

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
“ANTONIO NARRO”  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“APLICACIÓN DE VERMICOMPOST AL CULTIVO DE TOMATE BAJO  
CONDICIONES DE CAMPO III”.**

**POR**

**DAVID ANTONIO ORDOÑEZ OVALLE**

**TESIS**

**Presentada como requisito parcial**

**para obtener el Título de:**

**INGENIERO AGRÓNOMO**

**Torreón, Coahuila, México**

**Junio de 2012.**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

“APLICACIÓN DE VERMICOMPOST AL CULTIVO DE TOMATE BAJO  
CONDICIONES DE CAMPO III”.

TESIS DE:

DAVID ANTONIO ORDOÑEZ OVALLE

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

INGENIERO AGRÓNOMO

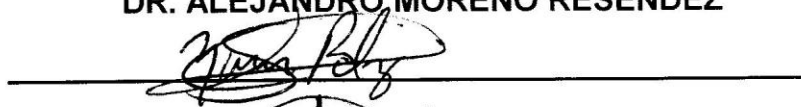
APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL:



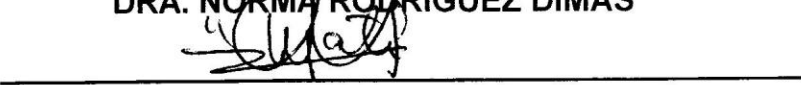
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR:



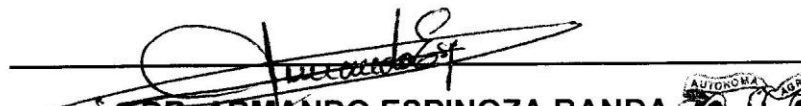
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

ASESOR:



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México

Junio de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA "ANTONIO NARRO"  
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. DAVID ANTONIO ORDOÑEZ OVALLE QUE SE SOMETE A LA  
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO  
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE.



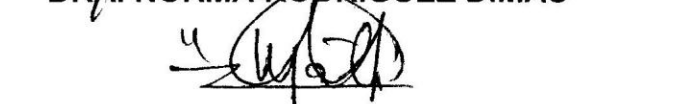
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL.



DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

VOCAL.



ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

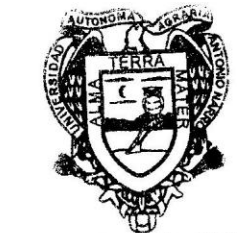
VOCAL.



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA

DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS  
COORDINADOR DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

## **DEDICATORIA.**

### **A Dios.**

Por darme la fortaleza en mis momentos de flaqueza, por iluminarme el camino cuando estaba en penumbra, 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, por que día a día mi alma se llena de gozo y bondad, para poder enseñar lo que aprendí sin recelo, por ser tu el amigo incondicional que nunca me abandonara.

### **A mis Padres.**

**Mario Ordoñez Álvarez.**

**Ciria Ovalle López.**

Con todo mi amor, respeto y admiración a esos seres que me dieron la vida. Hombres incansables que con destreza, amor y nobles consejos, han luchado en la vida, con el sudor en la frente para ver en sus hijos la superación y el éxito. Por haber depositado en mí su cariño, dedicación y confianza para ver realizado una meta más en mi vida y a los cuales dedico como atributo este presente trabajo de tesis.

### **A mis Hermanos.**

Julián, Mario, Damián, Francisco, Carmen y en especial gracias a mis hermanitos que se encuentran en el cielo, que fueron mi fuente de apoyo moral 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.

A todos mis compañeros de generación que fueron de un gran apoyo para poder concluir con la carrera y con quienes compartí momentos inolvidables.

### **A mis compañeros de tesis.**

Fueron personas de quienes siempre recibí sus grandes apoyos y gracias por haber decidido trabajar conmigo y formar un excelente equipo de tesis y fueron quienes estuvieron siempre dispuestos a escucharme y ayudarme en mis cuestiones y aprendí de ellos algo nuevo día con día.

### **A mis abuelitos.**

Juan Ovalle, y mis abuelitos que se encuentran en el cielo: Tomasa, Aurelia, y Francisco, gracias, porque sé que donde ellos estén, siempre me apoyaron y siempre estuvieron conmigo.

## **Agradecimientos.**

A mi alma tierra mater, por albergarme durante estos cuatro años y medio y por la formación que me brindo para mi formación profesional. La universidad autónoma agraria Antonio narro. “Antonio narro” unidad laguna, representa parte de mi vida y es la fuente principal de mis conocimientos sobre mi carrera y de mi vida me siento orgulloso de ser buitre.

A mis profesores de los que recibí sus sabios consejos y sus grandes conocimientos.

Al **Dr. Alejandro Moreno Reséndez** por regalarme su valioso tiempo para la realización de esta tesis, también por sus sabios consejos, conocimientos y respecto hacia mis ideas, también por el apoyo brindado durante el trabajo de campo.

A la **Dra. Norma Rodríguez Dimas**, por regalarme su valioso tiempo para revisar minuciosamente mi tesis, y gracias por compartir todo su conocimiento para que mi tesis fuera un excelente trabajo.

Al Dr. **Jesús Vázquez Arroyo**, por regalarme su valioso tiempo para revisar mi tesis y por su colaboración, brindándome información respecto a mi tema de investigación.

## ÍNDICE

pagina

<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	vi
<b>ÍNDICE</b> .....	vii
<b>ÍNDICE CUADROS</b> .....	xi
<b>INDICE DE APENDICES</b> .....	xi
<b>I. Introducción</b> .....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
1.3 Metas.....	3
<b>II. Revisión de literatura</b> .....	4
2.1. Agricultura orgánica.....	4
2.1.1. Definición y origen de la agricultura orgánica.....	4
2.1.2. Características y objetivos de la agricultura orgánica.....	5
2.1.3. Ventajas de la agricultura orgánica.....	9
2.2. Agricultura orgánica a nivel mundial.....	10
2.3. Agricultura orgánica en México.....	12
2.4. Diferenciación entre el sistema de producción Tradicionales y orgánico.....	13

2.5. Tomate.....	14
2.5.1. Generalidades del tomate.....	14
2.5.2. Clasificación Taxonómica y características morfológicas.....	15
2.5.3. Condiciones climáticas.....	18
2.5.4. Prácticas culturales.....	18
2.6. Fertilización.....	21
2.6.1. Generalidades.....	21
2.6.2. Fertilización sintética.....	22
2.6.3. Fertilización orgánica.....	22
<b>III. MATERIALES Y METODOS.....</b>	<b>27</b>
3.1. Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera.....	27
3.2. Localización del experimento.....	27
3.3. Genotipo.....	28
3.4. Aplicación de vermicompost al suelo.....	29
3.5. Preparación del terreno.....	28
3.6. Manejo del cultivo de tomate.....	29
3.6.1. Siembra y trasplante.....	29
3.6.2. Riego.....	30



3.6.3. Fertilización.....	30
3.6.4. Control de plagas y enfermedades.....	31
3.6.5. Aporques y deshierbes.....	31
3.6.6. Tutorado.....	32
3.6.7. Cosechas.....	32
3.6.8. Variables evaluados.....	32
• Diámetro polar y ecuatorial.....	32
• Espesor de pericarpio.....	32
• Altura de planta.....	33
• Números de lóculos.....	32
• Sólidos solubles.....	32
• Rendimiento.....	33
3.6.9. Diseño experimental.....	33
3.6.10. Análisis estadístico.....	34
<b>IV. RESULTADO Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>35</b>
4.1. Diámetro polar.....	35
4.2. Diámetro ecuatorial.....	35
4.3. Espesor de pericarpio.....	36
4.4. Altura de planta.....	36
4.5. Números de lóculos.....	37
4.6. Sólidos solubles.....	38
4.7. Rendimiento.....	38
<b>V. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>40</b>

<b>VI. RESUMEN.....</b>	<b>41</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>43</b>
<b>VIII. APÉNDICE.....</b>	<b>49</b>

## ÍNDICE DE CUADROS.

Página

<b>CUADRO 1.</b> Tratamientos evaluados durante el desarrollo de tomate bajo condiciones de campo.....	31
<b>CUADRO 2.</b> Fertilizantes utilizados en el tratamiento T2 y su dosis de primera y segunda aplicación .....	31
<b>CUADRO 3.</b> Valores promedio de las variables evaluadas de tomate desarrolladas con vermicompost y fertilizante sintético.....	36

## ÍNDICE DE APENDICE

<b>CUADRO A1.</b> Cuadrados medios para la variable de calidad; diámetro polar de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.....	50
<b>CUADRO A2.</b> Cuadrados medios para la variable de calidad; diámetro ecuatorial de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010) , UAAAN-UL.....	50
<b>CUADRO A3.</b> Cuadrados medios para la variable de calidad ; espesor de pericarpio de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAA-UL.....	50

<b>CUADRO A4.</b> Cuadrados medios para la variable de altura de la planta de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.....	51
<b>CUADRO A5.</b> Cuadrados medios para la variable de números de lóculos de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.....	51
<b>CUADRO A6.</b> Cuadrados medios para la variable de sólidos solubles de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.....	51
<b>CUADRO A7.</b> Cuadrados medios para la variable de rendimiento de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.....	52

## **I.- INTRODUCCIÓN.**

En México, el deterioro ecológico causado por la agricultura tiene diversas causas, dentro de las cuales están: el manejo inadecuado de los recursos naturales, el intenso uso de agroquímicos, el empleo de prácticas agrícolas inadecuadas y una fuerte dependencia de los insumos externos (IFOAM, 2003). Ante esta situación se hace necesario implementar técnicas de producción agrícolas enfocadas al uso eficiente de los recursos que tiendan hacia una agricultura sostenible. En este sentido, la aplicación de abonos orgánicos, la inoculación de hongos endomicorrizcos fijadores de nitrógeno son alternativas que pueden emplearse en la producción agrícola (USDA, 2003).

Por otro lado, debido al alto costo de los fertilizantes y sustratos importados, surge la necesidad de disponer de un material producido localmente, estable y de probada calidad e inocua, valiéndose para ello de subproductos de desechos agropecuarios, locales. Para ello es prioritario evaluar diferentes abonos orgánicos que tiendan a aumentar la productividad que satisfagan la necesidades alimenticias humanas, sin degradar el ambiente (Figuerola, 2003).

El estiércol es más económico que los fertilizantes de origen industrial, y ya composteado contiene ciertas sustancias que jamás podrán ser sustituidas por éstos. No obstante, su contenido de elementos nutritivos para las plantas

varía de manera notable según sea su procedencia, preparación, oportunidad y sistema de aplicación en el suelo. Adicionalmente, el estiércol, comparado con los fertilizantes sintéticos, resulta ser relativamente pobre en el contenido de elementos nutritivos, pero el valor de la materia orgánica que contiene ofrece una incomparable riqueza, que difícilmente puede sustituirse con estos productos (Díaz, 1999).

La agricultura orgánica, es una opción más adecuada para la producción de tomate a cielo abierto sin contaminar. Para utilizar el vermicompost (VC) debido a la gran cantidad de elementos nutritivos contenidos en éste y que garantiza cierto grado de aireación y un buen desarrollo radicular de los cultivos. (Gómez *et al.*, 2003a).

El cultivo de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) (Peralta *et al.*, 2005) es importante tanto en el ámbito económico como nutricional, ya que es empleado como materia prima para las industrias agroalimentarias, además de ser un producto utilizado en la dieta como fruto fresco, sin embargo, el área cultivada resulta insuficiente para cubrir su demanda, agravándose, si se tiene en cuenta la disminución de la producción debido tanto a enemigos naturales plaga como a la presencia de ciertas enfermedades (Abad *et al.*, 2001).

Bastida (2001) menciona que el tomate es la principal hortaliza de exportación en México. Su participación en la balanza agropecuaria es fundamental en la generación de divisas, ocupando el 16% del valor total de las exportaciones agropecuarias, siendo incluso llamado el oro rojo de este país, encontrándose a México dentro de los primeros diez productores mundiales de tomate en fresco.

### **1.1. Objetivo.**

Determinar la dosis optima de VC para el cultivo de tomate bajo condiciones de campo.

### **1.2. Hipótesis.**

El rendimiento de tomate, bajo condiciones de campo, se ve influenciado por el nivel de VC aplicado como fuente nutritiva.

### **1.3. Metas.**

Obtener al menos 30 toneladas por hectárea y obtener información para posteriormente formar un paquete tecnológico.

## **II.- REVISIÓN DE LITERATURA.**

### **2.1. Agricultura orgánica.**

#### **2.1.1. Definición y origen de la agricultura orgánica.**

La agricultura orgánica es un sistema de producción donde se manejan integralmente el agua, el suelo, la vegetación, el animal, el hombre y el ambiente, para producir bajo la influencia directa del sol y la luna, a diferencia del modo de producción convencional que solo es un paquete tecnológico y que ve al suelo como un soporte mecánico para las plantas y no como un sistema biológico que tiene y genera vida (Ruiz, 2004).

Según la FAO (2001) La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agroecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo. Los sistemas de producción orgánica se basan en normas de producción específicas y precisas cuya finalidad es lograr agroecosistemas óptimos que sean sostenibles desde el punto de vista social, ecológico y económico. En el intento de describir más claramente el sistema orgánico se usan también términos como "biológico" y "ecológico". Los requisitos para los alimentos producidos orgánicamente difieren de los relativos a otros productos agrícolas en el hecho de que los procedimientos de producción son parte intrínseca de la



identificación y etiquetado de tales productos, así como de las declaraciones de propiedades atribuidas a los mismos.

La agricultura orgánica es un sistema de producción donde se manejan integralmente el agua, el suelo, la vegetación, el animal, el hombre y el medio ambiente, para producir bajo la influencia directa del sol y la luna, a diferencia del modo de producción convencional que solo es un paquete tecnológico y que ve al suelo como un soporte mecánico para las plantas y no como un sistema biológico que tiene y genera vida (Ruiz, 2004).

Para muchos la agricultura orgánica nace con los, indígenas mayas que tuvieron la capacidad de alimentar más de treinta millones de habitantes en áreas reducidas, utilizando únicamente insumos naturales locales. La nueva escuela de agricultura orgánica, que toma fuerza en Europa y Estados Unidos alrededor de los años setentas, nace como una respuesta a la Revolución Verde y a la agricultura convencional que se inicia a mediados del siglo XIX (FAO,2003).

### **2.1.2. Características y objetivos de la agricultura orgánica.**

La agricultura orgánica es una opción integral de desarrollo capaz de consolidar la producción de alimentos saludables en mercados altamente competitivos y crecientes (FAO, 2003).

En los años 50 del siglo XX, el principal objetivo de la agricultura era satisfacer las necesidades inmediata de los alimentos, y mejorar el nivel de autoabastecimiento de la población mediante un incremento de la productividad

aplicando la los modelos de la agricultura moderna o Revolución Verde (Gómez, 2000).

Son pocas las actividades productivas que no contaminan y degradan el ambiente: la agricultura ecológica es una de las actividades que utiliza prácticas de conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo, protege los recursos naturales e impiden la contaminación, esto la hace un sistema de producción compatible con las nuevas políticas de desarrollo sustentable a implementarse en México (Pérez, 2004).

El USDA (2004) señala lo siguiente: la Agricultura Orgánica emplea gran variedad de opciones tecnológicas con el empeño de reducir y hacer recuperables los costos de producción, proteger la salud, mejorar la calidad de vida y la calidad del ambiente, a la vez que intensifican las interacciones biológicas y los procesos naturales beneficiosos (Salazar *et al.*, 2003). En términos generales, el objetivo fundamental de la producción orgánica es la conservación y el mejoramiento de la fertilidad del suelo, la protección de los recursos naturales y el impedimento de la contaminación (Pérez, 2004).

Los objetivos adicionales que persigue la Agricultura Orgánica según Barg, (2007) y la USDA (2004) son:

- Impulsar la visión Holística del Agroecosistema.
- Producir alimentos sanos, libres de agrotóxicos (venenos), genes y átomos modificados, abasteciendo mercados locales.
- Producir alimentos de importancia económica accesibles a la población y nutricionalmente equilibrados.

- Disminuir la dependencia de insumos externos al predio, además de desarrollar y apropiarse de una tecnología adecuada al mismo.
- Producir de forma rentable, de forma sostenible y viable
- Promover la integridad de los ciclos biológicos.
- Trabajar en el reciclaje de los elementos nutritivos y conservar la materia orgánica.
- Utilizar al máximo el potencial natural, genético y productivo de las plantas y animales, conociendo las limitaciones y potencial de las unidades productivas.
- Recuperar, conservar y potencializar la fertilidad del suelo, entendido éste como un organismo vivo, dinámico y sistémico.
- Promover la estabilidad de la producción de una forma energéticamente sostenible y económicamente viable.
- Conservar la biodiversidad y trabajar a favor de ella.
- Respetar el saber tradicional de los agricultores, favorecer el diálogo de saberes.
- Favorecer y maximizar la autorregulación natural de los microorganismos de suelo, los insectos y las plantas.
- Practicar controles naturales de plagas y enfermedades.
- Producir plantas sanas y nutricionalmente equilibradas.
- Propiciar el bienestar de los animales, a través de tratamientos alternativos.
- Permitir que todos los que trabajan en la agricultura tengan una adecuada calidad de vida, satisfaciendo sus necesidades básicas, una adecuada retribución y ambiente seguro de trabajo.

- Intercambio justo entre productores/as y consumidores.

El tipo de agricultura alternativa al que se hace referencia (Salazar *et al.*, 2003) comienza a tomar cuerpo en todo el mundo, bajo diferentes denominaciones: Agroecología, Agricultura Ecológicamente Apropiaada, Agricultura Orgánica (América Latina y Estados Unidos de Norteamérica), Ecológica o Biológica (Comunidad Europea y Asia); siempre con el común denominador de tratar a la naturaleza con el respeto que se merece, porque representa significativamente la reconciliación del hombre con ésta, no solo deseable, sino que se ha convertido en una necesidad. Por lo anterior, se habrá de considerar a la Agricultura Orgánica implícitamente Sustentable, además si se agrega que es la resultante de combinar los conocimientos agrícolas de los ancestros, con los más recientes avances de la ciencia y la tecnología: Ecología, Microbiología, Biotecnología y lógicamente Agronomía; gestándose en un proceso de interacción que involucra a técnicos y productores, para de esta manera generar una Agricultura acorde a las particularidades ecológicas, económicas y socioculturales, que responda a objetivos adicionales como:

a) Producción suficiente de alimentos de calidad natural, es decir, correcto equilibrio de los elementos nutritivos que los componen, sin residuos de sustancias químicas ajenas a los ciclos naturales, que tengan un sabor adecuado y estén en posesión de una elevada vitalidad.

b) Máxima conservación de recursos naturales, mediante la creación de sistemas agrícolas estables altamente diversificados, no contaminantes y que respeten la vida.

- c) Conservación de los recursos naturales, como la vida silvestre, la tierra cultivable y su fertilidad, el agua continental, los combustibles fósiles, los materiales utilizados como abono, las especies y variedades autóctonas de plantas cultivadas, animales domésticos, etc.
- d) No-utilización de productos tóxicos o contaminantes, como plaguicidas y fertilizantes químicos de síntesis, aditivos alimentarios no naturales, etc.
- e) Utilización óptima y equilibrada de los recursos locales a través del reciclado de la materia orgánica (estiércoles, residuos de cosechas y de la agroindustria, basuras biodegradables de origen doméstico-urbano, etc.), de las energías renovables, la autosuficiencia, etc.
- f) Empleo de técnicas que: cooperen con la naturaleza en lugar de tratar de dominarla; que sean compatibles con el desarrollo de la creatividad del hombre y que exijan poco capital para que estén al alcance de todos.
- g) Reducción del transporte y los períodos de almacenamiento mediante canales de comercialización que aproximen a los productores y consumidores entre sí, promuevan el consumo de productos locales, frescos y de temporada.
- h) Permitir que el agricultor viva de su trabajo, asegurándole un rendimiento suficiente para satisfacer tanto sus necesidades materiales como espirituales.

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

Según la Red EDUSAT (2003) 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 conocimientos 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.

Adicionalmente, la (FAO, 2003) señala las siguientes ventajas de la agricultura orgánica:

- a). La Agricultura Orgánica permite hacer 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 mejoras en la salud ambiental y de las familias productoras.
- e). Promueve un uso sostenible del suelo y otros recursos.

## **2.2. Agricultura orgánica a nivel mundial.**

Actualmente se estima que existen alrededor de 23 millones de hectáreas destinadas a producir alimentos orgánicos de las cuales 18 millones de hectáreas se encuentran distribuidas en países como: Australia con 10.5 millones hectáreas, Argentina 3.2 millones hectáreas, Italia 1.2 millones hectáreas, Estados Unidos 950 mil hectáreas, Reino Unido 679 mil hectáreas,

Uruguay 678 mil hectáreas y Alemania con 632 mil hectáreas. La importancia relativa de la agricultura orgánica en los países europeos, se ubican en promedio en 2.5% a 3% de la superficie total. Aunque ya hay países como Suiza, Dinamarca y Holanda en donde la proporción llega al 5-6%. Por su parte, Estados Unidos ha incrementado su superficie cultivada con productos orgánicos en más del doble durante la década de los 90's, presentando una tasa de crecimiento media anual de 20%. En Latinoamérica, además de Argentina segundo país líder mundial en superficie de manejo orgánico, Brasil y Chile cuentan con alrededor de 275 mil ha cada uno (Gómez *et al.*, 2003b).

A escala mundial ya son tres países cuya superficie cultivada con prácticas orgánicas rebasan el 10% de su superficie agrícola total, éstos son: Liechtenstein, con 26.4%; Austria, con 11.6%, y Suiza, con 10%; otros cinco países rebasan el 5%: Italia, con 8%; Finlandia, con 7%; Dinamarca, con 6.6%; Suecia, con 6.1%, y República Checa con 5.1% (Willer y Yussefi, 2004).

En los últimos años se ha registrado un gran dinamismo de las ventas mundiales de productos orgánicos cuya tasa media anual de crecimiento se ubican en el rango de 20 al 25%. Se estima que las ventas en el 2002 fueron entre 23,000 a 25,000 millones de dólares (MDD) y se espera que éstas superen los 31,000 MDD para el 2005. La Organización Mundial de Comercio (OMC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación (FAO) coinciden en que los principales mercados demandantes de productos orgánicos se encuentran en Europa, Estados Unidos y Japón, países industrializados cuya población se caracteriza por sus altos ingresos (Gómez *et al.*, 2003a).

### **2.3. Agricultura orgánica en México.**

México se ha ubicado, en el ámbito internacional, como productor-exportador de productos ecológicos, más que como consumidor. Su producción le permitió generar, en el 2000, casi 140 millones de dólares en divisas, con un crecimiento anual de 42%, en el cual los estados de Chiapas, Sinaloa y Baja California sur tienen una participación de casi el 40%. Esta alternativa productiva es practicada en el país por más de 33,300 productores e implica crear al año 16.4 millones de jornales con una tasa de crecimiento de 45% anual en la superficie cultivada de productores de 26% por lo cual la agricultura ecológica se constituye en una de las actividades más dinámicas del país (Gómez *et al.*, 2003b).

En México la superficie destinada al cultivo de alimentos orgánicos representa el 2.3 % de las 21.7 millones de hectáreas que representan la frontera agrícola. Además de que es líder mundial en la exportación de este tipo de alimentos ya que el 90% del total de la producción nacional se destina al comercio exterior. El café, (*Coffea arábica* L.), el ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), la Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.) y el nopal (*Opuntia ssp*) son algunos de los principales productos que se comercializan en los mercados de Europa y Estados Unidos. México, obtiene más de 70 millones de dólares anuales por concepto de exportaciones. Cabe señalar que los principales estados que generan productos orgánicos son Chiapas, Oaxaca, Querétaro, Guerrero, Tabasco, Sinaloa, Michoacán y Jalisco, entidades en las que recae la mayor producción nacional y el compromiso de lograr que en México el consumidor



tenga una mejor percepción de este tipo de productos y de los beneficios de salud que brindan (SAGARPA, 2009).

Por otro lado, la producción de tomate orgánico en México se lleva a cabo en Baja California Sur (Navejas, 2002), pero si bien la cosecha es orgánica certificada, los rendimientos son bajos, por lo que es conveniente, producir en invernadero, garantizando rendimientos mucho más elevados, garantizando obviamente la aplicación de insumos orgánicos para garantizar la obtención de un producto orgánico y prácticamente inocuo. Como ejemplo, Diver *et al.* (1999) mencionan que la producción de tomate orgánico a campo abierto es de 32.12 t•ha<sup>-1</sup>

El INEGI (2007) publica que la producción orgánica de tomate en México (sin incluir tomate Cherry) abarcó en el año 2003 una extensión de 3 ha con una producción de 75 toneladas para ese año, no reporta siembras de este producto para 2001 y 2002, mientras que para el año 2003 se señalan 402 hectáreas con una producción de 1,228 t y por último en el año 2004 la extensión de tomate orgánico aumentó a 430 ha con una producción total de 4,484 toneladas.

#### **2.4. Diferenciación entre el sistema de producción tradicionales y orgánicos.**

La agricultura convencional implica la simplificación de la biodiversidad y alcanza una forma extrema en los monocultivos. El resultado final es una producción artificial que requiere de una constante intervención humana. En la mayoría de los casos, esta intervención ocurre en la forma de insumos: agrotóxicos y fertilizantes químicos sintéticos, los cuales, a pesar de aumentar

los rendimientos en el corto plazo, provocan una cantidad elevada de costos ambientales y sociales indeseables (Altieri, 1997).

### **Características de la agricultura convencional.**

- a). Utilización intensiva de fertilizantes sintéticos de alta solubilidad (nitrógeno, fósforo y potasio) fungicidas, herbicidas, hormiguicidas, e insecticidas de síntesis industrial.
- b). Utilización de semillas híbridas y transgénicas entre ellas soya y maíz
- c). Visión del suelo desde el aspecto puramente físico (soporte de las plantas) y químico (elementos nutritivos), descartando la vida que hay en él.
- d). Uso intensivo de insumos externos al predio
- e). Mecanización intensa (potencia sobredimensionada y de gran peso)
- f). Reducción de mano de obra
- g). uso Masivo de productos químicos basados en energía fósil no renovable (petróleo y rocas fosfatadas, etc.)
- h). Monocultivo y reducción de la biodiversidad.

## **2.5. Tomate.**

### **2.5.1. Generalidades del tomate.**

El origen del género *Solanum* se localiza en la región andina que se extiende desde el sur de Colombia al norte de Chile, pero parece que fue en México donde se domesticó. Durante el siglo XVI se consumía en México tomates de distintas formas y tamaños. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzos del siglo XIX. Los españoles y portugueses difundieron el tomate a Medio Oriente y

África, de allí a otros países asiáticos, y de Europa, también se difundió a Estados Unidos y Canadá (Chinchilla, 2005).

La evidencia histórica del tomate favorece a México como el centro más importante de domesticación de esta hortaliza, ya que la utilización de formas domésticas en el país, tiene bastante antigüedad y sus frutos fueron conocidos y empleados como alimentos por las culturas indígenas que habitaban en la parte central y al sur del país antes de la llegada de los españoles (Nuez, 2001).

### **2.5.2 Clasificación taxonómica y características morfológicas.**

La taxonomía del tomate se describe de la siguiente manera según Esquina y Nuez (2001) y en el caso del género y la familia por Peralta *et al.* (2005).

**Nombre común:**.....Tomate y Jitomate.

**Nombre científico:**..... *Solanum lycopersicon* L.

**Clase:**.....Dicotiledóneas.

**Orden:**..... Solanes (personatae).

**Familia:**.....Solanáceae.

**Tribu:** .....Solaneae.

**Género:** .....*Solanum*.

**Especie:**.....*lycopersicon*.

- **Planta:** La planta es arbustiva, con un tamaño definido, en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral, tiene periodos restringidos de floración y cuajado. El tamaño de la planta varía según el cultivar, ya que se pueden encontrar plantas compactas, medianas y largas (Nuño, 2007).
- **Sistema radicular:** El sistema radicular de la planta presenta una raíz principal, raíces secundarias y raíces terciarias. Internamente tiene bien diferenciadas tres zonas: la epidermis, la corteza y el cilindro central o vascular. La raíz principal puede alcanzar hasta 60 cm de profundidad. El sistema radicular tiene como función la absorción y transporte de elementos nutritivos, así como el anclaje de la planta al suelo (Namesny, 2004).
- **Tallo.** El diámetro típico del tallo puede variar de 2 a 4 cm en la base y está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis. Debajo de la epidermis se encuentra el córtex, cuyas células más externas presentan clorofila y son fotosintéticas, mientras que las más internas son de tipo colenquimático que dan soporte al tallo (Namesny, 2004).
- **Hoja:** Las hojas son anchas, compuestas foliadas, ovales. Ligeramente dentadas vellosas y glandulosas, al alterarse el equilibrio nutritivo del suelo doblan sus bordes hacia el haz, que de un color verde intenso (Albiñana, 1997).

Las hojas son de limbos compuestos por siete a nueve folíolos con bordes dentados, el haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, la disposición de las hojas en el tallo es alterna (Espinoza, 2004).

- **Flor.** El tomate es una planta hermafrodita que presenta flores bisexuales en forma de racimo simple en la base de la planta, o ramificado en la parte superior. Las flores nacen en racimos del tallo principal y en las ramas laterales. El número de racimos varía de cuatro a diez o más, dependiendo de la variedad, las flores individuales tienen un cáliz verde que contiene cinco pétalos, una corola de color amarillo, soldada interiormente con cinco pétalos que forman un tubo pequeño, cinco o más estambres y un solo pistilo, en su mayor parte son auto polinizadas. La flor es perfecta, regular e hipógina y consta de cinco o más sépalos, de igual número de pétalos de color amarillo, y de igual número de estambres que se alternan con los pétalos (Edmond, 1981; Berenguer, 2003).
- **Fruto.** Son bayas carnosas con diferencias en forma (lisos, asurcado, aperado) e intensidad de coloración rojiza, con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de forma reniforme y aplanadas (Chamarro, 2001).

Es una baya bi o plurilocular que puede alcanzar un peso que oscila entre unos pocos miligramos y 600 g. Está constituido por el pericarpio, el tejido placentario y las semillas. El fruto puede recolectarse separándolo por la zona de abscisión del pedicelo, como ocurre en las variedades industriales, en las que es indeseable la presencia de parte del peciolo, o bien puede separarse por la zona peduncular de unión al fruto (Chamarro, 2001).

Las variedades comerciales se eligen de acuerdo a la región donde se va a producir el tomate adoptando semillas indeterminadas híbridas que formen plántulas con un buen porcentaje de germinación, vigor, resistencia a plagas, enfermedades y altos rendimientos (Nuño *et al.*, 2007).

### **2.5.3 Condiciones climáticas.**

La temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo del tomate es de 25 °C en el día y entre 15 y 18 °C en la Noche. Por debajo de los 12 °C se detiene el crecimiento y por encima de los 30-35 °C también hay problemas, en este caso para la polinización ya que el polen se esteriliza y se presenta aborto floral (Rodríguez *et al.*, 2006).

### **2.5.4 Prácticas culturales.**

Los suelos más apropiados para el desarrollo del tomate son los sueltos, bien aireados, con buen drenaje interno y que a su vez tengan capacidad de retener humedad, con textura franca arenosa, buen contenido de materia orgánica. Por lo general suelos arcillosos producen cosechas tardías; el pH debe estar entre 5.8 y 6.8. (Torres, 2002).

Una buena preparación de suelos es el resultado de diversas operaciones de campo realizadas con el tractor agrícola e implementos para ello, dicho resultado se refleja en una condición de la zona de arraigamiento de las plantas, que permita mejorar la capacidad de retención y almacenamiento de agua y oxígeno en el suelo. Además fomentar la actividad biótica de los organismos que viven en el suelo (Escalona *et al.*, 2009).

El trasplante debe realizarse con plántulas de 10 a 15 cm de altura y de tres a cinco hojas verdaderas, eliminando aquellas que presenten síntomas de enfermedad o un desarrollo anormal, se recomienda dar un riego después del trasplante y durante el aporcado de la planta para evitar encharcamiento en la zona del cuello (Belda y Lastre, 1999).

Si se usan plantas con cepellón, es conveniente emplear un plantador, que extraiga del suelo un volumen de tierra similar al que ocupara el cepellón. El cepellón debe colocarse entre arena y el suelo evitando que el cuello de la planta quede enterrado. Es importante no retrasarse durante el proceso de trasplante (Nuez, 2001).

El tutorado consiste en guiar verticalmente las plantas a lo largo de una cuerda, permite un crecimiento vertical de las plantas evitando que las hojas y, sobre todo, los frutos tengan contacto con el suelo, y facilita las labores del cultivo. Entre las ventajas de la instalación de un adecuado tutorado se tienen: evitar daños mecánicos a la planta, tanto sea por el peso de los frutos o durante las prácticas culturales; obtener frutos de mejor calidad, ya que éstos no tienen contacto con el suelo; mejorar la aireación general de la planta, factor importante para la mayor sanidad del follaje; facilitar el control fitosanitario y la cosecha de los frutos, y favorecer el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. Todo esto repercute en la producción final, la calidad del fruto y el control de las enfermedades (Jaramillo *et al.*, 2007).

En materiales de tomate de crecimiento indeterminado, se requiere realizar la poda de diferentes partes de la planta, como tallos, chupones, hojas, flores y frutos, con el fin de permitir mejores condiciones para aquellas partes

que quedan y que tienen que ver con la producción; a la vez, se busca eliminar aquellas partes que no tienen incidencia con la cosecha y que pueden consumir energía necesaria para lograr frutos de mayor tamaño y calidad (Jaramillo *et al.*, 2007).

El aporcado es una práctica que se realiza en suelos enarenados tras la poda de formación, con el fin de favorecer la formación de un mayor número de raíces, y que consiste en cubrir la parte inferior de la planta con arena. El rehundido es una variante del aporcado que se lleva a cabo doblando la planta, tras haber sido ligeramente rascada, hasta que entre en contacto con la tierra, cubriéndola ligeramente con arena, dejando fuera la yema terminal y un par de hojas (Jaramillo *et al.*, 2007).

El riego agrícola como técnica o práctica de producción se puede definir como la aplicación suficiente, oportuna, eficiente y uniforme de agua a un perfil del suelo para reponer el agua que las plantas han consumido durante un tiempo determinado. El propósito del riego es crear un ambiente adecuado en la zona radical para que las plantas rindan la máxima producción (Barg *et al.*, 2007).

Las plantas consumen agua debido al efecto de las condiciones climáticas (temperatura, radiación solar, velocidad del viento, entre otros factores) que hacen que se esté liberando permanentemente vapor de agua desde el suelo hacia la atmósfera, desde la planta por el proceso de transpiración y desde el suelo por el proceso de evaporación. Estas pérdidas de agua en conjunto, desde la planta y el suelo, se conocen con el nombre de evapotranspiración (Jaramillo *et al.*, 2007).



## **2.6 Fertilización.**

### **2.6.1 Generalidades.**

Los fertilizantes proveen elementos nutritivos que los cultivos necesitan. Con los fertilizantes se pueden producir más alimentos y cultivos comerciales, y de mejor calidad. Con los estos productos se puede mejorar la baja fertilidad de los suelos que han sido sobreexplotados. Todo esto promoverá el bienestar de cada pueblo, de cada comunidad y de cada país (FAO, 2002).

El abono orgánico a menudo crea la base para el uso exitoso de los fertilizantes minerales. La combinación de abono orgánico y fertilizantes minerales (Sistema Integrado de Nutrición de las Plantas, SINP) ofrece las condiciones ambientales ideales para el cultivo, cuando el abono orgánico mejora las propiedades del suelo y el suministro de los fertilizantes minerales provee los elementos nutritivos que las plantas necesitan. No obstante, el abono orgánico por sí solo no es suficiente (y a menudo no es disponible en grandes cantidades) para lograr el nivel de producción que el agricultor desea. Por lo anterior, los fertilizantes minerales tienen que ser aplicados adicionalmente. Aún en países en los cuales una alta proporción de desperdicios orgánicos se utiliza como abono y suministro de material orgánico, el consumo de fertilizantes minerales se ha elevado constantemente (FAO, 2002).

### **2.6.2 Fertilización sintética.**

Los cultivos hortícolas, como muchos otros, requieren de una aplicación adecuada de fertilizantes para expresar un óptimo rendimiento y calidad, y dentro de éstos, la fertilización con nitrógeno es uno de los factores de crecimiento más importantes en la expresión del rendimiento y la calidad en la producción hortícola (Willcutts *et al.*, 1998)

El requerimiento nutricional de los cultivos está definido por la especie, y difiere entre variedades de una misma especie, de acuerdo a su nivel de producción, adaptación a las condiciones climáticas, propiedades físicas, químicas y fertilidad de los suelos, características del agua de riego, incidencia de organismos dañinos y manejo cultural. Tomando en cuenta lo anterior, para definir el requerimiento nutricional de los cultivos de una región se deben de realizar experimentos seleccionando las prácticas de producción representativas, donde se estudien simultáneamente los principales elementos limitantes para los diferentes grupos de condiciones, manteniendo constantes los otros factores (Greenwood, 1981).

### **2.6.3 Fertilización orgánica.**

La materia orgánica es una fuente de los elementos esenciales para la nutrición de la planta, así como de sustancias húmicas que también intervienen en la nutrición. El N, P y K totales, contenidos en los abonos orgánicos, se incorporan a la disolución del suelo conforme ocurre su mineralización, proceso que depende de la acción que efectúan los microorganismos, del sustrato de las

características de los residuos orgánicos que se incorporan y de las condiciones ambientales, que prevalecen en cada tipo de suelo y región (Navejas, 2002).

Adicionalmente, es necesario resaltar que la importancia de la materia orgánica en los suelos es grande, ya que no solo mejora sus propiedades físicas y químicas, sino también el desarrollo de los cultivos. De hecho se reconoce que el mantenimiento de la fertilidad, a largo plazo, de los terrenos agrícolas, depende de la reincorporación de la materia orgánica a estos terrenos en el mundo. La materia orgánica que se reincorpora al suelo está sometida a un ataque continuo por parte de organismos vivos, microbios y animales, que la utilizan como fuente de energía y materiales de recuperación frente a su propio desgaste, provocando la mineralización de los diferentes componentes orgánicos (Rodríguez *et al.*, 2006).

Dado esta importancia, se reconoce como abono orgánico a toda fuente de materia orgánica capaz de descomponerse e integrarse al suelo para mejorar sus características químicas, físicas y microbiológicas (Martínez, 2004). En este sentido los beneficios de los abonos orgánicos son evidentes, la incorporación del compost ha mejorado las características de los suelos, tales como fertilidad, capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del nitrógeno, fósforo y potasio, mantiene valores de pH óptimos para el crecimiento de las plantas y fomenta la actividad microbiana (Moreno *et al.*, 2005).

El mantenimiento de la materia orgánica del suelo, para conservar su productividad, requiere de la aplicación de estiércol, residuos de cultivos, abonos verdes y otros residuos orgánicos de la agricultura. La adecuada aplicación de estos desechos, por medio del reciclaje o composteo, puede suministrar

elementos nutritivos para las plantas y mejora las características físicas, químicas y biológicas de los suelos y la calidad del ambiente. En este caso el composteo es uno de los métodos de utilización de los desechos orgánicos para producir abonos, ricos en elementos nutritivos para las plantas (Borrallas, 2006).

La lombricultura es una biotecnología que posibilita reciclar desechos sólidos y líquidos, obteniéndose beneficios ecológicos y un remanente económico. Las lombrices se adaptan a distintos tipos de desechos y se convierten en un recurso valioso en piscicultura como alimento y carnada, reducen, además olores fétidos y poblaciones de microorganismos dañinos para la salud humana, y también pueden atenuar los efectos de la contaminación generados por los desechos orgánicos (Hernández, 2002). Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente pueden lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Castellanos, 1986).

Las lombrices utilizan residuos orgánicos como fuente de energía para su metabolismo y generan excretas, las cuales por sus propiedades físicas, químicas y biológicas se convierten en abonos orgánicos y ecológicos de alta calidad, llamados vermicompost (VC). El VC se genera en el tubo digestor de la lombriz, y de acuerdo al uso que se destine, se puede clasificar como fertilizante orgánico, mejorador de suelo y medio de crecimiento (Gómez y Castañeda, 2000b.)

El uso del VC, generado a partir de diversos residuos orgánicos, se ha incrementado en diferentes regiones del mundo como abono de alta calidad.

Lo anterior, se fundamenta en la demanda creciente de alimentos inocuos, que obliga a utilizar técnicas de producción que permitan hacer uso más eficiente y sostenible de los recursos.

El VC contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad, lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (Rodríguez *et al.*, 2008).

El estiércol producido en las regiones ganaderas es una fuente potencial de contaminación ambiental, debido al manejo inadecuado y la aplicación excesiva en suelos agrícolas (Capulín *et al.*, 2001). Solamente de bovino lechero se estima una producción en México de 3.8 millones de toneladas de estiércol por año (Márquez *et al.*, 2006a).

La Comarca Lagunera es la cuenca lechera más importante del país, con más de 2'000,000 de litros diarios de leche dado sus 200,000 cabezas de ganado bovino en producción aproximadamente. Sin embargo para tener ese número de cabezas de ganado bovino se requiere tener ganado de reemplazo y en desarrollo por lo que en total se tiene más de 400,000 cabezas con el principal objetivo de producir leche en la región. Lo anterior deriva en mas de 1'000,000 de kilogramos de estiércol base seca, producido por día, por lo que este producto tiene que ser tratado y dosificado adecuadamente para evitar posible contaminación del suelo y el agua del acuífero subterráneo (SAGARPA, 2000).

Como se destacó en el párrafo anterior, la Comarca Lagunera es una región donde existe una gran actividad pecuaria, cada año se producen 560 935 Mg de estiércol; esto plantea la posibilidad de su utilización en la agricultura. Los estudios realizados con respecto a la composición química de este residuo permiten estimar que, 200 t de estiércol de bovino lechero pueden proporcionar, en promedio, 423 kg de N, y 2960 kg de N si la fuente es gallinaza (Castellanos, 1982).

Una opción para disminuir este problema es reutilizar el estiércol para la elaboración de compost o VC (Lamas *et al.*, 2003). Estos materiales representan una alternativa ecológica para satisfacer la demanda nutrimental de los cultivos y sustituir el uso de fertilizantes inorgánicos, especialmente en cultivos orgánicos (Rippy *et al.*, 2004).

### **III.- MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1. Localización geográfica y clima 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 101° 40´ y 104° 45´ de longitud Oeste, y los paralelos 25° 05´ y 26° 54´ de latitud Norte. Su altitud sobre el nivel del mar es de 1,139 m. La región cuenta con una extensión montañosa y una superficie plana donde se localizan las áreas agrícolas. El clima de verano va desde semi-cálido a cálido-seco y en invierno desde semi-frío a frío, mientras que los meses de lluvia son de mediados de junio a mediados de octubre (Santibáñez, 1992).

#### **3.2. Localización del experimento.**

La presente investigación se llevó a cabo durante el ciclo primavera verano del año 2010 en el área agrícola del campo experimental de investigación de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN-UL), ubicado en Periférico y Carretera Santa Fe, Km 1.5, Torreón Coahuila, México. El campo experimental se ubica en las coordenadas geográficas de 103° 25´ 57`` de longitud Oeste al meridiano de Greenwich y 25° 31´ 11`` de latitud norte, con una altura de 1,123 msnm (CNA, 2002).

El trabajo se desarrolló en dos etapas: la primera que fue la germinación en charolas de la semilla de tomate saladette de la variedad Rio Grande (West Hills Seed®), que se realizó en las instalaciones del invernadero de la UAAAN-UL.

La segunda etapa fue el trasplante del tomate en el campo experimental de la UAAAN-UL.

### **3.3. Genotipo.**

Se evaluó un genotipo de tomate de la variedad Rio Grande tipo saladette de crecimiento determinado.

### **3.4. Aplicación de vermicompost al suelo.**

Para realización de este trabajo de investigación se utilizó el VC como fuente principal de los elementos nutritivos.

El VC o lombricompost, estiércol procesado por lombrices californianas (*Eisenia fétida*, Saving) actividad efectuada en las instalaciones de la universidad. Para la preparación del VC se utilizaron tres tipos de estiércol caballo, conejo y cabra mezclado con paja de alfalfa, en una relación 1:1:1 y durante un periodo de 3 meses en contacto con las lombrices.



### **3.5. Preparación del terreno.**

La preparación del terreno se realizó aplicando un rastreo cruzado, el 21 de mayo del 2010. El mismo día se realizó el levantamiento de cinco bordos con una distancia de 1.50 m entre bordo y bordo de los cuales se utilizaron los tres de en medio dejando uno a cada orilla para usarlos como protección.

Al segundo día después de levantamiento de bordos se aplicaron los tratamientos correspondientes a cada unidad experimental, utilizando pala y azadón para poder espaciar el abono orgánico a una profundidad de 10 cm, concluida esta actividad, se aplicó un riego y al día siguiente se realizó el trasplante.

### **3.6. Manejo del cultivo del tomate.**

#### **3.6.1. Siembra y trasplante .**

La siembra se realizó el 30 de marzo del 2010 en charolas germinadoras de 200 celdillas, para la germinación se utilizó Peat mos de la marca Premier®, como semilla se utilizó la variedad Rio Grande. El trasplante de las plántulas se realizó el día 25 de mayo del 2010 a una distancia de 40 cm entre plantas y la distancia de cama a cama fue de 1.50 m.

El trasplante se efectuó a los 55 días después de la siembra en el campo experimental de la UAAAN-UL, en forma manual. El trasplante se efectuó por la tarde para evitar el estrés de la planta, se realizó se con mucho cuidado para no romper el sistema radicular de la planta, como venían en charolas primeramente se humedecieron las plantas en la base para facilitar su extracción, en seguida

se utilizó un palo de escoba puntudo con el cual se fue marcando el suelo para posteriormente colocar la planta.

### 3.6.2. Riego.

Al tercer día después del trasplante se le aplicó el segundo riego con una duración de 4 horas aproximadamente, 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.

### 3.6.3 Fertilización.

La dosis de fertilización, en el caso de los tratamientos de VC, de se aplicó previa al establecimiento del cultivo, mientras que para el tratamiento con fertilizantes sintéticos, la fertilización se realizó en dos etapas, una después del trasplante y la segunda cuando las plantas alcanzaron la etapa de floración. La aplicación de estos materiales se realizó manualmente. Los tratamientos evaluados, así como las dosis y productos utilizados en el proceso de fertilización se presentan en los cuadros 1 y 2

**CUADRO 1.** Tratamientos evaluados durante el desarrollo de tomate bajo condiciones de campo

<b>Tratamientos</b>	<b>Dosis</b>
T1 Testigo absoluto	Sin fertilización
T2 Fertilización sintética; Dosis NPK (kg•ha <sup>-1</sup> )	200-80-40
T3 VC(t•ha <sup>-1</sup> )	30

**CUADRO 2.** Fertilizantes utilizados en el tratamiento T2 y su dosis de primera y segunda aplicación.

<b>Elemento</b>	<b>Fertilizantes</b>	<b>1a etapa (g)</b>	<b>2daetapa (g)</b>
Nitrógeno	Urea	48	48
Fósforo	Triple 17	19.2	19.2
Potasio	Fosfato Diamonico (DAP)	9.6	9.6

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

Durante el ciclo del cultivo se presentaron las siguientes plagas y enfermedades: mosquita blanca (*Trialeurode ssp*; *Bemisia tabaci*), pulgones (*Aphys ssp*; *Myzus ssp*), en cuanto enfermedades la única que se presentó fue el Damping off. Para el control de las plagas antes mencionadas se utilizaron los siguientes productos: solución de jabón Ariel® en solución al 5%, también se aplicó extracto de ajo (*Allium sativum* L.) usando dos cabezas y 2 kg de chile (*Capsicum annuum* L.), disueltos en 20 L de agua. Estos productos se aplicaron por la mañana o por la tarde, cuando se detectaba una alta actividad de la mosquita blanca.

#### **3.6.5 Aporques y deshierbes.**

Los aporques que se realizaron fueron tres y cinco deshierbes, manualmente utilizando azadón, pala, machete, estas actividades se llevaron a cabo cada 15 días después trasplante.

### **3.6.6 Tutorado.**

Las plantas fueron guiadas a un solo tallo, sosteniendo cada planta con rafia, iniciándose el tutorado cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm, con la finalidad de mantener la planta erguida y con ello evitar que las hojas y frutos queden en contacto con el suelo. Esta labor se llevó a cabo con un amarre de la rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento de éste, para posteriormente y conforme la planta presentó crecimiento se enredaba la rafia a la planta, labor realizada generalmente cada semana.

### **3.6.7 Cosechas.**

La cosecha se realizó manualmente cuando los frutos presentaban ya un color rojo.

### **3.6.8 Variables evaluadas.**

- **Diámetro polar y ecuatorial.**

De las tres plantas y de cada racimo se utilizaron el segundo y el tercer fruto y cada fruto fue medido con un vernier graduado de metal y se obtuvo su valor promedio.

- **Espesor de pericarpio.**

Esta variable y su promedio fue determinada sobre los dos frutos empleados para la determinación de los diámetros polar y ecuatorial, empleando una regla metálica.

- **Altura de planta.**

Para esta variable se realizaron las mediciones de tres plantas con un intervalo de 8 días, las mediciones se realizaron con una cinta métrica, y se obtuvo su valor promedio.

- **Número de lóculos.**

El conteo de los lóculos y su promedio se realizó sobre los dos frutos utilizados para determinar el diámetro polar y ecuatorial.

- **Sólidos solubles.**

La concentración de los sólidos solubles y su valor promedio se obtuvo colocando una gota de jugo del tomate sobre un refractómetro manual (Atago, modelo Pelette®) esta gota se obtuvo de los frutos antes indicados.

- **Rendimiento.**

Para obtener el rendimiento total por hectárea de cada tratamiento, con sus cinco repeticiones, se extrapolaron el peso promedio de todo los frutos de la parcela útil (1.8 m<sup>2</sup>) aplicando una regla de tres simple.

### **3.6.9. Diseño experimental.**

Los tres tratamientos y sus cinco repeticiones fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar. Cada parcela experimental midió 14.4 m<sup>2</sup>, y constó de tres surcos de 3.2 x 1.5 de largo y ancho, respectivamente. Por su parte para la parcela útil, con dimensiones de 1.8 m<sup>2</sup> (1.2 x 1.5 m de largo y ancho, respectivamente) sólo se consideraron tres plantas del surco central, debido a que el resto de las plantas se registraron daños y robos por personas ajenas al experimento.

### **3.6.10. Análisis estadísticos.**

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas se realizaron análisis de varianza; y cuando se registraron diferencias significativas se aplicó una comparación de medias utilizando pruebas de la diferencia mínima significativa (DMS) al 5 %. Para ambos análisis se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

## **IV.- RESULTADO Y DISCUSIÓN.**

### **4.1. Diámetro polar.**

Para la variable diámetro polar el análisis de varianza no encontró diferencia significativa, mostrando una media de 5.36 cm y un coeficiente de variación de 8.1% cuadro 3.

El tratamiento orgánicoT3 superó al menos en 9.8 % a los otros tratamientos y Estos resultados fueron semejantes a lo registrado por García (2006) quien reportó una media de 5.7 cm, pero resultaron inferiores a los valores alcanzados por Aguilar (2002) quien obtuvo un diámetro polar para los genotipos de Andrade y Gabriela de 6.1 y 5.0 cm, respectivamente. López (2003) también reportó un diámetro polar de 6.1 cm, superior al obtenido en el presente experimento.

### **4.2. Diámetro ecuatorial.**

Para diámetro ecuatorial en el análisis de varianza no se encontró diferencia significativa, mostrando un valor promedio de 4.25 cm y un coeficiente de variación de 5.38%.

Porcentualmente, el T2 fue superado en 2.8% por el T1, pero el T3 superó en 2.2% al T1, en los resultados obtenidos fueron superados por los valores reportados por de la Cruz *et al.* (2009), quienes al evaluar el desarrollo

del tomate Saladette, con vermicompost y compost, obtuvieron una media de 5.9 cm de diámetro ecuatorial.

#### **4.3. Espesor de pericarpio.**

Para la variable espesor de pericarpio no hubo diferencia significativa, mostrando una media de 0.48 cm y un coeficiente de variación de 13.48 %. Estos resultados fueron superados por los resultados obtenidos por Esteban (2006), quien evaluó tomate bola bajo condiciones de invernadero, con fertilización orgánica de compost, y reportó una media de 0.71 cm y también fueron superados por los valores obtenidos por Atilano (2007), quien evaluó tomate bola, bajo condiciones de invernadero, con fertilización de té de compost, registrando un valor promedio de 0.61 cm.

#### **4.4. Altura de planta.**

Para la variable de altura de planta, el análisis de varianza mostró una diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), enseñó una media de 38.63 y un coeficiente de variación de 14.98%.

Estos resultados son superados a los obtenidos por Hernández (2003) evaluando tomate con fertilización sintética, bajo condiciones de invernadero quien reporta una altura de 220 cm, también es muy distinto a Rodríguez et al. (2005) evaluando tomate con sustrato orgánico en invernadero reportaron una altura media de 286 cm y difieren a los obtenidos por Ríos, (2002) quien evaluó tomate en invernadero y reporta una media de 200.13 cm.



**CUADRO 3.** Valores promedio de las variables evaluadas de tomate desarrolladas con vermicompost y fertilizante sintético.

<b>T</b>	<b>DP</b>	<b>DE</b>	<b>EP</b>	<b>Altura</b>	<b>NL</b>	<b>SS</b>	<b>R</b>
	<b>(cm)</b>					<b>(°brix)</b>	<b>(kg•m<sup>-2</sup>)</b>
<b>T1</b>	5.32a	4.26a	0.48a	42.98a	2.34a	3.88a	36.11a
<b>T2</b>	5.10a	4.14a	0.48a	28.34b	2.44a	4.04a	29.63a
<b>T3</b>	5.66a	4.36a	0.48a	44.58a	2.36a	4.12a	52.00a
<b>Media.</b>	5.36	4.25	0.48	38.63	2.38	4.01	39.25
<b>CV (%).</b>	8.053	5.38	13.48	14.43	6.04	8.94	50.04
<b>DMS (5%).</b>	0.63	0.33	0.10	8.13	0.21	0.52	28.649

T= tratamientos, DP= diámetro polar, DE= diámetro ecuatorial, EP= espesor de pericarpio, NL= número de lóculos, SS= sólidos solubles, R= rendimiento, CV= coeficiente de variación, DMS= diferencia menos significativa.

#### 4.5. Números de lóculos.

Para la variable números de lóculos el análisis de varianza no registró diferencia significativa, presentándose una media 2.38 lóculos y un coeficiente de variación de 6.04%.

En términos de porcentaje, el tratamiento T2 superó en 4.0% a los demás tratamientos.

Estos resultados se asemejan por Gómez (2011), quien evaluó tomate saladette a campo abierto, con fertilización sintética, reporta una media de 2.5 lóculos, también se asemeja a lo obtenido por Espinoza (2011), quien evaluó tomate híbrido Kikapoo y Rafaello con aplicación de compost en campo abierto, y reportó un promedio de 3 lóculos.

#### **4.6. Sólidos solubles.**

Para la variable sólidos solubles el análisis de varianza no registró diferencia significativa, mostrando un valor promedio de 4.01 °Brix y un coeficiente de variación de 8.94%, sin embargo, el tratamiento T3 superó al menos en 5.8 % a los tratamientos T1 y T2. Los resultados obtenidos para sólidos solubles en el presente experimento fueron superados por los valores registrados por Avalos (2003) quien evaluó tomate orgánico con vermicompost en invernadero reportó, en el nivel 50:50 arena-vermicompost, un valor de 5.3 °brix. Por otro lado, los resultados obtenidos concuerdan con los de Gómez (2011), quien evaluó tomate saladette, a campo abierto, con fertilización sintética, registrando un valor promedio de 4.2 °Brix

#### **4.7. Rendimiento**

Para la variable de rendimiento en el análisis de varianza no se registró diferencia significativa, el valor promedio registrado fue de 39.25 t•ha<sup>-1</sup> y el coeficiente de variación presentó un valor 50.04%.

El tratamiento T3 superó en al menos un 43% a los rendimientos alcanzados en el resto de los tratamientos.

El rendimiento promedio obtenido, es de 39.25 t•ha<sup>-1</sup> en el presente experimento fue mayor que el rendimientos reportado por Gómez (2010) quien registró, para el tomate saladette variedad Rio Grande un rendimiento de 19.49 t•ha<sup>-1</sup>, aplicando fertilizantes sintéticos bajo condiciones de campo.

Por otro lado los resultados obtenidos coinciden con los reportados por de la Cruz *et al.* (2009), quienes evaluaron tomate saladette y al fertilizarlo con vermicompost y compost, reportaron un promedio de 34.8 t•ha<sup>-1</sup>. También superaron a los rendimientos obtenidos por Hernández (2011) quien reportó 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.

**CUADRO 3.** Valores promedio de las variables evaluadas de tomate desarrolladas con vermicompost y fertilizante sintético

<b>T</b>	<b>DP</b>	<b>DE</b>	<b>EP</b>	<b>Altura</b>	<b>NL</b>	<b>SS</b>	<b>R</b>
	<b>(cm)</b>					<b>(°brix)</b>	<b>(kg•m<sup>-2</sup>)</b>
<b>T1</b>	5.32a	4.26a	0.48a	42.98a	2.34a	3.88a	36.11a
<b>T2</b>	5.10a	4.14a	0.48a	28.34b	2.44a	4.04a	29.63a
<b>T3</b>	5.66a	4.36a	0.48a	44.58a	2.36a	4.12a	52.00a
<b>Media.</b>	5.36	4.25	0.48	38.63	2.38	4.01	39.25
<b>CV (%).</b>	8.053	5.38	13.48	14.43	6.04	8.94	50.04
<b>DMS (5%).</b>	0.63	0.33	0.10	8.13	0.21	0.52	28.649

T= tratamientos, DP= diámetro polar, DE= diámetro ecuatorial, EP= espesor de pericarpio, NL= número de lóculos, SS= sólidos solubles, R= rendimiento, CV= coeficiente de variación, DMS= diferencia menos significativa.

## V.- CONCLUSION.

De acuerdo al análisis de varianza en el desarrollo del experimento, se pueden generar las siguientes conclusiones:

1. Las plantas de tomate que recibieron la fertilización con VC cumplieron su ciclo de vida, al igual que las plantas del resto de los tratamientos, sin mostrar síntomas visibles de deficiencias nutritivas.

3.- Para las variables de calidad no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos evaluados en: diámetro polar, ecuatorial, número de lóculos, °brix., y espesor de pericarpio. Entre tratamientos resultaron iguales en el contenido de sólidos solubles.

4.- De acuerdo a estos resultados, las plantas de tomate con la fertilización orgánica e inorgánica rindieron igual estadísticamente y sin afectar la calidad del fruto. Aunque no hubo diferencias significativas el tratamiento con VC presentó mayor valor de rendimiento con  $52 \text{ kg} \bullet \text{m}^{-2}$ . En general se cumplió con la hipótesis que es posible producir tomate con VC sin afectar la calidad de fruto.

## **VI.- RESUMEN.**

La agricultura orgánica es un sistema de producción donde se manejan integralmente el agua, el suelo, la vegetación, el animal, el hombre y ambiente. El uso de VC, generado a partir de diversos residuos orgánicos, se ha incrementado en diferentes regiones del mundo como abono de alta calidad. La agricultura orgánica, es una opción adecuada para la producción de tomate a cielo abierto sin contaminar. Por lo que el trabajo se estableció para determinar el efecto del VC sobre el rendimiento y calidad de tomate a campo abierto con respecto al fertilizante inorgánico.

El genotipo de tomate evaluado fue la variedad Rio Grande tipo saladette. Los tres tratamientos y sus cinco repeticiones fueron distribuidos en diseño de bloques al azar. Cada parcela experimental midió 14.4 m<sup>2</sup>, y constó de tres surcos de 3.2 x 1.5 de largo y ancho respectivamente. Por su parte para la parcela útil, con dimensiones de 1.8 m<sup>2</sup> (1.2 x 1.5 m de largo y ancho, respectivamente) sólo se consideró tres plantas del surco central, debido a que el resto de las plantas se registraron daños y robos por personas ajenas al experimento.

Bajo las condiciones en que se desarrolló el experimento, y a pesar de que no se registraron diferencias estadísticas para las variables evaluadas, excepto para altura de planta, se determinó que el VC soportó el desarrollo de

las plantas de tomate sin evidencias significativas de fallas en el proceso de nutrición.

**Palabras claves:** Humus de lombriz, lombricultura, agricultura orgánica, abonos orgánicos, fertilización inorgánica.

## VI.- BIBLIOGRAFIA.

- Abad, M. Aldanondo, A. Argerich, C. Caballer, V. 2001. El cultivo de tomate. Primera edición. Ed. Ediciones Mundi- Prensa. España. Pp. 15 - 793.
- Aguilar, C. P. 2002. Rendimiento y calidad de dos Híbridos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila. México. Pp 46.
- Albiñana, L. L. 1997. Tomates, pimientos, berenjenas. Primera edición, editorial .No. 6465. Consejo de cientos 391, Barcelona España. 351p.
- Atilano, M. C. 2007. Evaluación de genotipos de tomate con té de composta bajo condiciones de invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.
- Altieri, M. 1997. Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable. CLADES, Lima, Perú.
- Avalos, G.L.C. 2003. Rendimiento y calidad de dos híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en vermicompost bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Unidad Laguna. Torreón Coahuila México. 47p.
- 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.
- Bastida, T. A. 2001. "El medio de cultivo de las plantas. Sustratos para la agricultura moderna," Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México.
- Belda, J. E. y J. Lastre. 1999. Reglamento Específico de Producción Integrada del Tomate Bajo Abrigo: resumen de aspectos importantes. 1-9.

Laboratorio y Departamento de Sanidad vegetal de Almería.  
Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía.

- Berenguer, J. J. 2003. Manejo del cultivo de tomate en invernadero. *In*: Curso internacional de producción de hortalizas en invernadero. Editores. Castellanos, J. Z.; Muñoz, R. J. J. Celaya, Guanajuato, México. Pp. 147-174.
- Borrallas, L. 2006. Producción de tomate orgánico bajo condiciones de invernadero fertilizando con te de composta. Tesis de Licenciatura. U. A. A. Antonio Narro U. L. Torreón, Coahuila, México. pp. 66-76.
- Capulin, G. J., Núñez, R. E., Etchevers, B. J. D., Baca, C. G. A. 2001. Evaluación del extracto líquido de estiércol bovino como insumo de nutrición vegetal en hidroponía. *Revista Agrociencia* 35: 287-299.
- Castellanos, J. Z. 1986. Evaluación del estiércol de bovino y gallinaza como fuente de fósforo en el cultivo de Alfalfa. *Agric. Téc. Méx.* 12: 247-258. CIAN-INIA-SARH.
- Castellanos, J. Z. 1982. La utilización de los estiércoles en la Comarca Lagunera. *Ingenieros Agrónomos del Tecnológico de Monterrey (IATEM)*. pp. 11-19. Torreón, Coahuila, México.
- Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y Fisiología de la planta. Pp. 87. *In*: El cultivo del tomate. F. Nuez (Ed.) Editorial Mundi- Prensa –México.
- Chinchilla, V. E. 2005. Estudio del Proceso de Trabajo Perfil de Riegos y Exigencias Labores en el Cultivo de tomate. Regional Central Occidental del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Costa Rica. Pp. 25.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Gerencia regional. Cuencas Centrales del Norte, Subgerencia Regional Técnica y Administrativa del Agua. Torreón, Coahuila.
- De la Cruz, L.E. 2009. Producción de tomate en invernadero con vermicompost y compost, como sustrato. *Universidad y ciencia*. 25(1): 59-67.
- Díaz, E. A. 1999. Evaluación de abonos orgánicos sobre propiedades físicas y químicas de suelo y rendimiento en maíz. Tesis de maestría en agricultura orgánica sustentable. FAZ-UJED. Venecia, Dgo. p 1 y 38.
- Diver, S., Kuepper, G. and Born, H. 1999. Organic tomato production. National center for appropriate technology. ATTRA publication #ct073/149. University of Arkansas. Fayetteville, Ar.



- Edmond, J. B. 1981. Principios de horticultura. CIA: Editorial Continental S. A de C. V. Sexta reimpression. México D.F
- Escalona, C. V., Alvarado, B. P. 2009. Manual de cultivo de tomate (*lycopersicon esculentum* mill.), [www.agronomia.uchile.cl](http://www.agronomia.uchile.cl) consulta 09/09/2011.
- 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.
- Espinosa, Z. C. 2004. Producción de Tomate en Invernadero. Multiservicios Agropecuarios y Forestales, Zapata y Asociados. Memorias del IV Simposio Nacional de Horticultura. Invernadero: Diseño, Manejo y Producción. Torreón, Coahuila, México. Pp. 4 y 5.
- Esteban, A. H. 2006. Evaluación de diferentes genotipos de tomate con fertilización orgánicos bajo invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.
- Esquinas, A. J. y F. V., Nuez. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. Pp. 13-23. *In:* (Ed). F. Nuez. El cultivo del tomate. Editorial Mundi-Prensa. México. Reimpresión.
- Organización para la Alimentación y la Agricultura FAO (2001). Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia.
- Organización para la Alimentación y la Agricultura FAO (2002). Los fertilizantes y su uso, en línea; [ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf](http://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf). consulta 22/06/2011.
- Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2003. Una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Costa Rica. En línea (<http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/263/es/rutataller.pdf>) fecha de consulta 23 de octubre del 2011.
- Figuroa, V. U. 2003. Uso sustentable del suelo *In:* Abonos Orgánicos y Plasticultura. Gómez Palacio, Durango México. FAZ UJED. SMCS y COCYTED pp. 1-22.
- Hernández, P. A. A. 2011. Producción de tomate orgánico con tutorio en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.

- Hernández, S. I. A. 2003. Evaluación de rendimiento y calidad de 18 genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil.) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera.
- García, V. G. 2006. Evaluación de genotipos de tomate con fertilización bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna. Torreón Coahuila.
- Gómez, A. 2000. Agricultura Orgánica en El Codex Alimentarius. Seminario Protección del Consumidor desde las ONGs y el Codex Alimentarius. CEADU. Montevideo. [http:// europa.eu.int](http://europa.eu.int).
- Gómez, C. M. A., Gómez T. L., y Schwentesius, R. R. 2003a. La Agricultura Orgánica en México. *In: Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina*. CIESTAAM-AUNA, Edo. De México, pp. 91-108.
- Gómez, C. M. A., Gómez, T. L. y Schwenteius, R. R. 2003b. México como abastecedor de productos orgánicos. Comercio exterior, Vol. 53, Núm. 22, Febrero 2003.
- Gómez, C. S. 2010. Efecto de un biofertilizante bacteriano (*Azospirillum* sp). En tomate (*Lycopersicon esculentum* Mil). Cv "Rio Grande" en la Comarca Lagunera. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.
- Gómez, M. A., Schewentesius, R. R., y Gómez, T. L. 2001. Agricultura orgánica de México: Datos básicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y Alimentación. Segunda edición. México. Pp.9-3.
- Gómez, R. y Castañeda, R. 2000b. —La agricultura orgánica, calidad integral de la producción. Revista Agro Tiempo. Tabasco, México. No. 89. Agosto.
- Greenwood, D.J. 1981. Crop response to agronomic practice. *In: Rose, D. A. and Charles-Eduards, D. A. (Eds.). Mathematics and Plant Physiology*. Academic Press, London, pp. 195-216.
- International Federation of Organic Agriculture Movements (IFOAM). 2003. Normas para la producción y procesado orgánico. Victoria, Canadá. 158 p.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) 2007. (En línea). (México).<http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/-rutinas/ept.asp?t=mamb92&c=5898>. (Consulta 31/11/11)
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M., Rengifo, T. 2007. Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Primera edición. Colombia
- Lamas, N. M. A., Flores, O. N., Sánchez, R. G., Galavis, R. R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm. 332 Vol. XXXV. México.
- López, E. J. 2003. Producción de 7 Híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero en otoño – invierno. Tesis licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. Pp 82.
- Márquez, R. J. L., Figueroa, V. U., Cueto, W. J. A., Palomo, G. A. 2006a. Eficiencia de recuperación de nitrógeno de estiércol bovino y fertilizante en una rotación sorgo-trigo para forraje.
- Moreno, R., A., Valdés P. M.T., Zarate L. T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de Vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agricultura Técnica 65(1): 26-34.
- Namesny, A. 2004, Tomates producción y comercio, Ediciones de Horticultura Barcelona España. pp. 11-157.
- Navejas, J. J. 2002. Producción orgánica de tomate. Desplegable técnica No. 5. INIFAP-CIRNO. Cd. Constitución, B.C.S. México.
- Nunez, V. F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp. 626-669. *In:* (Ed) F. Nuez. El cultivo del tomate, Editorial Mundi-Prensa, México.
- Nuño, M.R. 2007. Manual de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el valle de Mexicali; Baja California. Ed. Fundación Produce. Pp. 6-7.
- Nuez F, 2001, El cultivo del tomate. Editorial Mundi prensa, España. pp. 388-390.
- Peralta, I. E., S. Knapp, and D. M. Spooner. 2005. New Species of Wild Tomatoes (*Solanum* Section *Lycopersicon*: Solanaceae) from Northern Peru. Systematic Botany, 30(2): 424–434.

- Pérez, C. J. 2004. Agricultura ecológica: una alternativa al desarrollo sustentable en el campo mexicano., El cotidiano, septiembre-octubre, año/vol. 20, numero 127 universidad Autónoma metropolitana – Azcapotzalco Distrito Federal, México pp. 95-100.
- Ríos, J.A. 2002. Evaluación para rendimiento y calidad de fruto de los híbridos de tomate de bola (*Lycopersicon esculentum* Mil) bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. . Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, Coahuila México 59p.
- Rippy, J. F. M., Peet, M. M., Louis, F. J., Nelson, P.V. 2004. Plant development and harvest yield of greenhouse tomatoes in six organic growing systems. Hortscience 39 (2): 223- 229.
- Rodríguez, D. N., Favela, Ch. E., Cano, R. P., Palomo, G. A. and Moreno, R. A. 2005. Evaluación de sustratos en la producción organica de tomate bajo condiciones de invernadero. In: XI congreso nacional Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. UACH. Chihuahua, Chi. México. Del 27 al 29 de septiembre del 2005.
- Rodríguez, D. N., Cano, R. P., Favela, Ch. E., Figueroa, V. U., De, Paúl. V., Palomo, G. A., Márquez, H. C. y Moreno, R. A. 2007. —Vermicompost como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero|| . En Revista Chapingo serie Horticultura. México XIII (2):195-192.
- Rodríguez, D. N., Cano, R. P., Figueroa, V. U., Palomo, G. A., Favela, Ch. E., Álvarez, R.V.P., Márquez, H.C., Moreno, R.A. 2008. Producción de tomate en invernadero con humus de lombriz como sustrato. Rev. Fitotec. Méx. 31(3): 265-272.
- Rodríguez, F. H., Muños, L. S., Alcorta, G. E. 2006. El Tomate rojo Sistema Hidropónico. Editorial Trilla. p.p. 50.
- Ruiz, F. J. F. 2004. Alcances y Limitaciones de la Horticultura Orgánica. Diseño y Manejo y Producción. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 5.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA) 2009. México, importante productor mundial de alimentos orgánicos. Disponible en: <http://www.sagarpa.com.mx> fecha de consulta: 06 de octubre de 2011.

- Salazar, S. E., Fortis, H. M., Vázquez, A. A., Vázquez, V. C. 2003. La materia orgánica en el suelo. Agricultura Orgánica Enrique Salazar Sosa... (Et al). Gómez Palacio, México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED 2003. 271 p: 24 cm.
- Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera, Ensayo Monográfico. Tipográfica Reza S.A. Torreón Coahuila México. Pág. 14. Bibliografía de localización geográfica.
- Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2000. Anuario estadístico de la producción agropecuaria en la Comarca lagunera. Delegación regional de la SAGARPA, Lerdo Dgo.
- SAS, 1998. Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N: C: United States of America.
- Torres C., X. 2002. Manual agropecuario Tecnologías orgánicas de la granja autosuficiente. Ibalpe Internacional de Ediciones. Bogota, Colombia. pp. 717 y 718.
- United States Department of Agriculture (USDA). 2004. National Organic Program. United States Department of Agriculture U.S.A. 554 p.
- Willcutts, J. F., Overman, A. R., Hochmuth, G. J., Cantliffe, D. J., Soundy, P. 1998. A comparison of three mathematical models of response to applied nitrogen: A case study using lettuce. HortScience 33(5): 833-836.
- Willer, Helga and Minou, Yussefi. 2004. The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2004. IFOAM, FIBL, SÖL, Germany. 167p.

## **VII. APENDICE**

**CUADRO A1.** Cuadrados medios para la variable de calidad; diámetro polar de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.79	0.40	2.14	0.1806NS
<b>Bloque</b>	4	1.05	0.26	1.41	0.3147
<b>Error</b>	8	1.49	0.19		
<b>Total</b>	14	3.34			
<b>CV (%)</b>	8.05				
<b>MEDIA</b>	5.36				

FV=Fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, FC= f calculada, P>F= f tabulada, CV= coeficiente de variación, NS= no significativo

**CUADRO A2.** Cuadrados medios para las variable de calidad; diámetro ecuatorial de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.12	0.06	1.16	0.3613 NS
<b>Bloque</b>	4	0.48	0.12	2.28	0.1493
<b>Error</b>	8	0.42	0.05		
<b>Total</b>	14	1.02			
<b>CV (%)</b>	5.38				
<b>MEDIA</b>	4.25				

FV=Fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, FC= f calculada, P>F= f tabulada, CV= coeficiente de variación, NS= no significativo

**CUADRO A3.** Cuadrados medios para la variable de calidad; Espesor de pericarpio de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010) , UAAAN-UL.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.00	0.00	0.00	1.0000 NS
<b>Bloque</b>	4	0.03	0.01	1.84	0.2146
<b>Error</b>	8	0.03	0.00		
<b>Total</b>	14	0.06			
<b>CV (%)</b>	13.44				
<b>MEDIA</b>	0.48				

FV=Fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, FC= f calculada, P>F= f tabulada, CV= coeficiente de variación, NS= no significativo

**CUADRO A4.** Cuadrados medios para la variable de altura de la planta de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	2	801.05	400.52	12.89	0.0031 **
<b>Bloque</b>	4	35.61	8.90	0.29	0.8788NS
<b>Error</b>	8	248.64	31.08		
<b>Total</b>	14	1085.29			
<b>CV (%)</b>	14.43044				
<b>MEDIA</b>	38.63333				

FV=Fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, FC= f calculada, P>F= f tabulada, CV= coeficiente de variación, NS= no significativo, \*\* = significativo

**CUADRO A5.** Cuadrados medios para la variable de números de lóculos de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.

<b>Tratamiento</b>	2	0.028	0.014	0.68	0.5348 NS
<b>Bloque</b>	4	0.051	0.013	0.61	0.6653
<b>Error</b>	8	0.17	0.021		
<b>Total</b>	14	0.24			
<b>CV (%)</b>	6.04				
<b>MEDIA</b>	2.38				

FV=Fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, FC= f calculada, P>F= f tabulada, CV= coeficiente de variación, NS= no significativo

**CUADRO A6.** Cuadrados medios para la variable de sólidos solubles de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	2	0.15	0.08	0.58	0.5820 NS
<b>Bloque</b>	4	0.29	0.07	0.58	0.6877
<b>Error</b>	8	1.03	0.13		
<b>Total</b>	14	1.48			
<b>CV (%)</b>	8.94				
<b>MEDIA</b>	4.01				

FV=Fuente de variación, GL= grados de libertad, SC= suma de cuadrados, FC= f calculada, P>F= f tabulada, CV= coeficiente de variación, NS= no significativo.



**CUADRO A7.** Cuadrados medios para la variable de rendimiento de tomate, con fertilización de VC e inorgánica en campo en el ciclo (2010), UAAAN-UL.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>P&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	2	1324.90	662.45	1.72	0.2397NS
<b>Bloque</b>	4	1225.16	306.29	0.79	0.5611NS
<b>Error</b>	8	3086.90	385.86		
<b>Total</b>	14	5636.96			
<b>CV (%)</b>	50.05				
<b>MEDIA</b>	39.25				

**FV**=Fuente de variación, **GL**= grados de libertad, **SC**= suma de cuadrados, **FC**= f calculada, **P>F**= f tabulada, **CV**= coeficiente de variación, **NS**= no significativo