Yesenia Aguilar Gómez**

Amor quiero darte las gracias por dame tu apoyo incondicional para iniciar y poder terminar con esta nueva etapa de mi vida profesional. También porque has estado conmigo en las malas y en las buenas.

### **A mis padres**

#### **Antelmo Bravo Miranda y Ana Salas Pérez.**

Con todo mi amor, respeto y admiración a esos seres que me dieron la vida. Gracias por darme la mejor herencia que es el estudio, también por enseñarme a valorar las cosas que tengo en la vida, por sus cariños, el amor incondicional y sus nobles consejos que han sido de gran importancia para mí. Por haber depositado en mí, dedicación y confianza para la finalización de una meta más

en mi vida, es por eso que les dedico un atributo en este presente trabajo de tesis. Le pido a Dios que los cuide y que los conserve con nosotros por muchos años más.

### **A mis hermanos**

Linda, Henry (†), Lety, Marleni y Berzaín, que fueron mi fuente de apoyo y depositaron en mí, su cariño y confianza. A ustedes que me demostraron que para lograr el éxito en la vida nunca se debe de olvidar nuestros ideales, objetivos y principios, el saber que siempre estuvieron conmigo, me dieron la fuerza para seguir adelante, gracias por creer en mí. También por brindarme su apoyo incondicionalmente tanto moral como económico, por sus consejos de siempre salir adelante ante cualquier circunstancia que se presentara. Que Dios me los cuide siempre en donde quiera que se encuentren y también va dedicado para ti hermano Henry que nos estás cuidando desde arriba.

### **A mis abuelos**

**José Bravo verdugo**

**Neomincia Miranda Roblero**

**Pedro Salas Pérez (†)**

**Cristina Pérez Ángel**

Muchas GRACIAS por su amor y cariño incondicional, porque sé que donde ustedes estén, siempre me apoyaran y siempre estarán conmigo.

A las Familias, por ser parte de ellas y porque creyeron en mí; por sus gratas atenciones, consejos, motivaciones, cariño y sus inmensos apoyos incondicionales. Fueron el motor para el desarrollo y terminación de mi estancia en la Universidad.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” por abrirme sus puertas durante estos cuatro años y medio, al igual por brindarme la oportunidad de formarme como profesionista y crecer intelectualmente dentro de sus instalaciones. Esta es una de las universidades que llevan en alto la ideología de su fundador “Don Antonio Narro”, dando prioridad a personas de bajos recursos económicos; por ello agradezco infinitamente a mi “Alma Mater”.

Al **Dr. Puente Manríquez José Luis**. Por brindarme la oportunidad de formar parte de su proyecto y asesorarme durante la realización de mi tesis.

Al **Ph. D Godoy Ávila Salvador**. Por brindar su tiempo y dedicación en la revisión de mi tesis.

Al **Ing. Moreno Resendez Alejandro**. Por su tiempo, dedicación y por sus gratas atenciones en la revisión de mi tesis.

Al **Dr. Jiménez Díaz Florencio**. Por su colaboración y apoyo en la realización de mi tesis.

Al **Ing. Nava Santos Juan Manuel**. Por compartir sus conocimientos y apoyo para realizar este trabajo.

Mis más sinceros agradecimientos a todos los que fueron mis profesores de los diferentes Departamento, de los que recibí sus sabios consejos y sus grandes atenciones, también por compartir sus conocimientos y por darme las herramientas necesarias para poder desempeñarse en el ámbito profesional.

## **A mis compañeros de generación 2010-2014**

Agradezco a mis compañeros de generación por aceptarme en su grupo y también a invitarlos que tengamos una mentalidad ganadora, debemos de soñar en grande como la frase que repite mi hermano “Dios es demasiado grande, como de pensar en pequeño y también como decía un compañero de trabajo. Seamos águilas y alcemos el vuelo, hagamos el esfuerzo, que ese esfuerzo implícito sea nuestro éxito. Comenzar de nueva cuenta, con nuevos bríos, con muchísimo coraje y decisión, porque somos un gran equipo, porque estamos hechos de madera diferente, porque estamos unidos y la fuerza lo hacemos todos, porque nada terrenal nos vencerá nunca, porque unidos empezamos, unidos seguiremos y unidos triunfaremos y que así sea por el bien de todos. Muchísimas gracias a todos y los recordare siempre en donde quiera me encuentre.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA .....	I
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	V
ÍNDICE DE CUADRO DEL TEXTO .....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE.....	IX
RESUMEN.....	XI
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1.Objetivos .....	3
1.2.Hipótesis .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1. EL CULTIVO DEL TOMATE .....	4
2.1.1. Generalidades del tomate .....	4
2.1.2. Origen .....	4
2.1.3. Domesticación .....	5
2.1.4. Distribución geográfica.....	5
2.1.5. Importancia económica del tomate .....	6
2.1.6. Ventajas de la producción de tomate .....	7
2.1.7. Clasificación taxonómica del tomate .....	8
2.2. CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DEL CULTIVO DEL TOMATE .....	8
2.2.1. Planta .....	8
2.2.2. Semilla.....	9
2.2.3. Raíz .....	9
2.2.4. Tallo.....	10
2.2.5. Hoja .....	10
2.2.6. Flor .....	11
2.2.7. Fruto .....	11
2.3. PROPIEDADES NUTRICIONALES .....	11
2.4. AGRICULTURA ORGÁNICA .....	12
2.4.1. Generalidades .....	12
2.4.2. Conceptos sobre agricultura orgánica .....	15
2.4.3. Objetivos de la agricultura orgánica .....	16
2.4.4. Ventajas de la agricultura orgánica .....	16
2.4.5. Agricultura orgánica en el mundo .....	17
2.4.6. Agricultura orgánica en México .....	18
2.5. ANTECEDENTES SOBRE LOS FERTILIZANTES .....	20
2.5.1. Generalidades de los fertilizantes.....	21
2.5.2. Tipos de fertilizantes.....	21
2.6. FERTILIZACIÓN QUÍMICA .....	22
2.6.1. Fertirriego .....	22

2.6.2. Solución nutritiva .....	22
2.7. MACROELEMENTOS.....	23
2.7.1. Nitrógeno (N) .....	23
2.7.2. Fósforo (P).....	24
2.7.3. Potasio (K).....	24
2.7.4. Calcio (Ca).....	24
2.7.5. Azufre (S) .....	25
2.7.6. Magnesio (Mg).....	25
2.8. MICROELEMENTOS.....	25
2.8.1. Boro (B).....	25
2.8.2. Manganeseo (Mn).....	26
2.8.3. Zinc (Zn).....	26
2.9. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA .....	26
2.9.1. Importancia de los fertilizantes orgánicos.....	27
2.9.2. Tipos de fertilizantes o abonos orgánicos.....	28
2.9.3. Propiedades de los fertilizantes orgánicos .....	28
2.9.3.1. Propiedades físicas.....	28
2.9.3.2. Propiedades químicas.....	29
2.9.3.3. Propiedades biológicas .....	29
2.9.4. Productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo ...	29
2.10. EL COMPOST.....	30
2.10.1. Generalidades del uso de compost .....	31
2.10.2. Concepto de compost.....	31
2.10.3. Elementos Nutritivos en el compost .....	32
2.11. FERTILIZACIÓN ORGÁNICA VS INORGÁNICA .....	32
2.12. INVESTIGACIONES DEL CULTIVO DEL TOMATE.....	34
<b>III. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>36</b>
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera .....	36
3.2. Localización del área de estudio .....	36
3.3. Manejo del cultivo de tomate.....	37
3.3.1. Material Genético .....	37
3.3.2. Preparación del terreno .....	37
3.3.3. Preparación de camas.....	37
3.3.4. Instalación del sistema de riego .....	38
3.3.5. Acolchado de las camas.....	38
3.3.6. Diseño experimental.....	38
3.3.7. Tratamientos.....	39
3.3.8. Trasplante.....	39
3.3.9. Riego .....	40
3.3.10. Colocación de espaldera .....	40
3.3.11. Tutorado .....	41
3.3.12. Fertilización .....	41

3.3.13. Podas .....	42
3.3.14. Control de plagas y enfermedades .....	42
3.3.15. Control de maleza .....	43
3.3.16. Cosecha .....	43
3.4. Variables a evaluadas en ambos tratamiento .....	44
3.4.1. Altura de planta .....	44
3.4.2. Grosor del tallo .....	44
3.4.3. Número de hojas .....	44
3.4.4. Número de flores .....	44
3.4.5. Número de racimos cuajados .....	45
3.4.6. Rendimiento total.....	45
3.4.7. Diámetro polar .....	45
3.4.8. Diámetro ecuatorial .....	46
3.4.9. Número de lóculos.....	46
3.4.10. Grosor de pulpa.....	46
3.4.11. Sólidos solubles.....	47
3.5. Análisis estadístico.....	47
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>48</b>
4.1. Valores fenológicos .....	48
4.2. Valores de producción y calidad del fruto.....	49
4.2.1. Peso del fruto.....	50
4.2.2. Diámetro ecuatorial.....	50
4.2.3. Diámetro polar .....	50
4.2.4. Número de lóculos.....	51
4.2.5. Grosor de pulpa .....	51
4.2.6. Sólidos solubles.....	52
4.3. Rendimiento por hectárea .....	53
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>54</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>55</b>
<b>VII. APÉNDICE .....</b>	<b>69</b>

## ÍNDICE DE CUADRO DEL TEXTO

	<b>Pág.</b>
Cuadro 1. Principales componentes del fruto del tomate	12
Cuadro 2. Valor de las ventas de productos orgánicos por país, 2002.	18
Cuadro 3. Concentración de la solución nutritiva para el cultivo de tomate en aire libre, en sus tres etapas de desarrollo.	41
Cuadro 4. Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate.	43
Cuadro 5. Comparación de medias de la variable Altura de planta del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.	48
Cuadro 6. Comparación de medias de la variable Diámetro de tallo del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.	48
Cuadro 7. Comparación de medias de la variable Número de hojas del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.	49
Cuadro 8. Comparación de medias de la variable Número de flores del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.	49
Cuadro 9. Comparación de medias para la calidad de tomate en ambos tratamientos a campo abierto. En el ciclo primavera-verano de 2013 en UAAAN-UL.	51
Cuadro 10. Comparación de medias para la calidad de tomate en ambos tratamientos a campo abierto. Ciclo primavera-verano de 2013 en la UAAAN-UL.	53

## ÍNDICE DE CUADROS DEL APENDICE

	<b>Pág.</b>
Cuadro A-1. Análisis de varianza para la variable Altura de planta a los 34 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL. 2013	69
Cuadro A-2. Análisis de varianza para la variable Altura de planta a los 55 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	69
Cuadro A-3. Análisis de varianza para la variable Altura de planta a los 76 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	69
Cuadro A-4. Análisis de varianza para la variable de Altura de planta a los 97 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	69
Cuadro A-5. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 34 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	70
Cuadro A-6. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 55 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	70
Cuadro A-7. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 76 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	70
Cuadro A-8. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 97 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	70
Cuadro A-9. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 34 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	71
Cuadro A-10. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 55 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	71
Cuadro A-11. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 76 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	71
Cuadro A-12. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 97 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	71
Cuadro A-13. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 34 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	72
Cuadro A-14. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 55 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	72
Cuadro A-15. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 76 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	72
Cuadro A-16. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 97 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	72
Cuadro A-17. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Número de frutos del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	73
Cuadro A-18. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Peso del fruto del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	73
Cuadro A-19. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Diámetro ecuatorial del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	73

Cuadro A-20. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Diámetro polar del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	73
Cuadro A-21. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Número de lóculo del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013	74
Cuadro A-22. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Grosor de pulpa de tomate. UAAAN-UL 2013	74
Cuadro A-23. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Grados brix del tomate. UAAAN-UL 2013	74

## RESUMEN

En tomate es una de las hortalizas más cultivada en el mundo, debido a su alto consumo y a su capacidad de producción, en la Comarca Lagunera se siembran alrededor de 900 ha en cielo abierto, con una producción de 19 t•ha<sup>-1</sup>. Lo anterior, ha llevado a los productores a encontrar métodos de producción más eficiente para satisfacer la alta demanda de tomate, con mayor calidad.

El presente trabajo se realizó durante el periodo marzo-agosto de 2013 a campo abierto, en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Unidad Laguna (UAAAN-UL). Se evaluaron dos tratamientos con tres repeticiones cada uno, el diseño fue de bloques completos al azar, en la cual se utilizó para el tratamiento de orgánico, estiércol seco de ganado bovino y para el tratamiento inorgánico, se utilizó la Solución nutritiva Steiner de acuerdo a sus etapas fenológicas. Los objetivos fueron: Evaluar la producción y calidad en tomate con la fertilización orgánica contra fertilización inorgánica. Además, de determinar el mejor tratamiento en rendimientos en ambas fertilizaciones (orgánica e inorgánica). En general bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento no se registraron diferencia estadísticas para las variables evaluadas, excepto para número de flores, en la fertilización inorgánica, se observó un mayor rendimiento en un 12.6 % que la fertilización orgánica.

**Palabras claves:** Tomate, híbrido, fertilización orgánica, fertilización inorgánica, producción, calidad.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la mayor preocupación para la población a nivel mundial al consumir los alimentos de origen convencionales son: el uso excesivo de productos químicos en la agricultura, el nivel de contaminantes que los frutos pudieran contener. Todo esto es debido a los problemas de contaminación ambiental y la presencia de compuestos residuales en los suelos agrícolas. Hoy en día, la población va incrementando día con día a nivel mundial y esto ha obligado al hombre a buscar un incremento mucho mayor en la producción de alimentos a un costo razonable (Eskenazi *et al.*, 2004; Hernández *et al.*, 2004). Una alternativa para suprimir o reducir este problema es la agricultura orgánica, en este sistema, se obtienen alimentos libres de agroquímicos, inocuos y con un alto valor nutricional. (USDA, 2004). Por lo que, los consumidores ecológico están dispuestos a pagar un precio extra para adquirir estos alimentos bajo un sistema de producción orgánico certificado (Alvajana *et al.*, 2006)

La FAO (2001), define a la agricultura orgánica como un método agrícola en el que no se utilizan fertilizantes ni plaguicidas sintéticos; así mismo, en México y Estados Unidos, las normas coinciden a lo establecido por la FAO, con la peculiaridad de las especificaciones propias de cada país, las cuales están contenidas en los siguientes documentos, respectivamente, (NOM.037 FITO, 1995 y NOP, 2004).

Actualmente, los mercados nacionales e internacionales exigen al productor orgánico un sello distinto que garantice que son productos orgánicos. Para ello deben estar certificados por empresas especializadas, en México se

encuentran la *Quality Assurance Internacional (QAI)* y la *Oregon Tilth Certified Organic (OTCO)*, quienes realizan certificaciones anuales (Gómez *et al.*, 1999). Para esto las normas establecen un período de tres a cinco años, sin aplicación de agroquímicos, que incluye los fertilizantes sintéticos, todo esto para la certificación de un predio como orgánico (NOM. 037 FITO, 1995; NOP, 2004; Brentlinger, 2002)

Los principales países con producción de alimentos orgánicos a nivel mundial son: Europa, Estados Unidos y Ecuador. (Freddy, 2008); además, los productos orgánicos tienen sobrepuestos de 20 a 40 % con respecto a los productos tradicionales (FAO, 2001b; Sloan, 2002).

De acuerdo con el (SIAP), los estados productores de cultivos orgánicos en México son: Baja California, Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Guerrero, Tabasco, Sinaloa, Michoacán y Jalisco. El compromiso que tiene México para el consumidor es que tenga una mejor percepción de este tipo de productos y de los beneficios de salud que brindan. (SAGARPA, 2011).

Por otro lado los cuatro problemas principales que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos otros países son: 1) la comercialización, 2) las limitaciones ambientales, 3) los costos de producción, 4) la insuficiencia de capacitación e investigación (Gómez *et al.*, 1999).

La utilización de los fertilizantes orgánicos mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, esta es la forma más natural de fertilizar al suelo con dosis adecuadas. En cambio los fertilizantes inorgánicos se utiliza en suelos de baja fertilidad y que necesitan

una rápida solución para no perder el cultivo que se está realizando (Weyers y Paterson, 2001)

Las ventajas que poseen los fertilizantes inorgánicos son: Una rápida tasa de asimilación de elementos nutritivos, pero sus desventajas son que contribuyen a reducir la materia orgánica contenida en el suelo y en exceso tienden a contaminar los mantos acuíferos de la zona. Por otro lado, los fertilizantes orgánicos su principal desventaja es la baja tasa de asimilación, pero su ventaja es que tiene menos efectos secundarios en el caso de excederse en su uso y contiene una mayor cantidad de macro y micro elementos, lo que proporciona mayor cantidad de elementos nutritivos a los cultivos (Villa *et al.*, 2005)

### **1.1. Objetivos**

Evaluar el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate híbrido HMX 1854 con fertilizantes orgánicos e inorgánicos a campo abierto.

### **1.2. Hipótesis**

La producción y calidad del tomate del híbrido HMX 1854 bajo una fertilización orgánica es similar a la producción y calidad bajo una fertilización inorgánica.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. El cultivo del tomate

#### 2.1.1. Generalidades del tomate

El cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) es miembro de la familia de las solanáceas y es nativa de América de sur (Chile, Colombia, Ecuador, Bolivia, y Perú). La planta es potencialmente perenne y muy sensible a heladas, lo que determina su ciclo anual de distinta duración según la variedad (Rodríguez *et al.*, 2001). Se desarrolla bien en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas, método de cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad (Chamorro, 2001). Este cultivo es propio de climas tropicales y sub tropicales y actualmente se cultiva en casi la totalidad de países del mundo (Rick, 1978).

Los tomates son diversos en tamaño y forma, sin embargo, una de las formas que más prevalece es la elongada (Brewer *et al.*, 2007).

#### 2.1.2. Origen

El origen del tomate se localiza en la región de los Andes (sur de Colombia y Norte de Chile), donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancia de tipos silvestres (Esquinas y Nuez, 2001; Rodríguez *et al.*, 2001). La planta fue llevada a Europa e Italia a comienzos del siglo XVI de la mano de los conquistadores españoles. Actualmente el tomate se cultiva en casi la totalidad de los países del mundo. (Rodríguez *et al.*, 2001).

### **2.1.3. Domesticación**

El centro de domesticación del tomate, se inició en el sur de México y norte de Guatemala, gracias a las evidencias históricas que existen entre la similitud de los cultivares de Europa y las especies silvestres de la zona Andina (Jaramillo, 2006). Sus frutos eran de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos; la cultura azteca las utilizaban como alimentos, antes de la llegada de los españoles (Rodríguez *et al.*, 2001). Además el nombre moderno del tomate viene del vocablo náhuatl de México donde se llamaba “tomalt”, esto es aplicado genéricamente para las plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Fernández *et al.*, 2004).

### **2.1.4. Distribución geográfica**

Los españoles y portugueses difundieron al tomate por todo el mundo a través de sus colonias ultramarinas, posteriormente contribuyeron a ello otras potencias y países (Esquinas y Nuez, 2001).

En el siglo XVI, el tomate fue introducido en Europa como planta ornamental y a partir de 1900 descubrieron sus cualidades culinarias y se comenzó a cultivarse como hortaliza. (Rodríguez *et al.*, 2001). Finalmente a principios del siglo XIX se comenzó a cultivar comercialmente, se inició su

industrialización y la diferenciación de las variedades para mesa y para la industria (Pérez *et al.*, 2001).

### **2.1.5. Importancia económica del tomate**

El tomate es una de las hortalizas de mayor importancia en el mundo, por su área sembrada, diversidad de productos que se obtienen y su alto nivel de consumo. Mundialmente ocupa el segundo lugar en importancia entre las hortalizas debido a su nivel de producción, la cual es superada solamente por el cultivo de la papa. Los principales países productores son: China, Estados Unidos, Turquía, Italia, India, Irán, España, Brasil y México, los cuales contribuyen con cerca del 70 % de la producción mundial. La producción anual mundial creció 9.5 % en los últimos cuarenta años, siendo la hortaliza más cultivada (SAGARPA, 2005; Jaramillo, 2006).

INFOAGRO (2011) menciona que los cultivos de tomate pertenecen a los de mayor comercialización en todo el mundo y el de mayor valor económico. Su demanda aumenta continuamente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción de los últimos años se debe, principalmente, al aumento en el rendimiento y, en menor proporción, el aumento de la superficie cultivada (FAO, 2009).

Según datos de la SAGARPA (2011), México se encuentra en el décimo lugar a nivel mundial en la producción de tomate, sin embargo, ocupa el primer lugar en exportación del fruto. Su principal mercado es Norteamérica (Estados

Unidos Y Canadá) con 95%. Los estados con mayor aportación son: Sinaloa, Baja California, San Luis Potosí, Zacatecas, Sonora, Nayarit, Morelos y Michoacán; juntos totalizan 68% de la producción nacional (FAOSTAT, 2011) y los estados con menor producción son: Jalisco, Guanajuato, Tamaulipas, Hidalgo y Puebla, en donde, se siembran alrededor de 81,000 ha y se obtiene cerca de 2 millones de toneladas de tomate (SAGARPA, 2007).

Los tipos de tomate más importantes producidos, tanto a campo abierto como en agricultura protegida, son el tipo Saladette (el más producido), seguido por los tipos Bola (Steak), Cherry, en racimo y otras especialidades como los tipo Mimi y Campari (SAGARPA, 2011b), siendo el tomate Cherry el de mayor exportación, tanto a Estados Unidos y Canadá, así como a Japón (INEGI, 2009).

#### **2.1.6. Ventajas de la producción de tomate**

Este cultivo tiene las siguientes ventajas: Genera empleo, debido a que requiere mucha mano de obra desde la siembra hasta el empaque; estimula el empleo urbano proporcionando oportunidades de negocios en aspectos como manufactura, venta de agroquímicos, maquinaria y equipo; se necesita semilla de calidad; su exportación va en aumento, lo mismo que los precios pagados a los productores, generando importantes cantidades de divisas; mejora la nutrición de los consumidores; es muy versátil en su uso porque consumidor en

fresco, cocinado, frito y procesado industrialmente en conservas, salsas, jugos y en polvo (Cruz, 2007).

### **2.1.7. Clasificación taxonómica del tomate**

De acuerdo a Mendivil (2002) la taxonomía del tomate es la siguiente:

Reino: Vegetal

Clase: Dicotiledóneas

Orden: Umbelíferas

Familia: Solanaceas

Género: *Lycopersicon*

Especie: *esculentum*

Nombre científico: *Lycopersicon esculentum* Mill

Nombre común: Tomate o Jitomate

Sin embargo en los últimos años se sugiere el cambio de la clasificación del cultivo de tomate a *Solanum lycopersicum* (Benton, 2008; Asamizu y Enzura, 2009).

## **2.2. Características Morfológicas del cultivo del tomate**

### **2.2.1. Planta**

Chamorro (2001), menciona que el tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se cultiva como anual, que puede desarrollarse en forma rastrera, semierecta o erecta. Por su hábito de crecimiento las variedades de tomate pueden ser: Determinadas. Las plantas son de tipo arbustivo, de porte bajo, pequeño y de reproducción precoz. Estas características son muy importantes porque permiten concentrar la cosecha en un periodo determinado según sea la necesidad del mercado (Aguilar *et al.*, 2012). Indeterminadas. Las plantas son normales y se caracterizan por tener un crecimiento extensivo (2 m o más), según el tutorado que se aplique. El crecimiento vegetativo es continuo. Unas seis semanas después de la siembra, inicia el comportamiento generativo, produciendo flores en forma continua y de acuerdo al desarrollo. Este tipo de tomate tiene tallos axilares de gran desarrollo. Según las técnicas culturales, se eliminan todos o se dejan algunos (Muñoz, 2009).

### **2.2.2. Semilla**

La semilla del tomate es de forma lenticular con dimensiones aproximadas de 5 x 4 x 2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forman una yema apical, dos cotiledones, el hipocótilo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable (Nuez, 2001).

### **2.2.3. Raíz**

El sistema radicular del tomate está constituido por: raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Generalmente se extiende superficialmente sobre un diámetro de 1.5 m y alcanza más de 0.5 m de profundidad; sin embargo, el 70 % de las raíces de localizan a menos de 0.20 m de la superficie.

El sistema radical tiene como funciones la absorción y el transporte de agua y elementos nutritivos, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo (Aguilar *et al.*, 2012).

#### **2.2.4. Tallo**

Jaramillo (2007) menciona que los tallos son ligeramente angulosos, semileñosos, de grosor mediano y con tricomas (pilosidades), simples y glandulares. El diámetro de la base oscila entre 2-4 cm, sobre el que se van desarrollando las hojas, flores y frutos. El tallo está cubierto por vellosidades que salen de la epidermis, mismas que expiden un aceite oloroso que al desprenderlo sirve de protección al tallo.

#### **2.2.5. Hoja**

Zúrich (2004), señala que las hojas son compuestas e imparipinnadas, con folíolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de siete a nueve y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternada sobre el tallo. Éstas son las responsables de la fotosíntesis.

### **2.2.6. Flor**

Llamas (2007) describe que la flor del tomate es perfecta, regular e hipógina. Consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo dispuestos de forma helicoidal y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos. Los estambres están soldados por las anteras y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo y evitan la polinización cruzada. El ovario es bi o plurilocular. Las flores se agrupan en inflorescencias denominadas comúnmente como “racimos”. La primera flor se forma en la yema apical y las demás se disponen lateralmente por debajo de la primera, alrededor del eje principal. Las inflorescencias se desarrollan cada 2-3 hojas en las axilas.

### **2.2.7. Fruto**

El fruto es una baya ovalada, redonda o uniforme. Su tamaño va desde pequeños frutos (cereza), hasta enormes frutos de 750 g, en función de la variedad y las condiciones de desarrollo. Está constituido por la epidermis, pericarpio, el tejido placentario y las semillas (Chamorro, 2001)

## **2.3. Propiedades Nutricionales**

El tomate es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial, por su área sembrada, alto valor comercial y alto nivel de consumo. La mayor

parte de los frutos, se utiliza en la alimentación por sus principales componentes. En el Cuadro 1 se muestra que el fruto contiene un alto valor nutricional, contenido de vitamina C y licopeno, además se ha demostrado que está inversamente relacionado con el desarrollo de cierto tipo de cánceres. Comparado con otros vegetales, los frutos de tomate son menos perecederos y más resistentes a daños de transporte (Casseres, 1984; Berenguer, 2003).

**Cuadro 1. Principales componentes del fruto del tomate.**

<b>Componentes</b>	<b>Peso fresco (%)</b>	<b>Componentes</b>	<b>Peso Fresco (%)</b>
Materia seca	6.50	Ácido málico	0.10
Carbohidratos totales	4.70	Ácido Cítrico	0.20
Grasas	0.15	Fibra	0.50
N proteico	0.40	Vitamina C	0.02
Azúcares	3.00	Potasio	0.25
Sacarosa	0.10		
Sólidos solubles (°Brix)	4.50		

Fuente: Chamorro (2001)

Fernández - Ruiz *et al.*, (2004), mencionan que el tomate es uno de los frutos que contiene mayor cantidad de vitaminas y minerales, tiene bajo valor calórico y se caracteriza por un elevado contenido de agua, de 90 a 94%. Además, se reportan importantes contenidos de azúcares solubles (fructosa, glucosa y sacarosa), menor proporción de proteínas, fibra, ácido orgánico (cítrico y málico) y licopeno.

## **2.4. Agricultura orgánica**

### **2.4.1. Generalidades**

La agricultura orgánica ha despertado gran interés, en los sectores agropecuarios y los sectores de la sociedad. Este interés empezó hace más de dos décadas en los países desarrollados. Durante los últimos años, se ha registrado un comportamiento muy dinámico en la demanda y el consumo de productos orgánicos (Zamorano, 2005).

Se pueden considerar varios tipos de agricultura, en general (Gómez y Castañeda (2000) reconocen tres principales:

- a) Agricultura convencional. Utilización de agroquímicos (herbicida, insecticida, fertilizantes, fungicidas) y productos sintéticos. Este tipo de agricultura se caracteriza por su alto nivel de contaminación ambiental, lo cual, repercute la salud de los consumidores.
- b) Agricultura sustentable. Es la combinación de métodos genéticos, agronómicos, biotecnológicos y químicos, en un sistema de producción económico, misma que se ve reflejado en la calidad del producto y el cuidado del ambiente, así como la salud humana.
- c) Agricultura Orgánica. Basada en el uso de productos naturales, como es el caso de la utilización de compost; la cual va apoyado con alternativas biológicas y culturales para el control de plagas y enfermedades. Para el uso de abonos orgánicos, se debe de tomar en cuenta el bienestar económico y social de las personas involucradas en el proceso de la producción.

Schlermeler (2004), menciona que va en aumento la producción orgánica en el mundo y que además ha revolucionado sin perder la esencia de su fundamento, la materia orgánica.

En publicaciones de la FAO (2001) se menciona que Japón, la Comunidad Europea y Estados Unidos, son los principales consumidores de productos orgánicos, los cuales tiene un sobre-precio del orden del 40 % mientras que en México López (2004), resalta que el precio es de 30 o 40 % más bajo que los productos convencionales.

Por otro lado, para que un producto agropecuario sea considerado orgánico, debe ser certificado por empresas especializadas, en México se encuentran la (QAI) y (OTCO), las cuales cobran entre 100 y 125 dólares por hectárea certificada. Para esto el agricultor deberá entregar toda la información que solicite sobre los cultivos o productos a ser certificado, incluyendo un historial de campo en los últimos 3 años, tamaño de parcelas, mapas, manejo de la fertilidad, plagas, enfermedades y maleza, sistemas de control de datos, almacenaje y transporte. La agencia certificadora asignará un inspector para realizar las inspecciones necesarias de recolección de la información y asegurar un sistema de seguimiento del producto, correspondiéndole, luego, emitir un informe a la empresa certificadora. El comité de certificación de la empresa certificadora es quien define si la certificación es aprobada o no. Si es así, el productor puede comenzar a vender su producto como orgánico certificado. Cabe señalar que la certificación es anual y contempla la revisión del aspecto

administrativo como el de producción, incluyendo en algunos casos visitas sorpresa (Gómez *et al.*, 1999).

#### **2.4.2. Conceptos sobre agricultura orgánica**

Espinoza *et al.* (2007), Señalan que la agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional y que más que una tecnología de producción, es una estrategia de desarrollo que se fundamenta no solamente en un manejo del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también en un mayor valor agregado y una cadena de comercialización más justa. Gómez *et al.* (2008) señalan que la agricultura orgánica surgió como una alternativa para proteger el ambiente, las plantas de diferentes especies y los animales, de los peligros de la agricultura convencional o moderna.

Por otro lado, Martínez *et al.* (2008) han establecido que la agricultura orgánica es un movimiento que promueve la conversión de los desechos orgánicos procedentes del hogar, la agricultura, el mercado, el desazolve de drenes, entre otros. El resultado de este material estable llamado humus, se obtiene mediante un proceso de descomposición aeróbica bajo condiciones controladas, particularmente de humedad y aireación, en el cual participan bacterias, hongos y actinomicetos. Calderón *et al.*, (2009) señalan que la agricultura orgánica fundamenta sus principios en la agroecológica y en la agroforestería. En términos generales se describen el impacto de carácter

ambiental así como la preocupación del hombre sobre la calidad de alimentos que consume, como resultados de la actividad agrícola convencional, lo cual ha dado pie a la implementación de sistemas de producción agrícola ambientalmente amigables, cuya denominación genérica es agricultura orgánica (Moreno *et al.*, 2009).

### **2.4.3. Objetivos de la agricultura orgánica**

Según Barg (2007) y la USDA (2004), mencionan que los objetivos adicionales que persigue la Agricultura Orgánica son: a) Producir alimentos sanos libres de agroquímicos, b) Producir alimentos de importancia económica accesibles a la población, c) Producir de forma rentable, sostenible y viable, e) Trabajar para la conservación de la biodiversidad genética, f) Promover la integridad de los ciclos biológicos, g) Recuperar, conservar y potencializar la fertilidad del suelo, h) Trabajar en el reciclaje de elementos nutritivos y conservar la materia orgánica, i) Utilizar al máximo el potencial natural, genético y productivo de las plantas y animales, conociendo las limitaciones y potencial de las unidades productivas, j) Que los productos orgánicos puedan competir en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, en función de los parámetros de calidad y cantidad.

### **2.4.4. Ventajas de la agricultura orgánica**

Según la Villa *et al.*, (2005), las ventajas de la agricultura orgánica son las siguientes: a) Establece un sistema productivo compatible, amigable y respetuoso con el ambiente, b) Conserva el equilibrio de los recursos naturales, c) Proporciona oportunidades comerciales emergentes, d) Combina los reconocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadoras, e) Fomenta el debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

A manera de complemento, la FAO (2003), señala las siguientes ventajas de la agricultura orgánica: a) la Agricultura Orgánica permite hacer el uso de algunos conocimientos tradicionales, b) Cuando esté ubicado el mercado posibilita el aumento y la estabilidad de precios, c) Puede llevar a reducir costos de producción, d) Conlleva mejora en la salud ambiental y de las familias productoras, e) Promueve un uso sostenible del suelo y otros recursos.

#### **2.4.5. Agricultura orgánica en el mundo**

Los productos orgánicos conquistan cada vez más rápido las estructuras de mercado de alimentos a nivel mundial. En el 2002, las ventas de estos productos alcanzaron 23 mil millones de dólares, superando los 19 mil millones de dólares alcanzado en el 2001 (Sahota A., 2004). El mercado de los Estados Unidos registra el primer lugar en ventas de productos orgánicos, el segundo

lugar ocupa el mercado alemán y el tercer lugar ocupa el mercado británico (Willer *et al.*, 2004) ver Cuadro 2.

**Cuadro 2. Valor de las ventas de productos orgánicos por país, 2002.**

<b>País</b>	<b>Valor de las ventas US \$miles</b>
Estados Unidos	11,750
Alemania	3,060
Inglaterra	1,500
Italia	1,300
Francia	1,300
Suiza	766

Fuente: Elaboración de Willer *et al* (2004).

A nivel mundial se registran más de 24 millones de hectáreas cultivadas orgánicamente. Entre los países con mayor superficie orgánica cultivada destacan: en primer lugar Australia, con 10 millones de hectáreas, Argentina con 3 millones de hectáreas, e Italia con 1.2 millones de hectáreas. A estos países les siguen en importancia los Estados Unidos, Brasil, Uruguay, Alemania, España y Francia. México ocupa el 18º lugar a nivel mundial, con casi 216,000 ha (Willer *et al.*, 2004).

#### **2.4.6. Agricultura orgánica en México**

La agricultura orgánica en México ha llamado la atención no sólo de los pequeños productores, sino también de medianos y grandes, quienes también buscan opciones que les permitan obtener mejores ingresos (Gómez *et al.*, 1999).

A diferencia de otros sectores agropecuarios del país, el sector ha crecido en medio de la crisis económica. La superficie orgánica para el 2002 se estimó un total casi de 216 mil hectáreas. A su vez, el número de productores se ha incrementado a más de 53 mil, mientras que las divisas han alcanzado más de 280 millones de dólares. Los estados productores de cultivos orgánicos son: Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Veracruz, Guerrero y el resto en otros estados (Gómez *et al.*, 2002).

El 85 % de los productos orgánicos se canalizan al mercado de exportación, donde existen dos tipos de mercado: el mercado orgánico tradicional y el Mercado Justo (Fair trade). El primero, la empresa comercializadora o “bróker” negocia con la organización o empresa de producción orgánica, la cual fija un precio con base en alguna bolsa internacional o alguna tarifa establecida del precio del producto en el mercado convencional; a este se le suma un incremento, de lo que resulta el precio Premium o sobreprecio (Gómez *et al.*, 2001).

El segundo es, Mercado Justo (fair trade) se busca apoyar a los productores de escasos recursos de los países en vías de desarrollo pagando el precio justo por sus productos, más un precio Premium, por tratarse de un producto orgánico.

Es sumamente claro que los productores orgánicos han tomado mayores ventajas en el Comercio Justo, pues los consumidores prefieren un producto *fair trade* orgánico, que uno que sea *fair trade*, dado a que saben que al mismo y

tiempo que están ayudando a un grupo de pequeños productores también están protegiendo su salud (Gómez, 2003).

Los principales problemas que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos otros países son: la comercialización, las limitaciones ambientales, los costos de producción, la insuficiencia de capacitación e investigación (Gómez *et al.*, 1999).

## **2.5. Antecedentes sobre los fertilizantes**

Antes de que los fertilizantes de síntesis industrial fueran utilizados, la tierra y los animales trabajaban en conjunto para mejorar la fertilidad de los suelos. A través de la descomposición de proteínas puras naturales tales como las de los estiércoles, huesos, sangre, pescado o plumas, o sea, las diversas formas de materiales procedentes de plantas y animales vivos o muertos, el suelo recibía esta materia orgánica, identificadas como “la piedra angular de la fertilidad de los suelos” y los elementos nutritivos necesarios para elevar su nivel de fertilidad, pero con el crecimiento de la población, llegó la necesidad de elevar su nivel de fertilidad, lo cual se realizó con el empleo con los fertilizantes inorgánicos, y aunque en el mercado se ofrecen fertilizantes orgánicos, las ventas de los fertilizantes de síntesis industrial superan con creces la de los fertilizantes naturales debido a la rápida tasa de disponibilidad, característica principal de estos (Weaver, 1974).

### **2.5.1. Generalidades de los fertilizantes**

La necesidad de los fertilizantes en los cultivos depende de: la disponibilidad de elementos nutritivos del suelo, el contenido de materia orgánica, la humedad del suelo, la variedad, la producción y la calidad esperada del cultivo (Jaramillo *et al.*, 2006).

Con la utilización de los fertilizantes se puede producir más alimentos y cultivos comerciales, ya que éstos proveen los elementos nutritivos que los cultivos necesitan para mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados (FAO, 2002).

### **2.5.2. Tipos de fertilizantes**

Atendiendo a su origen, hay tres tipos de fertilizantes: de síntesis industrial o inorgánicos, orgánicos y Órgano-minerales.

- a) De síntesis industrial: Productos inorgánicos obtenidos a partir de procesos químicos.
- b) Orgánicos: Productos que derivan de residuos de animales o vegetales. Mejoran la estructura del suelo, la capacidad de retención del agua, el estado de agregación y la estabilidad del suelo son asimismo mayores.
- c) Órgano-minerales: Productos orgánicos que han sido enriquecidos con fertilizantes inorgánicos o de síntesis industrial.

## **2.6. Fertilización Química**

### **2.6.1. Fertirriego**

Navarro (2002), menciona que las sustancias nutritivas necesarias para las especies vegetales deben ser aplicadas en el agua de riego en cantidad, proporción y forma química requerida por las plantas. Esto dependerá según su etapa fenológica, ritmo de crecimiento y acumulación de materia seca, de tal forma que se logre a corto y largo plazo altos rendimientos con calidad. Por lo tanto el análisis de agua y la interpretación de los resultados de los análisis químicos deben considerarse desde el inicio. Al no hacerlo se tendrá exceso de sales que puede producir insolubilizaciones e incrustaciones en las tuberías y emisores que afecten a la instalación (Domínguez, 1996).

### **2.6.2. Solución nutritiva**

Según León (2001), la solución nutritiva se aplica en todos los riegos sin alternancia con solo agua. La concentración del fertilizante varía según el estado fenológico de la planta y las condiciones del clima.

En 1961 Steiner en Holanda, propuso el concepto de la solución nutritiva universal, indicando que las plantas podían crecer bien, siguiendo los porcentajes equivalentes de aniones (expresados en me/L)  $\text{NO}_3^-$ : 50 a 70 %,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ : 3 A 20 % y  $\text{SO}_4^-$ : 25 a 40 %. Para el caso de los cationes dichos porcentajes equivalentes (expresados en me/L) fueron de  $\text{K}^+$ : 30 a 40 %,  $\text{Ca}^{++}$ : 35 a 55 % y  $\text{Mg}^{++}$ :15 a 30 %. (1980) propuso cuatro puntos fundamentales: a)

proporción relativa de aniones, 2) proporción relativa de cationes, 3) concentración iónica total y 4) pH, el cual debe de oscilar entre 5.5 y 6.2. Hoy en día se siguen usando en varios países, los fundamentos del procedimiento de Steiner para el cálculo y balance de la solución nutritiva Camacho (2007). Los principales elementos nutritivos que forman parte de la solución nutritiva se clasifican en macro y microelementos:

## **2.7. Macroelementos**

Los macro elementos intervienen, aunque no exclusivamente, en la estructura de moléculas, lo cual implica su necesidad en grandes cantidades. La falta de uno o varios de estos elementos pueden causar un pobre crecimiento o hasta la muerte de las plantas (Pérez *et al.*, 2003).

### **2.7.1. Nitrógeno (N)**

El nitrógeno es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de la planta. El tomate es sensible a la deficiencia de nitrógeno en la base vegetativa y durante la maduración. La falta de este elemento afecta el desarrollo de la planta, el follaje se vuelve pálido o amarillo, las hojas jóvenes y las ramificaciones son finas. Se produce un florecimiento tardío y disminución en el peso de los frutos (Etchevers, 2004).

### **2.7.2. Fósforo (P)**

Mendoza, (2006), indica que el fósforo juega un papel relevante en las etapas de enraizamiento y floración, ya que es determinante sobre la formación de raíces y sobre el tamaño de las flores. Durante el invierno hay que aumentar el aporte de este elemento, así como de magnesio, para evitar fuertes carencias por enfriamiento del suelo.

### **2.7.3. Potasio (K)**

Este elemento es necesario en el tomate para la formación de tallos y frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, colocación y brillantez de los frutos. Su carencia se manifiesta en la reducción del crecimiento de los tallos. Este elemento es muy importante para el tomate ya que acumula cantidades de azúcares; al igual que el fósforo, el K ayuda a aumentar la cantidad de materia seca y vitamina C (Contreras, 2006).

### **2.7.4. Calcio (Ca)**

Ferre (2010), indica que el calcio es fundamental para nutrición del tomate, evita la necrosis apical. Este es ocasionado normalmente por la carencia de calcio en terrenos generalmente salinos o por graves irregularidades en los riegos.

### **2.7.5. Azufre (S)**

Este elemento es vital para el crecimiento de la planta, desarrollo de proteínas y semillas. Participa en la formación de ácidos amínicos, vitaminas y clorofila. Los síntomas visuales de deficiencia del (S), son amarillamiento intervenal en las hojas, enrojecimiento de peciolo y tallos, entrenudos más cortos y hojas más pequeñas. Esto reduce la calidad de los frutos (Sánchez *et al.*, 2001).

### **2.7.6. Magnesio (Mg)**

Reyes (2002), menciona que es importante este elemento para la etapa de floración y amarre de flores. Su deficiencia se presenta con una clorosis intervenal, con necrosis en hojas viejas y una palidez del color de los frutos en desarrollo.

## **2.8. Microelementos**

Etchevers (2004), indica que los micro elementos son un grupo de elementos químicos necesarios para el buen desarrollo de las plantas.

### **2.8.1. Boro (B)**

Este elemento es esencial para una polinización adecuada, además favorece el cuajado de flores, frutos y el desarrollo de la semillas. Interviene en

la división celular, la translocación de azúcares, el metabolismo de carbohidratos y proteínas (Berenguer, 2004).

### **2.8.2. Manganese (Mn)**

Liñan (2010), menciona que este elemento actúa como catalizador en las acciones enzimáticas y fisiológicas; además de fomentar la resistencia contra plagas y enfermedades. La deficiencia se observa como una decoloración verde pálido y manchas cloróticas de tejido muerto entre las nervaduras de las hojas jóvenes.

### **2.8.3. Zinc (Zn)**

Este elemento está ligado al desarrollo y expansión foliar y en el proceso de fotosíntesis por lo que su carencia parcial o total se liga con la falta de tamaño de las hojas y con clorosis intervenal (Bastida, 2001).

## **2.9. Fertilización Orgánica**

Un abono en general se considera aquel material que se aplica al suelo y estimula el crecimiento de las plantas de manera indirecta, a través del mejoramiento de las propiedades físicas del suelo. Por otro lado, un material se considera como fertilizante cuando estimula el crecimiento de manera directa a

través de aportar nutrimentos indispensables para las plantas (Chaney *et al.*, 1999).

Los fertilizantes orgánicos también conocidos como abonos orgánicos son aquellos materiales derivados de la descomposición biológica de residuos de cultivos, deyecciones y estiércoles de animales, de árboles y arbustos, pastos, basura y desechos industriales; su aplicación en forma y dosis adecuadas mejoran las propiedades y características físicas, químicas y biológicas del suelo, es decir, es la forma más natural de fertilizar al suelo (Ruiz, 2000).

Cervantes, (2004), señala que la materia orgánica aumenta la capacidad que posee el suelo de absorber distintos elementos nutritivos.

### **2.9.1. Importancia de los fertilizantes orgánicos**

Lamas (2003) señala que la fertilización en la agricultura orgánica debe de cumplir tres aspectos: a) Mejorar la fertilidad del suelo, economizar los recursos no renovables y no introducir elementos contaminantes en los agroecosistemas; de ahí desprenden los siguientes principios b) Evitar la pérdida de elementos solubles, utilizar las leguminosas como fuente de nitrógeno, no utilizar productos obtenidos por síntesis industrial, tomar en cuenta micro y macroorganismos del suelo y c) Luchar contra la degradación física, química y biológica del suelo.

### **2.9.2. Tipos de fertilizantes o abonos orgánicos**

Mosqueda (2010) menciona que existen dos tipos de abonos orgánicos:

- a) Líquidos. Estos son aplicados en forma directa.
- b) sólidos. Éstos deben ser disueltos en agua, mezclado con tierra o pueden ser aplicados en forma directa.

### **2.9.3. Propiedades de los fertilizantes orgánicos**

Cervantes (2004) destaca que los fertilizantes orgánicos o abonos orgánicos tienen propiedades, que ejercen determinados efectos sobre el suelo, que hacen aumentar la fertilidad de éste. Básicamente estos materiales, actúan en el suelo sobre tres tipos de propiedades.

#### **2.9.3.1. Propiedades físicas**

Navejas (2002) menciona que el abono orgánico por su color oscuro. Absorbe más las radiaciones solares, con los que el suelo adquiere más temperatura y se pueden absorber con mayor facilidad los nutrientes.

- a) Mejora la estructura y textura del suelo.
- b) Mejora la permeabilidad del suelo.
- c) Disminuye la erosión del suelo.
- d) Aumenta la retención del agua.

### **2.9.3.2. Propiedades químicas**

- a) Los abonos orgánicos aumentan el poder tampón del suelo, y en consecuencia reducen las oscilaciones de pH de éste.
- b) Aumenta la capacidad de intercambio catiónico del suelo, con lo que se aumenta la fertilidad (Borrallas, 2006).

### **2.9.3.3. Propiedades biológicas**

- a) Favorecen la aireación y oxígeno del suelo.
- b) Constituyen una fuente de energía para los microorganismos (Cervantes, 2004).

### **2.9.4. Productos destinados a la fertilización y mejoramiento del suelo**

Ruiz (1995) señala que la agricultura orgánica utiliza la energía natural y el reciclado de los esquilmos agrícolas, pecuarios y forestales, mediante un compostaje biológico (normal o lombricompostaje). Algunos productos destinados a la fertilidad y mejoramiento del suelo son: a) Estiércoles de animales (vacuno, ovino, cunícola, porcino, murciélagos, etc.); b) Residuos agrícolas (maíz, trigo, avena, café, etc.); c) Residuos de la industria azucarera (caña); d) Turba; e) Compost de desecho en el cultivo de hongos comestibles y lombrices, f) Compost de desechos orgánicos domésticos y residuos vegetales,

g) Subproductos provenientes de rastros y de la industria del pescado, h) Residuos forestales; i) Abonos verdes; j) Roca fosfórica natural; k) Sulfato de magnesio; l) Azufre; m) Sulfato de potasio; y p) Yeso.

## **2.10. El Compost**

El compost, es un abono orgánico que aporta elementos nutritivos y mejora la estructura del suelo. Este abono es el resultado del proceso de descomposición de diferentes clases de materiales orgánicos (restos de cosecha, excrementos de animales y otros residuos), realizados por microorganismos y macroorganismos en presencia de aire (oxígeno y otros gases). (Infoagro, 2004). Desde el punto de vista económico es atractivo su uso, ya que el costo a granel del compost representa aproximadamente el 10% menos que el uso de fertilizantes de síntesis industrial (Martínez, 2006).

La calidad del compost depende de la mezcla de materiales, de la manipulación en el proceso de fermentación y el tratamiento. (Rosa, 2012).

El estiércol se ha utilizado en la agricultura, desde del inicio de la ganadería; sin embargo, su manejo ha sido descuidado. El estiércol que se encuentra al aire libre, está sujeto a la acción del sol, lluvia y el viento, dando como resultado una pérdida de elementos nutritivos y deterioro del material. Por tales descuidos en el manejo de este subproducto, favorece la proliferación de insectos transmisores de enfermedades, además, la recolección, transporte y aplicación, se dificulta al estar el material disperso (Quintero, 2004).

### **2.10.1. Generalidades del uso de compost**

La alta producción y el elevado consumo de fertilizantes inorgánicos, en los sistemas de agricultura intensiva han creado la alternativa de usar los abonos orgánicos, ya que con éstos se elimina el riesgo de contaminación por uso racional. El estiércol es la materia prima básica para realizar el compost. De la Cruz *et al.*, (2009) mencionan que la Comarca Lagunera es una de las principales cuencas lecheras del País con más de 223,547 vientres los cuales genera 1, 177,370 kg de estiércol por día. Por otro lado Figueroa y Cueto, (2002) menciona que se generan aproximadamente 45,773 toneladas mensuales de estiércol sobre la base de materia seca, proveniente de 239,099 cabezas de ganado.

### **2.10.2. Concepto de compost**

El compost son residuos orgánicos parcialmente degradados y estabilizados, ampliamente utilizados como abonos orgánicos en la producción de hortalizas, debido a que se ha reportado que la compost mejora la capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del N, P y K, regula favorablemente el pH y fomenta la actividad microbiana. El compost debe contener entre 35 y 50% de materia orgánica (De la Cruz *et al.*, 2010).

### **2.10.3. Elementos Nutritivos en el compost**

Los principales nutrientes que requieren las plantas son: N, P, K y sus principales funciones de cada una de ellas son: el nitrógeno (N), para el crecimiento de la partes verdes de la planta, para formación de proteínas y fuente de alimento en las compost; el Fósforo (P), para la energía de la planta y para las flores y semillas; el potasio (K), para la síntesis de proteínas y la translocación (transporte) de los carbohidratos para fabricar tallos robustos. También requieren de abastecimiento de Materia Orgánica para obtener cantidades suplementarias de nitrógeno, fosforo, azufre, cobre, zinc, boro y molibdeno (Quintero, 2004).

En el compost, fertilizante orgánico por excelencia, del 70 al 80% de P y del 80 al 90% de K, están disponibles el primer año. En el caso del N, debido a que todo es orgánico, se tiene que transformar a formas iónicas para poder ser asimilado por las plantas, con una tasa de mineralización alrededor del 11 % (Rosen y Bierman, 2005).

### **2.11. Fertilización orgánica vs inorgánica**

Los fertilizantes orgánicos e inorgánicos o de síntesis industrial, poseen tanto ventajas como desventajas, las ventajas de los fertilizantes inorgánicos es que poseen una rápida tasa de asimilación de elementos nutritivos, ya que se encuentran en concentraciones mucho mayores y específicas que los

fertilizantes orgánicos pero sus desventajas son que contribuyen a reducir la materia orgánica contenida en el suelo y el abuso en su utilización tiende a contaminar los mantos acuíferos de la zona. Por otro lado, los fertilizantes orgánicos tienen como principal desventajas la baja tasa de asimilación, ya que llevan a cabo todo un proceso para llegar a manifestar sus efectos, pero la ventaja es que tiene menos efectos secundarios en el caso de excederse en su uso y contiene una mayor cantidad de macro y micro elementos, lo que proporciona mayor cantidad de elementos nutritivos a los cultivos. Además de mantener los elementos nutritivos del uso también retienen una mayor cantidad de humedad tan necesaria para el desarrollo adecuado de las plantas. Es así que los fertilizantes orgánicos reconstituyen los niveles de materia orgánica del suelo y con esto se incrementa la capacidad para retención de elementos nutritivos que se aplican, mejorando su textura y estructura y la capacidad de retención de agua a diferencia de los fertilizantes inorgánicos que solo aportan los elementos nutritivos que se necesitan para la solucionar el problema inmediatamente (Villa *et al.*, 2005).

Los fertilizantes inorgánicos se utilizan cuando se cuenta con suelos en condiciones de baja fertilidad y que necesitan una rápida solución para no perder el cultivo que se está desarrollando. La utilización de fertilizantes orgánicos brinda grandes beneficios a los suelos, además su utilización no provoca los daños de los fertilizantes inorgánicos cuando las aplicaciones son excesivas y sin los procedimientos adecuados (Weyers y Paterson, 2001).

El cultivo de tomate extrae alrededor de 3 kg de N por tonelada de tomates producida, para esto se necesita no menos de 360 kg de N orgánico, si se esperan rendimientos de  $120 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$  (Rojas, 2003). Para disponer de altas cantidades de N procedentes de la descomposición del material orgánico, es necesario aplicar altas cantidades de este material para lograr los requerimientos del cultivo de tomate, por lo que es difícil la fertilización completa con materiales orgánicos en cuanto al N se refiere (Castellanos y Reyes, 1982).

## **2.12. Investigaciones del cultivo del tomate**

Los tomates producidos orgánicamente tienden a concentraciones altas de Vitaminas C, licopeno, y bajas concentraciones de nitratos (Worthington, 2001). Además otros resultados señalan que los productos orgánicos contienen menor concentración de plaguicidas que los productos convencionales (Chen, 2005). Por otro lado, Hernández (2007), evaluó el rendimiento por plantas en kilogramos y los resultados con mayor producción fue para el tratamiento inorgánico, superando en un 55.7% al tratamiento orgánico. No así para el trabajo de Ordoñez (2012), la cual obtuvo en plantas de tomate igual rendimiento estadísticamente y sin afectar la calidad del tomate con fertilización orgánica e inorgánica. Otro caso similar fue el de Martínez, (2010), de acuerdo a los resultados obtenidos en tomate, no encontró diferencia significativa en los tratamientos en los que se aplicaron fertilizantes orgánicos e inorgánicos, comparando con el testigo que se aplicó únicamente agua.

Chávez (2004) evaluando tomate en invernadero reportó una media de 6.0 cm para el diámetro polar. Por otro lado Mortis *et al.* (1998) reportaron que el peso promedio de los frutos del tomate de hábito indeterminado es de 82.50 a 139.38 g•fruto<sup>-1</sup>. Esto fue superado por el trabajo de Melo (2007), donde reportó para el genotipo Big Beef un peso promedio de fruto de 236.11 g con fertilización orgánica y 265.33 g con una fertilización inorgánica. Esto fue similar con el trabajo de Rodríguez *et al.*, (2008), obtuvieron en su resultado de investigación con dos híbrido de tomate Big Beef, en donde el sustrato con fertilizantes de síntesis industrial (S3) superó a los sustratos con vermicomposta S1 y a S2 en rendimiento total, comercial y calidad de fruto, con 279 t•ha<sup>-1</sup>. Finalmente Preciado *et al.*, (2011), concluyeron que la solución nutritiva Steiner mostró mayor rendimiento y tamaño de frutos, pero las más altas concentraciones de sólidos solubles totales correspondieron a los tratamientos con solución nutritiva de origen orgánico.

Márquez y Cano (2004) reportaron un rendimiento de 89.64 t•ha<sup>-1</sup> en la producción de tomate orgánico, utilizando compost y arena (en mezclas al 50 %) sin aplicar fertilizantes inorgánicos.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera**

La región Lagunera se localiza en la parte central de la porción norte de México, se encuentra ubicada entre los meridianos  $102^{\circ} 50'$  y  $103^{\circ} 43'$  de longitud Oeste, y los paralelos  $25^{\circ} 25'$  y  $26^{\circ} 30'$  de latitud Norte, con una precipitación media anual de 235 mm, una altitud de 1,139 msnm. La temperatura promedio de  $19.98^{\circ}\text{C}$  en los últimos 10 años, una mínima de  $11.68^{\circ}\text{C}$ , una máxima de  $28.8^{\circ}\text{C}$ , (CNA, 2002).

#### **3.2. Localización del área de estudio**

La investigación se llevó a cabo durante el ciclo Primavera-Verano del año 2013 en el área agrícola del Campo Experimental de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-U.L.), localizada en Periférico y Carretera a Santa Fe, km 1.5, en Torreón, Coahuila, México.

El campo experimental se ubica en las coordenadas geográficas de  $103^{\circ} 25' 57'$  de longitud Oeste al meridiano de Greenwich y  $25^{\circ} 31' 11''$  de latitud norte, con una altura de 1,123 msnm (CNA, 2002)

### **3.3. Manejo del cultivo de tomate**

#### **3.3.1. Material Genético**

El material genético utilizado en el experimento fue el híbrido de tomate HMX 1854 (Harris Moran Seed Company ®), tipo saladette, de hábito de crecimiento indeterminado.

#### **3.3.2. Preparación del terreno**

El 25 de marzo del 2013, se preparó el terreno donde se estableció el cultivo de la investigación, este trabajo consistió en un barbecho, seguido de dos rastreos, con la finalidad de obtener un terreno bien removido, así como controlar las malezas al momento de colocar el acolchado y proporcionar un suelo adecuado a las plantas para su buen desarrollo radicular.

El 28 de marzo se realizó el levantamiento de 12 bordos con una distancia de 1.6 metros entre bordo y bordo, de las cuales se utilizaron los 10 bordos de en medio dejando un bordo cada orilla, para usarlos como barrera de protección.

#### **3.3.3. Preparación de camas**

El 30 de marzo se diseñaron las camas de siembra, esto se realizó mediante la utilización de una bordeadora, seguida del rastreo. Para el tratamiento orgánico se utilizaron cinco camas, a las cuales se les incorporó

estiércol seco de ganado bovino, previamente cribado a razón de  $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , utilizando pala y azadón, para poder espaciar este material a una profundidad de 10 cm y por último se volvió a pasar la bordeadora para cubrir las camas. Para el tratamiento inorgánico, se utilizaron cinco camas, a éstas no se les incorporó nada.

#### **3.3.4. Instalación del sistema de riego**

El 01 de abril se instaló el sistema de riego por goteo utilizando cintilla calibre 6,000, con goteros a cada 25 cm (para obtener una mejor homogeneidad de humedad). Las cintillas se colocaron sobre la superficie de las camas; una vez instaladas se conectaron a un tubo de PVC, que a la vez se conectó en la toma principal del agua.

#### **3.3.5. Acolchado de las camas**

El 01 de abril también se colocó las películas de plástico de polietileno de color negro sobre la superficie de la cama, buscando que las cintillas quedaran el lugar adecuado. Al momento de la colocación del plástico, se fueron cubriendo con tierra ambos lados; posteriormente se trazaron los bloques de cada repetición en cada tratamiento.

#### **3.3.6. Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar con dos tratamientos y tres repeticiones, tomando en cuenta tres plantas por cada repetición en cada tratamiento.

### **3.3.7. Tratamientos**

Los tratamientos evaluados consistieron de las siguientes dos formas de fertilización:

- Tratamiento orgánico. Utilización de estiércol de ganado bovino con una distribución de  $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ .
- Tratamiento inorgánico. Utilización de la solución nutritiva Steiner de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo de tomate.

### **3.3.8. Trasplante**

El trasplante de las plántulas de tomate se realizó el día 21 de Abril del 2013 en el campo experimental de la UAAAN-U.L., después de haber aplicado un riego pesado de 12 horas, se colocó una planta por cavidad, obteniendo una densidad de  $38,889 \text{ plantas}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

El trasplante se efectuó por la tarde para evitar el estrés hídrico de la planta. Para facilitar la extracción de las plántulas de tomate de las charolas, se tuvo que humedecer la base. Después se extrajo cuidadosamente para no romper el sistema radicular de la planta, en seguida se succionó la raíz en un

enraizador líquido, para después hacer el trasplante manual, utilizando una estaca de madera para hacer el hoyo en el suelo a una profundidad de 0.15 m, donde fueron colocadas las plántulas.

Por último se aplicó un mejorador de suelo para ambos tratamientos, con Best ultra y pulvima en una proporción de 2 mL•L<sup>-1</sup> de agua en una aspersora de mochila de 20 litros.

### **3.3.9. Riego**

Los riegos fueron aplicados dependiendo de la necesidad del cultivo, debido a que, por las altas temperaturas y los cambios climáticos, las necesidades hídricas cambiaban repentinamente.

En general los riegos se hacían dos veces por semana, aumentándolo a tres veces por semana que fue el 25 de abril de 2013; esto se hizo hasta principios de la floración, con un intervalo de tiempo de riego de 2 a 3 y 5 horas de riego cada tres días.

### **3.3.10. Colocación de espaldera**

A los 15 días después del trasplante, se procedió a la colocación de las espalderas de madera a una distancia de 2.5 metros y éstas fueron sujetadas con alambre de acero inoxidable de cada uno de los extremos de la madera en la parte de arriba.

### 3.3.11. Tutorado

Todas las plantas fueron apoyadas con hilo de plástico (rafia) el cual realizó la función de sostener el crecimiento y peso de las plantas, a medida que la planta lo fuera requiriendo, se iba recorriendo la rafia del cable de acero donde estaba sujeto.

### 3.3.12. Fertilización

Se llevó a cabo la fertilización a través del sistema de riego por goteo, con una solución nutritiva sugerida para tres etapas (cuadro 3) de desarrollo para el cultivo de tomate en suelo.

**Cuadro 3. Concentración de la solución nutritiva para el cultivo de tomate en aire libre, en sus tres etapas de desarrollo.**

Nutrientos	Etapas previas a cosecha	Inicio de producción Me/l	125 DDT a fin de cosecha
NO <sub>3</sub>	6-8	8-10	7-9
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	0.6-1.0	0.6-1.0	0.6-1.0
SO <sub>4</sub>	3-6	3-6	3-6
K	4-5	5-6	4.5-5.5
Ca	5-6	5-6	5-6
CE, dS•m <sup>-1</sup>	1.1-1.3	1.2-1.4	1.1-1.3

### **3.3.13. Podas**

En cuanto a las podas y desbrote, se realizaron periódicamente en forma manual en el momento que se identificaron el crecimiento vegetativo y los laterales. Con el apoyo de tijeras de podar para eliminar hojas y brotes, dejando una hoja debajo de cada racimo cuajado.

### **3.3.14. Control de plagas y enfermedades**

Durante el ciclo de cultivo se presentaron las siguientes plagas y enfermedades en ambos tratamientos: mosquita blanca (*Trialeurodea* ssp; *Bemisia tabaci*), pulgones (*Aphis* ssp; *Mizus* ssp), gusano del fruto (*Heliothis zea* Boddie), gusano falso medidor (*Pseudoplusia includens*), en cuanto las enfermedades que se presentaron fueron: el Damping off, mal del talluelo (*Rhizoctonia solani*), tizón tardío (*Phytophthora infestans*), cenicilla. El cuadro 4 muestra los productos aplicados para el control de plagas y enfermedades en ambos tratamientos, durante el desarrollo del cultivo de tomate.

**Cuadro 4. Plaguicidas utilizados para el control de plagas y enfermedades en el cultivo de tomate.**

Productos	Ingrediente activo (I.A)	Dosis de aplicación
Unerform	Azoxistrobin + Metalaxil-m	0.5 L
Captan	50 Plus. N- tlorometiltio-4-ciclohexano-1,2-dicarboximida	1.5-3 kg•ha <sup>-1</sup> o 500 g•200 L <sup>-1</sup> de agua.
Proclaim	Benzoato de emamectina	50 g de I.A. •Kg 200 a 300 g•ha <sup>-1</sup> .
Confidor	Imidacloprid	0.04 L•20,000 plantas <sup>-1</sup> (2 mL•1,000 plantas <sup>-1</sup> .
Karate zeon	Lambda cyalotrina	plantas-trips 0.75 a 1.0 ** L•ha <sup>-1</sup> 150-200 cc•ha.
Extracto de neem	Azadiractina	2ml por litro de agua
Jabón agrícola		2 ml por litro de agua

Estos productos se aplicaron por la mañana o por la tarde con una aspersora de mochila de 20 litros, este proceso se hacía cuando se detectaba una alta actividad de insectos previamente identificados.

### 3.3.15. Control de maleza

El control de maleza se realizó con el método cultural, utilizando el azadón una vez por semana desde que se estableció el cultivo hasta su cosecha. Este trabajo consistió en la eliminación de todas aquellas plantas no útiles para el cultivo del tomate.

### 3.3.16. Cosecha

La cosecha de frutos se inició el 05 de Julio del 2013, posteriormente el corte se realizó cada tercer día, llegando al cuarto racimo.

### **3.4. Variables a evaluadas en ambos tratamiento**

Con el fin de determinar los valores de estas variables se eligieron tres plantas por repetición.

#### **3.4.1. Altura de planta**

En cada semana, se determinó la altura de las plantas de tomate de cada una de las repeticiones de ambos tratamientos, utilizando una cinta métrica de 3 m.

#### **3.4.2. Grosor del tallo**

Se determinó el grosor de los tallos semanalmente, de cada una de las diferentes repeticiones de las plantas de tomate de ambos tratamientos, mediante la utilización del vernier a escala de centímetros.

#### **3.4.3. Número de hojas**

Esta práctica se realizó cada semana de forma manual, la cual consistió en contar las hojas de cada una de las plantas etiquetadas de ambos tratamiento, esto fue de abajo hacia arriba.

#### **3.4.4. Número de flores**

Se realizó cada semana de forma manual, en donde se contó cada uno de los racimos de flores de las repeticiones de ambos tratamientos.

#### **3.4.5. Número de racimos cuajados**

Esta práctica se realizó cada semana, en donde se tuvo que contar los racimos cuajados de las repeticiones de los dos tratamientos.

#### **3.4.6. Rendimiento total**

Esta variable se registró por cada corte que se realizó, se tomaron en cuenta los tomates que se encontraban en las tres plantas etiquetadas de cada repetición, los frutos cortados, se depositaron dentro de una bolsa de papel para muestras con sus respectivas identificaciones de ambos tratamientos de estudio. Los datos tomados se iniciaron en campo para evitar problemas en los tomates debido al manejo. El rendimiento total, no es más que el peso total de los frutos malos y buenos. Peso del fruto, se determinó el peso de cada fruto para evaluar calidad.

#### **3.4.7. Diámetro polar**

Se determinó el diámetro polar de cada uno de los frutos del tomate con un vernier metálico, este proceso consistió en tomar la medida de polo a polo del fruto. Con estas variables se determinó la forma del fruto. Cuando el

diámetro polar es mayor que el diámetro ecuatorial, el fruto se clasifica como oblongo.

#### **3.4.8. Diámetro ecuatorial**

Para obtener el diámetro ecuatorial del fruto, también se utilizó el vernier. La cual se tomó la medida de la parte media del fruto. Con estas variables se determina la forma del fruto. Cuando el diámetro ecuatorial es mayor que el diámetro polar, el fruto es de forma achatada. Pero cuando el diámetro polar es igual que el diámetro ecuatorial, se dice que el fruto es redondo.

#### **3.4.9. Número de lóculos**

Para esta variable se tuvo que hacer un corte transversal del fruto, para después ser contado los números de lóculos que contenían cada uno de éstos. Los números de lóculos que tienen los frutos de tomate, se considera como una de las características que proporciona la resistencia del fruto al transporte, siendo más resistente aquellos con mayor número de lóculos que va desde dos hasta cinco o más lóculos.

#### **3.4.10. Grosor de pulpa**

Esta variable se tomó con una regla graduada de 30 cm, para ver el grosor de la pulpa que puede tener el fruto del tomate en los tratamientos evaluados.

#### **3.4.11. Sólidos solubles**

Se utilizó la mitad de cada uno de los frutos del tomate que tenían el corte transversal, para colocar una gota del jugo en la superficie del prisma del refractómetro electrónico (modelo HI 96801, marca HANNA ®) hasta llenar la cavidad completamente, dando como resultado el porcentaje sólido solubles de los frutos.

### **3.5. Análisis estadístico**

Todos los datos que se obtuvieron de cada una de las variables, se sometieron al Análisis de Varianza (ANOVA) en base al diseño de Bloques Completos al Azar, así como la comparación de medias a través de la prueba de DMS, mediante el paquete estadístico de SAS 9.2 (2009).

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Valores fenológicos

Una vez analizados los datos de las variables fenológicas (Altura de la planta, Número de hojas y Diámetro del tallo), tomadas en diferentes fechas DDT. Como se muestra en los Cuadro 5, 6 y 7. No mostró significancia estadística para estas variables en los tratamientos. En cambio para la variable Número de flores, Si presento diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos, con un C.V de 12.76 %. Cuadro 8

**Cuadro 5. Comparación de medias de la variable Altura de planta del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.**

Tratamientos	AP (cm)			
	34 DDT	55 DDT	76 DDT	97 DDT
Inorgánico	41.22 a	101.777 a	152.11 a	155.56 a
Orgánico	33.11 a	90.33 a	136.11 a	143.22 a
CV %	12.30	8.64353	27.40024	3.98
Media DMS	37.16	96.05333	144.1083	149.39

34 DTT=25 abril, 55 DTT= 15 junio, 76 DTT= 06 julio y 97 DDT= 27 julio del año 2013.

**Cuadro 6. Comparación de medias de la variable Diámetro de tallo del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.**

Tratamientos	DT (cm)			
	34 DDT	55 DDT	76 DDT	97 DDT
Inorgánico	0.85 a	1.21 a	1.5000 a	2.13 a
Orgánico	0.71 a	1.25 a	1.5867 a	1.95 a
CV %	6.17	10.95825	10.95825	9.87
Media DMS	0.78	1.231667	1.231667	2.04

34 DTT=25 abril, 55 DTT= 15 junio, 76 DTT= 06 julio y 97 DDT= 27 julio del año 2013.

**Cuadro 7. Comparación de medias de la variable Número de hojas del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.**

Tratamientos	NH			
	34 DDT	55 DDT	76 DDT	97 DDT
Inorgánico	11.00 a	15.2200 a	25.00 a	17.223 a
Orgánico	10.77 a	14.3300 a	24.44 a	16.777 a
CV %	7.59	5.121512	4.41	39.3013
Media DMS	10.87	14.775	24.72	17

34 DTT=25 abril, 55 DTT= 15 junio, 76 DTT= 06 julio y 97 DDT= 27 julio del año 2013.

**Cuadro 8. Comparación de medias de la variable Número de flores del cultivo de tomate de ambos tratamientos, tomadas en diferentes fechas.**

Tratamientos	NF			
	34 DDT	55 DDT	76 DDT	97 DDT
Inorgánico	1.00 a	1.9967 a	1.67 a	0.78 b
Orgánico	0.66 a	2.6633 a	2.11 b	1.33 a
CV %	28.48	20.18156	7.14	12.76985
Media DMS	0.83	2.33	1.89	1.055

34 DTT=25 abril, 55 DTT= 15 junio, 76 DTT= 06 julio y 97 DDT= 27 julio del año 2013.

#### **4.2. Valores de producción y calidad del fruto**

Para la variable Número de frutos no mostró significancia estadística al ( $p > 0.05$ ), su coeficiente de variación fue de 34.77 % y una media de 14.67 frutos. Cuadro 9. Aunque el tratamiento inorgánico presentó mayor número de frutos que el tratamiento orgánico.

#### **4.2.1. Peso del fruto**

Para esta variable el análisis de varianza, mostró un valor de la media para el caso del inorgánico de 81.65 y para el orgánico de 79.14 g•fruto<sup>-1</sup>. Con un (CV) de 10.24 %, sin registrar diferencia significativa entre los tratamientos orgánico e inorgánico (Cuadro 9).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo, solo el tratamiento inorgánico coinciden con lo citado por Motis *et al.* (1998) ya que ellos reportan que el peso promedio de los frutos del tomate, de hábito indeterminado, osciló de 81.62 a 139.3 g•fruto<sup>-1</sup>. Por el otro lado el tratamiento orgánico arrojó una media de 79.14 g•fruto<sup>-1</sup>, peso inferior a lo citado por Mortis *et al.* (1998).

#### **4.2.2. Diámetro ecuatorial**

Para esta variable en el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa, mostrando un valor promedio de 4.29 cm y con un CV de 20.47 %. El cual es superior al resultado que obtuvo Ordoñez (2012), quien reportó un valor promedio de 4.25 cm y un CV de 5.38 %.

#### **4.2.3. Diámetro polar**

Para esta variable el análisis de varianza no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 4.46 cm y un CV de 15.12 % como se muestra en el Cuadro 9.

Estos resultados fueron superados por los que registró Borrallas (2006) quien reportó una media de 6.7 cm de diámetro polar.

**Cuadro 9. Comparación de medias para la calidad de tomate en ambos tratamientos a campo abierto. En el ciclo primavera-verano de 2013 en UAAAN-UL.**

Tratamientos	NF	PF gr	DE cm	DP cm
Inorgánico	16.67 a	81.65 a	4.23 a	4.69 a
Orgánico	12.67 a	79.14 a	4.35 a	4.24 a
CV %	34.77	10.24	20.47	15.12
Media DMS	14.67	80.40	4.29	4.46

NF= Número de fruto, PF= Peso del fruto, DE= Diámetro ecuatorial, DP= Diámetro polar.

#### 4.2.4. Número de lóculos

Para la variable número de lóculos el análisis de varianza no registró diferencia significativa, presentando una media 3.42 lóculos y un coeficiente de variación de 6.62 % como de muestra en el Cuadro 10.

Estos resultados superaron a los que obtuvo Gómez (2010), quien evaluó tomate saladette a campo abierto, y reportó una media de 2.5 lóculos, y similares a lo obtenido por Espinoza (2011), quien evaluó tomate híbrido Kikapo y Rafaello a campo abierto y reporto un promedio de 3 lóculos.

#### 4.2.5. Grosor de pulpa

Para la variable grosor de pulpa no hubo diferencia significativa, mostrando una media de 0.69 cm y un CV de 4.72 %. Estos valores fueron similares a los que obtuvo Ordoñez (2012) con una media de 0.48 cm de grosor de pulpa.

#### **4.2.6. Sólidos solubles**

El análisis de varianza para esta variable no arrojó diferencia significativa entre tratamientos, mostrando un valor promedio de 4.52 °Brix y un coeficiente de variación de 8.78 %. Cuadro 10.

Los resultados obtenidos si cumplen con la norma citado por Castilla (2001) en la que se establece que para que el tomate tenga un buen sabor, el contenido de sólidos solubles debe alcanzar un nivel de 4 a 4.5 °Brix, por lo tanto los dos tratamientos si alcanzan ese nivel de calidad, el inorgánico con un media de 4.75 °Brix y el orgánico con 4.29 °Brix.

En cambio Barajas (2012) obtuvo una media de 5.6 °Brix, superiores a los dos experimentos anteriores.

**Cuadro 10. Comparación de medias para la calidad de tomate en ambos tratamientos a campo abierto. Ciclo primavera-verano de 2013 en la UAAAN-UL.**

Tratamientos	Número de Lóculo	Grosor de Pulpa (cm)	Grados Brix
Inorgánico	3.26 a	0.70 a	4.75 a
Orgánico	3.58 a	0.68 a	4.29 a
CV %	6.62	4.72	8.78
Media DMS	3.42	0.69	4.52

### 4.3. Rendimiento por hectárea

El tratamiento con mayor producción fue con fertilización inorgánica con un rendimiento de 35 t•ha<sup>-1</sup>. En cambio con fertilización orgánica se registró un rendimiento de 26.6 t•ha<sup>-1</sup>, en ambos tratamientos se realizó la cosecha hasta el octavo racimo. Por lo tanto el tratamiento inorgánico presentó una diferencia de 8.4 t•ha<sup>-1</sup>, debido a que la fertilización orgánica no es asimilable por las plantas de tomate y por lo tanto, no son aprovechadas.

El presente experimento fue mayor que el rendimiento reportado por Gómez (2010) quien registró para el tomate saladette Variedad Rio Grande, un valor de 19.49 t•ha<sup>-1</sup>, aplicando fertilizantes sintéticos bajo condiciones de campo. Por otro lado los resultados obtenidos superaron al rendimiento reportado por Hernández (2011), quien obtuvo un rendimiento de 36.87 t•ha<sup>-1</sup> para los tomates híbridos Kikapoo y Rafaello, los cuales recibieron fertilización sintética y vermicompost bajo condiciones de campo.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las variables evaluadas para el rendimiento de número de frutos y peso del fruto, presentó una diferencia no significativa, para las variables de calidad tales como: sólidos solubles, número de lóculos y espesor de pulpa, al igual que las características de rendimiento fueron estadísticamente similares. Por otra parte la variable número de flores, ésta si presentó diferencia significativa en ambos tipos de fertilización (orgánica e inorgánica).

Se concluye que bajo las condiciones en las que se desarrolló el experimento, la producción y calidad del híbrido de tomate HMX 1854 bajo una fertilización inorgánica es similar en ambas variables a una fertilización orgánica.

Se recomienda realizar estudios de beneficio costo, en ambos tipos de fertilización con el propósito de que en situaciones como el presente, pueda concluirse seleccionando el más económico.

## VI. LITERATURA CITADA

- Aguilar V., Huerta G. y Pérez J. 2012. Guía técnica, Cultivo de tomate, CENTA, Salvador. 35 p.
- Alvajana, M.C.R., J.A. Hoppin y F. Kamel, 2006. Health effects of chronic pesticide exposure: cáncer and neurotoxicity. Annual Review of Public Health 25: 155-197.
- Asamizu, E. y H. Enzura. 2009. Inclusion of tomato in the genus *Solanum* as "*Solanum lycopersicum*" is evident from phylogenetic studies. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 78: 3-5.
- Barajas, E. F. 2012. Rendimiento y calidad de frutos de tres híbridos y tres portainjertos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.
- Barg, V. R., Queirós, U.A. 2007. Agricultura agroecológica – orgánica en el Uruguay. Principales conceptos situación actual y desafíos., Impreso en I. Rosgal S.A. Dep. Legal N° 341017/07, Ana Monterrosa de Lavalleja 2112 Ap. 802 Montevideo – Uruguay. 85 p.
- Bastida, T.A. 2001. El medio de cultivo de las plantas. Sustratos para la agricultura moderna. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo. México. Pp 67.

- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate de invernadero. En: curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z y Muñoz, R. J.J. Celaya, Guanajuato, México. pp 147-174.
- Beton, J.J. 2008. Tomato plant culture: In the field, greenhouse and home Garden 2da Edition CRC Press Taylor and Francis Group. 230 p
- Borrallas, L. 2006. Producción de tomate bajo condiciones de invernadero fertilizando con te de composta, Tesis de Licenciatura. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México.pp.66-76
- Brentlinger D. 2002. Certified organic tomato production. <http://www.crooking.com/organic.shtml>.
- Brewer, M.T.; Moyseenko, J.B; Monforte, A.J. y Van Der Knaap, E., 2007. Morphological variation in tomato: a comprehensive study of quantitative trait loci controlling fruit shape and development. *Journal of Experimental Botany*, 58: 1339-1349.
- Calderón P.J., Nabed T.J., Aguilar J.R., Sánchez M.G. y Salvatierra I. B. 2009. Aproximación de los sistemas agrosilvopastoriles de tres microrregiones de Chiapas, México, al modelo de producción orgánica. *Avances en Investigación Agropecuaria* 13: 45-58
- Camacho, F. 2007. Principios generales para la fertilización en especies hortícolas. In: Curso Internacional sobre técnicas modernas de producción en melón y sandía. INSTAGRI. México.

- Casseres, E. 1984. Producción de hortalizas. 3ra Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. pp. 71-105.
- Castellanos, R.J. y J. L., Reyes. 1982. La utilización de los estiércoles en la agricultura. Asociación civil de Ingenieros Agrónomos del Tecnológico de Monterrey, Sección laguna. Torreón, Coahuila, México. pp. 154.
- Cervantes, F.M.A. 2004. Abonos Orgánicos. Consultado. [www.infoagro.com/abonos/abonos\\_organicos.htm](http://www.infoagro.com/abonos/abonos_organicos.htm).
- Cervantes, N. 2004. Importancia de los abonos orgánicos. Consultado 10 septiembre de 2014. Disponible en: <http://infoagro.com/abonos/abonosorganicos.htm#1>
- Chamarro. L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. En: F. Nuez (Ed.). El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Pp 43-87
- Chaney, D. E., Drinkwater, L. E. and Pettygrove, G.S. 1992. Organic soil amendments and fertilizers. University of California, Division of agriculture and Natural Resources. Publication 21505. P. 36
- Chavarría G.J.A. (Eds). Agricultura orgánica FAZ. UJED. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. COCYTED. Gómez Palacio, Dgo. México. 504p.
- Chávez, C. J.J. 2004. Efecto de cuatro niveles de composta en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. UAAAN-UL. 57 p.

- Chen, C. M. 2005. Organic fruit and vegetables: potential health benefits and risks. Nutrition Noteworthy (7) article 2. <http://www.repositories.cdlib.org/uclabiolchem/nutritionnoteworthy/vol7/iss1/art2>.
- CNA, 2002. Gerencia Regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencias Regional Técnica y Administrativa de Agua. Torreón, Coahuila. Comercio, Edición de Horticultura, Barcelona, España. P 35.
- Contreras M.E. 2006. Manejo de la nutrición en cultivos hidropónicos. Memorias (Cd). Curso teórico-práctico "Producción de Cultivos en Sistemas Protegidos en el Trópico Húmedo". Villahermosa, Tabasco, México.
- Cruz, B.L. 2007. Calidad de semilla de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) por efecto de potenciales osmóticos. Calcio y podas bajo condiciones de invernadero. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 177 p.
- De la Cruz L., E., Osorio O., R., Martínez M., E; Del Río L, A. J., Gómez V., A; Sánchez H. 2010. Uso de composta y vermicomposta para la producción de tomate orgánico en invernadero. Interciencia. 35: 363-368.
- Domínguez V., A.1996. Fertirrigación. Editorial Mundi-prensa. Gto, México pp.46-47.
- Escobar C. V.; E. C., Pablo, A. V. y Hernán, M.M., 2009, Manual de cultivos de tomate, InnovaChile, Chile. 120 p.

- Eskenazi B; K Harley; A Bradman; E Weltzien; N. P. Jewell; D B Barr, C. E. Furlong; N. T. Holland. 2004. Association of in utero organophosphate pesticide exposure and fetal growth and length of gestation in an agricultural population. *Environ. Health Persp.* 112:1116-1124.
- Espinoza V.J.L.; Palacios E. A.; Ávila S. N.; Guillén T.A., De Luna P. de la R; Ortega P.R. y Murillo A. B. 2007. La ganadería orgánica, una alternativa de desarrollo pecuario para algunas regiones de México. Una revisión INCI 32: 385-390
- Espinoza, P. O. 2011. Producción de tomate con aplicación de composta y riego por cintilla en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. 56 p.
- Esquinas, A J. y F.V. Nuez, 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. In: *El Cultivo del Tomate* F. Nuez. Mundi-Prensa, España pp 13-42
- Etchevers B.J.D. 2004. Manual de fertilizantes para el cultivo de alto rendimiento. Editorial: Limusa S.A. de C.V. México. D.F. pp. 94-96.
- FAO (2001) La comisión del Codex Alimentarius y el programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias. SIN 1020-2579. 00100 Roma Italy ANEXO 2: Substancias permitidas para la producción de alimentos orgánicos. Pp: 54-60. Disponible en: <http://www.fao.org/DOCREP/005/Y2772S/y2772s0c.htm>

- FAO. 2001b. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia. Boletín informativo 32: 136-256.
- FAO. 2003. Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Costa Rica. En línea, <http://www.fao.org/es/common/ecg/263/es/rutataller.pdf>
- Fernández Ruiz, V.; Galiana, L.; Sánchez Mata, M.C., 2004. Internal quality characterization of fresh tomato fruits. Hort Science, 39: 339-345.
- Fernández, R.E. J; Camacho, F.F. y Ricardez, S.M. 2004. Tomates, producción y calidad. Mundi-prensa. pp 52.
- Ferre, F. C. 2010. La nutrición de la planta en el semillero. 3er Diplomado Internacional de Horticultura Protegida (Intagri), P.5.
- Figuroa, V.U. y Cueto W.J.A. 2002. Uso sustentable del suelo y abonos orgánicos. Ponencia presentada como parte del curso: "Abonos Orgánicos", Impartido dentro del XXXI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, 15 de Octubre de 2002, Torreón, Coah. 26 p.
- Gómez A. R., Lázaro J. G. y León N. J. A. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y de rábano (*Rhabanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. Universidad y Ciencia 24: 11-20
- Gómez C. S. 2010. Efecto de un biofertilizante bacteriano (*Azospirillum* sp). En tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Cv. "Rio Grande" en la Comarca Lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. 62 p.

- Gómez C.; Aguilar M, Laura G. T. y Rita S. R., 2002. Agricultura orgánica. Mercado internacional y propuesto para su desarrollo en México, reporte de investigación No. 62, CIESTAAM, Chapingo, Edo. De México, 58 p.
- Gómez C.; Aguilar M. 2003. Producción, Comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. CIESTAAM y AUNA-Cuba, Chapingo, México, 291 p.
- Gómez C.; Aguilar M., Sánchez R. R., Laura G. T. 2001. Agricultura orgánica de México. Datos básicos. Boletín, SAGARPA-CIESTAAM, México, 46p.
- Gómez T.L., Gómez C.M.A. y Schwentesius R.R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México. En: C de Grammont H., Gómez C.M.A., González H. y Schwentesius R.R (Eds) Agricultura de exportación en tiempo de globalización. P 121-158.
- Gómez, A., R. y R. Castañeda C. 2000. Tecnologías de producción orgánica en las condiciones del trópico. Instituto para el desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico húmedo de Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur/ Unidad Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 120 p.
- Hashemimajd, K.; Klbasi, M.; Golchin, A. and Shariatmadari, H. 2004. Comparison of vermicompost and composts as potting media for growth of tomatoes. Journal of plant nutrition (USA) 27: 1107-1123.
- Heeb, A.; Lundegardh, B.; Ericsson, T. and Savage, G.P. 2005. Nitrogen form affects yield and taste of tomatoes. Journal of the Science of Food and Agriculture (USA) 85: 1405-1414.

- Hernández A; A Gomez M. G.; Peña, F. G.; León R. y Villanueva E. 2004. Effect of long-term exposure to pesticides on plasma esterases from plastic greenhouse workers. J. Toxicol. Environ. Health. Part A. 67:1095-1108.
- Hernández L. R. 2007. Evaluación y calidad del tomate, con fertilización inorgánica contra fertilización orgánica bajo condiciones de invernadero, Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, , Torreón Coahuila. 62 p.
- Hernández, P.A.A. 2011. Producción de tomate orgánico con tutoreo en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.42 p.
- INEGI, 2009. Productos del reino vegetal. Anuario estadístico del comercio exterior de los Estados Unidos Mexicanos. Secc. 2 Cap.7:33-34.
- INFOAGRO, 2004. El compostaje (en línea). España. Disponible en: <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp>
- INFOAGRO, 2011. El cultivo del tomate (en línea). México. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate3.htm>.
- Jaramillo, J. M., 2006, Boletín técnico 21, el cultivo de tomate bajo invernadero, centro de investigación la selva Rionegro, Colombia. pp: 25-32.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V., Guzmán, M. y Zapata, M. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero. Boletín Técnico 21. Corpoica La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia.32 p.

- Jaramillo, N. J., P.V. Rodríguez. 2007. Manual técnico de buenas prácticas agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas. 82 p.
- Lamas, N. M. 2003. FIRA. Boletín Informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano.32 p.
- León G., H. M. 2001. Manual para el cultivo de tomate en invernadero. Gobierno del Estado de Chihuahua.22 p.
- Liñan, C. D. 2010. Agroquímicos de México (Productos fitosanitarios, Nutricionales, Orgánicos y Otros Insumos). Editorial Tecno Agrícola de México, S.A de C.V. 2ª edición: Pp. 546-548.
- Llamas, J. M. O. (2007). El tomate, Boletín informativo, México. pp. 1-26.
- Márquez, H. C.; Cano, R. P. 2005. Producción orgánica de tomate Cherry bajo invernadero. Actas Portuguesas de Horticultura 5:219-224.
- Márquez, H. C.; Cano, R.P. 2004. Producción de tomate orgánico bajo invernadero, En: 2do Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero. Ch C Leal, J AG Garza (Eds) del 20 y 21 de mayo 2004 en Monterrey Nuevo León, Fundación UANL y Facultad de Agronomía de UANL. pp. 1-11
- Martínez C. M. 2010. Efecto de fertilizantes orgánicos e inorgánicos en la calidad de planta de tomate. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo Coahuila. 82 p.

- Martínez R.R., Félix H. J. A., Sañudo T.R.R. Rojo M.G.E., y Olalde P.V. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai 4: 57-67
- Martínez, R.R.; Félix H., 2006. Gestión y Tratamiento de residuos agrícolas. Revista Técnica de medio ambiente. pp: 62-75.
- Melo, J., 2007. Fertilización Orgánica e Inorgánica en Tomate bajo condiciones de Invernadero. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila. México. 67 p.
- Mendivil, N.J. 2002. Las Dicotiledóneas. Página web: <http://www.aragonesasi.com/natural/flora/dicotile.htm>
- Mendoza, E. 2006. Manual técnico de cultivo de tomate en campo. Revista Fasagua, pp: 4-13.
- Moreno R. A., Cano R.P. y Rodríguez D.N. 2009. Producción orgánica de melón bajo condiciones de invernadero. En: Cano R.P., Orona C.I. y Reyes J.I. Simposio nacional sobre producción moderna de melón y tomate. XIII Congreso Nacional de Ciencias Hortícolas. 17-21 agosto. Torreón, Coah., México.
- Mortis, J. T., Klember, J.M. Dangler, and J. E. Brow. 1998. Tomato Fruit Yield Response to Nitrogen Source and Percentage of Drip-or Band-Applied Nitrogen Associated with Leaf Potassium Concentration. Journal of plant Nutrition pp1103-1112.
- Mosqueda, B. 2010. Abonos orgánicos, protegen al suelo y garantizan alimentación sana. Manual técnico. Pp. 7-10.

- Muñoz R. J.J. Manual de producción de tomate en invernadero. Intragri, Celaya, Gto., México.
- Navarro G. M. 2002. Nutrición vegetal balanceada y riego por goteo en cultivos hortícolas. En: memorias del Segundo Simposio Nacional de Horticultura. Saltillo Coahuila.pp 25-28.
- Navejas, J.J. 2002. Producción orgánica de tomate. Desplegable técnica No. 5 INIFAP-CIRNO.Cd. Constitución, B.C.S. México.
- Nieto-Garibay A, Murillo-Amador B, Troyo-Diéguez E, Larrinaga-Mayoral JA, García-Hernández JL (200). El uso de compost como alternativa ecológica para la producción de chile (*Capsicum annum* L.) en zonas áridas Internacional 27: 417-421.
- NOM-037 FITO, 1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D.F. 96 p.
- Nuez V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. En: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México. pp 626-669
- Ordoñez O. D. A. 2012. Aplicación de vermicompost al cultivo de tomate bajo condiciones de campo III, tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Torreón Coahuila.72 p.
- Pérez, J., G. Hurtado, V. Aparicio, Q. Argueta, M. A. Larin. 2001. Guía Técnica Cultivo de Tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA) El Salvador. pp.9.

- Pérez, J., P., H. Guillermo, et al. (2003). Guía Técnica cultivo de tomate. CENTA. Lazcano, I. (2002). Deficiencia de calcio en tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) in pofos. 54 p.
- Preciado R. P; Fortis H. M; Lara H. A y Orozco V. J. 2011. Evaluaciones de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 36 N° 9.
- Quintero A. 2004. La composta. Curso sobre agricultura orgánica, Guadalajara, Jal. 26p.
- Reyes, J. N. Y. 2002. Nutrición y regulación del crecimiento de hortalizas y frutales. Artículo científico, Celaya, Gto, México. 20 p.
- Rick, C.M. 1978. The Tomato. Sci. Amer., 239: 67- 76 pp.
- Rodríguez D. N; Cano R. P; Palomo G. A, Moreno R. A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato, Torreón Coahuila. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 31: 265-272.
- Rodríguez, R.; Tavares R. y Medina, 2001. Cultivo Moderno del tomate. 2ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 225 p.
- Rosa M., 2012, Abonos orgánicos, 4 técnicas de agroecológicas, pag. 14-15.
- Rosen J., C and Bierman M., P. 2005. Using manure and compost as nutrient surces for vegetable crops. University of Minnesota, Extensión Service. USA. 12p.

- Ruiz, F.J.F. 1995. La agricultura orgánica: Ecología o Mitología? (Respuestas a algunas interrogantes). Coordinación del Programa de Investigación de Agricultura Orgánica. Agosto, 1995. Universidad Autónoma Chapingo. pp 21-25.
- Ruiz, F.J.F. 2000. Tópicos sobre agricultura orgánica. Tomos I y II. Consejo Nacional Regulador de Agricultura Orgánica. Universidad Autónoma Chapingo. pp. 32-54.
- SAGARPA, 2011. La exportación de tomate mexicano genera ingresos por mil 200 mdd anuales.  
<http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2010-B133>.
- SAGARPA, 2011b. Estudio de oportunidades de Mercado e inteligencia comercial y estudio de logística internacional de tomate:  
[http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercardo/TOMATE.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercardo/TOMATE.pdf).
- SAGARPA. 2005, Análisis Agropecuario del tomate, Boletín informativo, Culiacán, Sinaloa, México, 9 p.
- Sahota A. 2004. Overview of the global market for organic food and drink. En The world of organic agriculture, Statistics and emerging trends 2004. IFOAM , FIBL, SOL, Alemania, pp. 21-26.
- Sánchez C.F y Escalante R.E.R. 2001. Hidroponía, Principios y métodos de cultivos. UACH. 3ra. Edición. Imprenta UACH. Pp. 194.

- Sloan, Trápaga y Torres F. 1994. El mercado internacional de la agricultura orgánica. UNAM, IIES, Fac. Economía, DGPADA, JP. 221 pp.
- Steiner A.A. 1961. A Universal Method for preparing nutrient solutions of certain desired composition. Plant soil. Pp: 134-154.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2004. National Organic Program. USA. United States Department of Agriculture U.S.A. 554 p.
- Villa,C.M.M., V.E. Catalán, I. M. Inzunza y L. A. Román. 2005. Manejo de la fertilización en plántulas de tomate para trasplante. Agrofaz. 5: 1-4.
- Weaver, R. 1974. Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura. Editorial Trillas, México. 254 p.
- Weyers, J. and N. Paterson. 2001. Plant hormones and the control of physiological processes. New Phytologist 152: 375-407.
- Willer Helga and Minou Yussefi, 2004. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2004. IFOAM, FIBL, SOL, Alemania, pp 167.
- Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables, and grains. J. Altern. Complementary Medicine 7: 161-173
- Zamorano, U.J. 2005. Evolución y perspectivas de la agricultura orgánica en México. Claridades agropecuarias. P. 3-4.
- Zúrich, A. P. (2004). El cultivo del tomate. Cidh. Multi-prensa- Sinaloa, México. 52 p.

## VII. APÉNDICE

Cuadro A-1. Análisis de varianza para la variable Altura de planta a los 34 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL. 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	98.7392667	98.7392667	4.72	0.1618
Bloq	2	86.1722333	43.0861167	2.06	0.3266
Error	2	41.7974333	20.8987167		
Total corregido	5	226.708933			

Cuadro A-2. Análisis de varianza para la variable Altura de planta a los 55 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	196.539267	196.539267	2.85	0.2334
Bloq	2	156.135233	78.0676167	1.13	0.4689
Error	2	137.859633	68.9298167		
Total corregido	5	490.534133			

Cuadro A-3. Análisis de varianza para la variable Altura de planta a los 76 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	384.160017	384.160017	0.25	0.6688
Bloq	2	8870.27743	4435.13872	2.84	0.2601
Error	2	3118.29223	1559.14612		
Total corregido	5	12372.7297			

Cuadro A-4. Análisis de varianza para la variable de Altura de planta a los 97 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	228.4134	228.4134	6.46	0.1262
Bloq	2	531.679633	265.839817	7.52	0.1174
Error	2	70.7389	35.36945		
Total corregido	5	830.831933			

Cuadro A-5. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 34 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.03226667	0.03226667	13.93	0.0649
Bloq	2	0.0739	0.03695	15.95	0.059
Error	2	0.00463333	0.00231667		
Total corregido	5	0.1108			

Cuadro A-6. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 55 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.00281667	0.00281667	0.15	0.7321
Bloq	2	0.02503333	0.01251667	0.69	0.5927
Error	2	0.03643333	0.01821667		
Total corregido	5	0.06428333			

Cuadro A-7. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 76 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.01126667	0.01126667	0.62	0.514
Bloq	2	0.08843333	0.04421667	2.43	0.2918
Error	2	0.03643333	0.01821667		
Total corregido	5	0.13613333			

Cuadro A-8. Análisis de varianza para la variable Diámetro de tallo a los 97 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.0486	0.0486	1.2	0.3883
Bloq	2	0.14863333	0.07431667	1.83	0.3536
Error	2	0.0813	0.04065		
Total corregido	5	0.27853333			

Cuadro A-9. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 34 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.07706667	0.07706667	0.11	0.7688
Bloq	2	0.92963333	0.46481667	0.68	0.5949
Error	2	1.36523333	2.37193333		
Total corregido	5	2.37193333			

Cuadro A-10. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 55 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	1.18815	1.18815	2.08	0.2864
Bloq	2	6.485	3.2426	5.66	0.1501
Error	2	1.1452	0.5726		
Total corregido	5	8.81855			

Cuadro A-11. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 76 DDT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.4704	0.4704	0.4	0.5935
Bloq	2	5.48963333	2.74481667	2.31	0.3021
Error	2	2.3763	1.18815		
Total corregido	5	8.33633333			

Cuadro A-12. Análisis de varianza para la variable Número de hojas a los 97 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.29926667	0.29926667	0.01	0.9422
Bloq	2	85.4989	42.74945	0.96	0.5108
Error	2	89.2774333	44.6387167		
Total corregido	5	175.0756			

Cuadro A-13. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 34 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.17001667	0.17001667	3.03	0.2239
Bloq	2	0.11223333	0.05611667	1	0.5
Error	2	0.11223333	0.05611667		
Total corregido	5	0.39448333			

Cuadro A-14. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 55 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.66666667	0.66666667	3.01	0.2246
Bloq	2	1.3267	0.66335	3	0.25
Error	2	0.44223333	0.22111667		
Total corregido	5	2.4356			

Cuadro A-15. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 76 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.2904	0.2904	16	0.0572
Bloq	2	0.48743333	0.24371667	13.43	0.0693
Error	2	0.0363	0.01815		
Total corregido	5	0.81413333			

Cuadro A-16. Análisis de varianza para la variable Número de flores a los 97 DTT del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.45375	0.45375	25	0.0377
Bloq	2	0.0363	0.01815	1	0.5
Error	2	0.0363	0.01815		
Total corregido	5	0.52635			

Cuadro A-17. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Número de frutos del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	24	24	0.92	0.438
Bloq	2	1.33333333	0.66666667	0.03	0.975
Error	2	52	26		
Total corregido	5	77.3333333			

Cuadro A-18. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Peso del fruto del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	9.4000167	9.4000167	0.14	0.7452
Bloq	2	432.0291	216.01455	3.19	0.2387
Error	2	135.432033	67.7160167		
Total corregido	5	576.86115			

Cuadro A-19. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Diámetro ecuatorial del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.0216	0.0216	0.03	0.8825
Bloq	2	0.1911	0.09555	0.12	0.8897
Error	2	1.5421	0.77105		
Total corregido	5	1.7548			

Cuadro A-20. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Diámetro polar del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.29926667	0.29926667	0.66	0.5028
Bloq	2	0.38003333	0.19001667	0.42	0.7057
Error	2	0.91123333	0.45561667		
Total corregido	5	1.59053333			

Cuadro A-21. Análisis de varianza de producción y calidad para la Número de lóculo del cultivo de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.15681667	0.15681667	3.06	0.2223
Bloq	2	0.02243333	0.01121667	0.22	0.8203
Error	2	0.10243333	0.05121667		
Total corregido	5	0.28168333			

Cuadro A-22. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Grosor de pulpa de tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.0006	0.0006	0.57	0.5286
Bloq	2	0.00123333	0.00061667	0.59	0.63
Error	2	0.0021	0.00105		
Total corregido	5	0.00393333			

Cuadro A-23. Análisis de varianza de producción y calidad para la variable Grados brix del tomate. UAAAN-UL 2013

F.V	D.F	Anova SS	C.M	F- Valor	Pr>F
Trat	1	0.32201667	0.32201667	2.04	0.289
Bloq	2	0.45543333	0.22771667	1.45	0.4089
Error	2	0.31503333	0.15751667		
Total corregido	5	1.09248333			