

**UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÒN DE CARRERAS AGRONÒMICAS**



**Efecto de la vermicomposta en la producción y calidad de tomate con  
acolchado plástico en campo**

**POR:**

**PEDRO URIEL PÉREZ IBARRA**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO**

**DICIEMBRE DEL 2015.**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

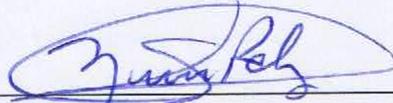
**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

TESIS DEL C. PEDRO URIEL PEREZ IBARRA, QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACION DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

PRESIDENTE:



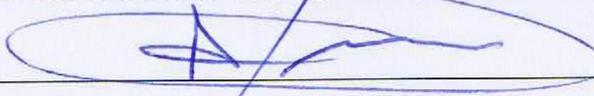
DRA. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

VOCAL:



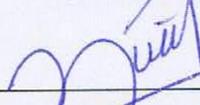
MC. LUZ MARIA PATRICIA GUZMAN CEDILLO

VOCAL:

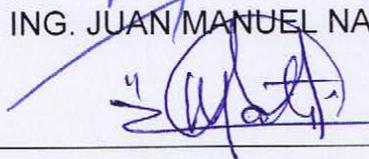


DR. ALFREDO OGAZ

VOCAL:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARREAS AGRONÓMICAS**

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2015.

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

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**

Efecto de la vermicomposta en la producción y calidad de tomate con acolchado plástico en campo

POR:

**PEDRO URIEL PEREZ IBARRA**

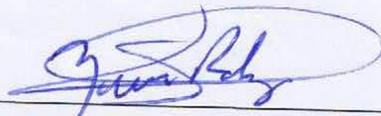
TESIS:

QUE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ ASESOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

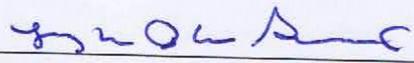
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

REVISADA POR EL COMITÉ ASESOR:

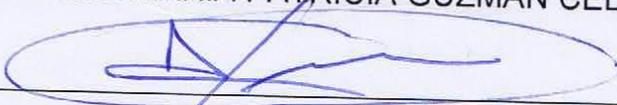
ASESOR PRINCIPAL:

  
DRA. NORMA RODRIGUEZ DIMAS

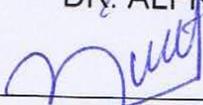
ASESOR:

  
MC. LUZ MARIA PATRICIA GUZMAN CEDILLO

ASESOR:

  
DR. ALFREDO OGAZ

ASESOR:

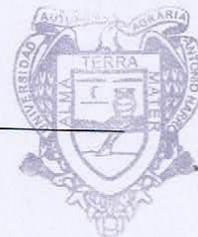
  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2015.



Coordinación de la División de Carreras Agronómicas

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi Narro gracias por abrirme las puertas para superarme, tratar de ser mejor, me siento orgulloso de ser buitre, siempre llevare en alto tu nombre, ahora es tiempo de retirarme agradezco lo aprendido y mi formación.

### **A mis compañeros de generación 2011-2015**

Momentos inolvidables, con cada uno de ellos gracias por darme la confianza, los buenos consejos de amigos los estimo demasiado, me admiro de las culturas de ustedes la bondad que tienen el sacrificio que aseamos cada uno de nosotros para estudiar, superarnos es hora de que cada quien tome rumbos diferentes los extrañare les deseo de corazón que estén bien.

### **A la Dra. Norma Rodríguez Dimas**

Con todo respeto y admiración, gracias por darme la oportunidad de estar en su proyecto por los consejos, motivaciones, confianza, colaboración y dedicar el tiempo para llevar a cabo esta tesis gracias por todo dios la cuide.

### **Al Dr. Alfredo Ogaz**

Por la asesoría brinda en la realización de este trabajo de investigación por conocimientos brindados y apoyo gracias.

### **Al Ing. Juan Manuel Nava Santos**

Por orientarme en mi carrera profesional, por las buenas enseñanzas para sobresalir en un futuro y la confianza que depositas en mí para superarme por su colaboración y revisar esta tesis.

### **A la MC. Luz María Patricia Guzmán Cedillo**

Por regalarme de su valioso tiempo para la elaboración de esta tesis por la asesoría brindada muchas gracias.

### **Grupo versa**

Por haberme abierto las puertas, en mi instancia de mis prácticas profesionales, espero haber dejado una buena imagen, aportaciones estoy feliz por lo aprendido, haber mejorado en el ámbito profesional y personal una experiencia me llevo les agradezco toda la confianza que se depositó en mí.

**Ing. Juan**

Estoé muy agradecido por todo tu apoyo moral, económico que depositaste, por no dejarme solo en mi estudio, llenarme de buenos consejos, conocimientos siempre me inculcaste que se debe demostrar la humildad para poder triunfar y tocar puertas nuevas que nunca se debe de dar uno por vencido a pesar de los obstáculos que se opongan.

**Ing. Lalo**

Por tu apoyo moral, amistad, confianza y por los momentos buenos que pasamos.

**Ing. Luis Felipe**

Por ayudarme a mejorar en el ámbito personal, por la confianza que me depositaste, la amistad no olvidare los tips que tanto me ayudaron a mejorar y que hoy en día los pongo en marcha.

**Ing. Ángel**

Por no dejarme solo en mi instancia de prácticas, brindarme tu apoyo por la amistad que me brindaste e inculcarme a sobre salir y echarle ganas

**Ing. Rubén**

Por la confianza que desde inicio me distes para aprender nuevas cosas de mi profesión y que ahora me han ayudado.

**Ing. Genaro**

Por estar apoyándome en el lapso de mi carrera, amistad, confianza que depositaste en mí.

**Ing. Rafa**

fue poco el tiempo que convivimos pero me di cuenta que de tu parte me brindaste el apoyo y que no me diera por vencido buscar más alternativas

**Ing Nelson**

Por tu amistad, apoyo, confianza y por desearme un buen futuro en mi profesión.

**Ing. matusalén**

Por darme la confianza, amistad.

**Ing. Orlando**

Por el apoyo y sobre todo los buenos momentos.

**Ing. Alejandro**

Por tu apoyo moral y amistad.

**Ing. Santiago**

Por darme la oportunidad de hacer mis prácticas profesionales en tu empresa, hacerme saber mis errores que tuve en el trayecto para tratar de mejorar, la confianza que depositaste en mí gracias por lo aprendido.

**Departamento de Horticultura y la academia de maestro**

Un gran agradecimiento especial por sus consejos y que contribuyeron en mi formación profesional.

**Ing. Agustín Castor**

Un agradecimiento especial por guiarme por el buen camino, tener toda la confianza que me brindaste, estar pendiente a lo largo de mi estancia en la escuela, ayudarme a tocar puertas nuevas, le agradezco a dios que te puso en mi camino para llegar a este logro.

**Ing. Refugió**

Por tu apoyo, amistad y confianza que depositaste en mí.

**A mis amigos del Rancho:**

Jesús, Omar, Carlos, Eduardo, Juan, Erasmo, Fran, Luis, el apoyo que me brindaban que le echara muchas ganas.

## **DEDICATORIA**

### **A mi padre Dios y a la Virgen de Guadalupe**

Por darme la vida, una familia, salud, personas que me rodea del cual tengo mucho que agradecer, por darme la fuerza, la voluntad de seguir con coraje adelante para terminar mi profesión a pesar de tropiezos que tuve, gracias por ir de la mano conmigo porque sé que en cualquier lugar que este me siento protegido ante todo. Muchas gracias

### **A mis padres**

**Pedro Pérez Ojeda**

**Sandra Luz Ibarra**

Con todo el respeto admiración gracias padres por darme la vida, por el apoyo económico, moral, amor, fue un gran sacrificio de parte de ustedes para llegar este logro, como olvidar sus consejos nunca me dejaron solo, siempre fueron de la mano conmigo a pesar de errores que tuve, le pido a dios que me los conserve por mucho tiempo, gracias por todo a enseñarme a nunca rendirme y darme la mejor herencia mi estudio.

### **A mis hermanos**

**Cristian, Ulises y Bianca**

Que fueron una fuente de apoyo que depositaron en mi para terminar mi carrera, gracias por sus consejos que me llevaron a mejorar como persona por no dejarme caer en malos pasos y estar siempre pendiente de mí, que dios los bendiga muchas gracias.

### **A mis sobrinos**

Marlene, Destin, Paloma, Tadeo, Emiliano, Jeraldi y Ulises fueron los que me dieron fuerza para salir adelante, motivarme, reír ,jugar con ustedes me recuerda mi infancia, me siento muy feliz los quiero mucho y los cuidare por siempre.

### **A mis tíos**

Gracias tíos por decirme que no hay ningún obstáculo en esta vida, hacerme creer que el estudio es un gran paso, para un mejor futuro, agradezco todo el apoyo moral de su parte, este logro es cosecha reflejado en su ayuda dios los cuide.

### **A mis primos**

Gracias como olvidar el apoyo que me otorgaron desde que inicie los buenos momentos y la alegría que pasamos juntos.

### **A mis cuñados**

**Aron, Flor y Gloria** quienes llegaron a formar parte de la familia, gracias por cuidar de mis sobrinos y mis hermanos dios los cuide.

### **A mis abuelos**

**Rodolfo, Trinidad, Jesús y victoria** sé que no se encuentran físicamente conmigo pero espiritualmente si, gracias por protegerme desde cielo siempre estarán en mi mente y en mi corazón gracias por guiarme por el buen camino.

### **A mis padrinos**

Por bendecirme, ayudarme a brincar escalones para llegar a este logro de superarme que tanto deseaba.

## CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>IV</b>
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....	<b>IX</b>
<b>INDICE DE CUADRO DEL TEXTO</b> .....	<b>X</b>
<b>INDICE DE CUADROS DE APENDICE</b> .....	<b>XI</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>XII</b>
<b>I.INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
1.1Objetivo .....	<b>3</b>
1.2Hipótesis.....	<b>3</b>
<b>II. REVISION DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Origen del tomate. ....	4
2.1.1 Importancia del tomate .....	4
2.1.2 Importancia del tomate en México. ....	5
2.1.3 Valor nutricional .....	5
2.1.4 Clasificación botánica .....	6
2.1.5 Raíz .....	6
2.1.6 Hojas.....	7
2.1.7 Tallo .....	7
2.1.8 Flores.....	7
2.1.9 Frutos.....	7
2.2 Semilla .....	8
2.2.1 Polinización.....	8
2.2.2 Requerimientos edafoclimaticos del cultivo de tomate .....	9
2.2.3 Luminosidad .....	9
2.2.4 Temperatura .....	9
2.2.5 Humedad relativa.....	9
2.3 Solución nutritiva inorgánica .....	10
2.3.1 Nitrógeno .....	10
2.3.2 Fosforo.....	10
2.3.3Potasio.....	11
2.3.4 Calcio.....	11
2.3.5 Definición de agricultura orgánica.....	11
2.3.6 Importancia de la agricultura orgánica .....	12

2.3.7	Importancia de la agricultura orgánica en México.....	12
2.3.8	Agricultura orgánica en el mundo .....	13
2.3.9	Beneficios de la agricultura orgánica .....	13
2.4	SAGARPA (2014), indica las Ventajas y desventajas de la producción orgánica:.....	14
2.4.1	Calidad de productos orgánicos .....	15
2.4.2	Definición de abono orgánico .....	15
2.4.3	Importancia de los abonos organicos .....	15
2.4.4	Definición de vermicomposta.....	16
2.4.5	Importancia de la vermicomposta .....	16
2.5	Propiedades de la vermicomposta.....	17
2.5.1	Efecto de la vermicomposta.....	17
2.5.2	Beneficios de la vermicomposta .....	18
2.5.3	Importancia de las lombrices en la vermicomposta .....	19
2.5.4	El gusano género de vermicomposting.....	19
2.5.5	Uso de los acolchados plástico.....	20
2.5.6	Ventajas y limitantes del acolchado .....	20
2.5.7	Efecto de acolchado en la temperatura en el suelo. ....	22
2.6	Importancia del agua .....	23
2.6.1	Sistema de riego por goteo.....	23
2.6.2	Plagas y enfermedades .....	24
2.6.3	Antecedentes de la investigacion .....	24
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1	Descripción del área del estudio.....	26
3.2	Preparacion del terreno .....	26
3.3	Análisis del campo experimental.....	27
3.4	Material genético .....	27
3.5	Diseño experimental .....	27
3.6	Tratamientos.....	27
3.7	Siembra .....	28
3.8	Trasplante.....	28
3.9	Riego .....	29
3.1.0	Acolchado de camas.....	29
3.1.1	Poda .....	30
3.1.2	Deshierbe .....	30

3.1.3 Tutorado .....	30
3.1.4 Control de plagas y enfermedades .....	30
3.1.5 Cosecha.....	31
3.1.6 Variables a evaluar .....	31
3.1.7 Peso del fruto (PF).....	31
3.1.8 Diámetro ecuatorial (DE) y diámetro polar (DP). .....	31
3.1.9 Sólidos solubles (Brix) .....	32
3.2. Espesor de pulpa (EP).....	32
3.2.1 Numero de lóculos del fruto (NLF) .....	32
3.2.2 Rendimiento total (RT).....	32
3.2.3 Numero de frutos (NF) .....	32
3.2.3 Análisis de resultados .....	33
<b>IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>34</b>
4.1 Peso del fruto.....	34
4.2 Diámetro polar .....	35
4.2.1 Diámetro ecuatorial.....	36
4.2.2 Sólidos solubles (°Brix) .....	37
4.2.3 Espesor de pulpa.....	38
4.2.4 Numero de lóculos.....	39
4.2.5 Rendimiento.....	40
4.2.6 Número de frutos por planta .....	41
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>42</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA.....</b>	<b>43</b>
<b>VII. APÉNDICE .....</b>	<b>60</b>

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Análisis de suelo.....	27
<b>Cuadro 2</b> contenido de elementos minerales en vermicomposta.....	28
<b>Cuadro 3.</b> Solución nutritiva del tratamiento químico. ....	28
<b>Cuadro 4.</b> Productos para el control de plagas y enfermedades.....	31

## INDICE DE CUADRO DEL TEXTO

<b>Cuadro 1.</b> Comparación de medias de la variable peso del fruto en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	34
<b>Cuadro 2.</b> Comparación de medias de la variable diámetro polar en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	35
<b>Cuadro 3.</b> Comparación de medias de la variable diámetro ecuatorial en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	36
<b>Cuadro 4.</b> Comparación de medias de la variable grados brix en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	37
<b>Cuadro 5.</b> Comparación de medias de la variable espesor de pulpa en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	38
<b>Cuadro 6.</b> Comparación de medias de la variable número de lóculos en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	39
<b>Cuadro 7.</b> Comparación de medias de la variable rendimiento en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	40
<b>Cuadro 8.</b> Comparación de medias de la variable número de frutos en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....	41

## INDICE DE CUADROS DE APENDICE

**Cuadro A1.** Cuadrados medios para las variables de peso, diámetro ecuatorial y diámetro polar en tomates evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....60

**Cuadro A2.** Cuadrados medios para las variables de grados brix, numero de lóculos y espesor de pulpa en tomates evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....60

**CUADRO A3.** Cuadrados medios para las variables en rendimiento y numero de frutos en tomates evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.....61

## RESUMEN

La demanda creciente de alimentos y deterioro del medio ambiente, debido a los altos costos de fertilizantes, surge la necesidad de disponer un abono como fuente de fertilización para reducir los costos de producción sin degradar el medio ambiente. El objetivo evaluar la calidad del tomate con fertilización orgánica (vermicomposta) y química. El trabajo se realizó en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro U.L durante el ciclo primavera-verano del 2014 a campo abierto. El diseño experimental fue bloques al azar con tres bloques y cuatro submuestras, se evaluaron dos tratamientos: químico y vermicomposta. En tomate Cv Palermo, tipo saladette de crecimiento indeterminado, de acuerdo a los análisis estadísticos la vermicomposta no mostro diferencia significativa para las variables: diámetro polar, diámetro ecuatorial, sólidos solubles, y número de lóculos obteniendo valores numéricos de 6.4 cm, 4.6 cm, 4.1, 3 respectivamente. En espesor de pulpa y números de frutos el análisis estadístico mostro diferencia significativa obteniendo valores numéricos de 0.67 cm y 18 frutos respectivamente. En peso del fruto y rendimiento el análisis estadístico mostro diferencia altamente significativa obteniendo valores numéricos de 98.4 g y 23.6 t ha<sup>-1</sup> respectivamente.

Bajo en las condiciones que se desarrolló el experimento se observó que la aplicación de vermicomposta favorece el crecimiento y desarrollo del tomate

**Palabras clave:** Vermicomposta, producción, calidad, tomate, acolchado, plástico

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Es la hortaliza más cultivada en el mundo, en el 2012 a nivel mundial ascendía a 4,8 millones de hectáreas, en los últimos diez años (2012- 2013), un aumento de un 17,3 %. (Testa, et al., 2014).

En México, el tomate es la segunda hortaliza más importante después del chile (*Capsicum annum* L.). Durante el año 2010 se sembraron 54 511 ha, con una cosecha de 2 277 791 t, de las cuales, Sinaloa, Michoacán, Baja California y Zacatecas fueron los estados que aportaron 50% del total de la producción nacional. (Martínez, et al., 2013).

Sinaloa, es el primer productor de tomate en México, cultivándose principalmente en los valles de Ahome, Culiacán y Guasave, en el estado se siembran aproximadamente 18,623.05 ha, con una producción de 1, 039,367.64 ton, y un valor de poco más de 3 billones de pesos, lo que significa una importante fuente de empleos y divisas para esta zona ya que es el principal producto hortícola de exportación. (SIAP, 2013).

Cada vez más, los consumidores prefieren alimentos libres del uso de agroquímicos, incluidos los fertilizantes inorgánicos. Se ha logrado desarrollar un sector de los consumidores conocido como “consumidor ecológico”, dispuesto a pagar un precio extra por adquirir alimentos obtenidos bajo un sistema de producción orgánico certificado. (Márquez, et al., 2013).

A escala mundial se ha extendido la producción orgánica de hortalizas a través de diferentes sistemas de producción económica, social y ecológicamente aceptables que permiten la obtención en pequeñas superficies de alimentos en cantidad suficiente y con aseguramiento de estándares de calidad para consumo, accesibles para la población, en los últimos años se han evaluado como abonos orgánicos los extractos, tales como abonos orgánicos, extractos acuosos y vermicompost, comúnmente denominados como té, y los lixiviados o efluentes subproductos de los procesos de compostaje y vermicompostaje. El vermicompost es un abono orgánico, de gran bioestabilidad que evita su putrefacción. (Gonzales, et al., 2013)

La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente, promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella. (IFOAM, 2014)

El productos finales de estos proceso de vermicompost, se puede usar como fuente de materia orgánica en suelos, fuentes de nutrientes para fertilizante para la tierra, o el sustrato de cultivos sin tierra. (Márquez et al., 2011).

Por otra parte, debido a la aplicación de disposiciones rigurosas del uso de residuos orgánicos, en los últimos años ha crecido el interés por utilizar las lombrices por ejemplo *Eisenia Fetida*Sav., como un sistema ecológicamente seguro para manejar el estiércol, ya que diversos estudios han demostrado la capacidad de estos organismos alimentarse de una amplia gama de residuos orgánicos, entre los que destacan: estiércoles, residuos de cultivos, desechos

industriales, lodos de aguas negras y residuos de sólidos municipales. (Moreno, *et al.*, 2014).

Los nutrientes solubles en el té son absorbidos por la planta y al mismo tiempo favorecen el desarrollo de los microorganismos benéficos que permiten suprimir enfermedades en los cultivos, por lo que las plantas son más sanas y se reduce la aplicación de fertilizantes minerales. (Raphael, *et al.*, 2011).

Las plantas se desarrollan en un sistema complejo donde un sustrato adecuado presenta en su estructura una alta porosidad, aireación y retención de agua. (Olivares, *et al.*, 2012).

## **1.1 Objetivo**

Evaluar la calidad del tomate con fertilización orgánica y química.

## **1.2 Hipótesis**

La vermicomposta es una alternativa orgánica que reemplaza el uso de fertilizante químico en la calidad y producción de tomate.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Origen del tomate.

El jitomate es originario de la América del Sur, de la región andina, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile. Sin embargo su domesticación fue llevada a cabo en México. El nombre de jitomate procede del náhuatl xictli, ombligo y tomatl, tomate que significa tomate de ombligo. (SAGARPA, 2010).

Luego fue llevado a los conquistadores de Europa. Durante el siglo xvi se consumían en México tomates de distintas formas y tamaños e incluso rojos y amarillos, para entonces ya habían sido triados a España y servían como alimentos en España e Italia. En otros países europeos solo se utilizaban en farmacia y así se mantuvieron en Alemania hasta comienzo de siglos xix. Los españoles y los portugueses difundieron el tomate a Oriente Medio y África, y de allí a otros países asiáticos y de Europa también se difundió a Estados Unidos y Canadá. (Escalona *et al.*, 2009).

#### 2.1.1 Importancia del tomate

El tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill). A nivel mundial es la segunda hortaliza de mayor importancia. En México, el cultivo cobra relevancia económica y social generando divisas y empleos, los sistemas de producción de esta hortaliza se han ido diversificando con el fin de incrementar el rendimiento, incorporando tecnologías novedosas como cubiertas plásticas, riego por goteo. (Ortega *et al.*, 2010).

El consumo interno y la demanda de tomate están creciendo debido al incremento de la población. Además, está disponible a un precio bajo en comparación con otras verduras. Se consume en cada hogar de modos diferentes, tales como verduras, ensalada, salsa de tomate. Debido a las grandes variaciones estacionales en el Pakistán el tomate está disponible durante todo el año. (Adenuga *et al.*, 2013).

### **2.1.2 Importancia del tomate en México.**

En México el tomate es una de las especies hortícolas más importantes, está considerado como la segunda especie más destacada por superficie sembrada y como la primera por su valor de producción, es un cultivo importante generador de diversas y empleos para el país, ya que es el principal producto hortícola de exportación. La superficie sembrada durante el año agrícola 2009 fue de 54 626 ha, concentrándose 70% de la producción en los estados de Sinaloa, Baja California Norte, San Luís Potosí y Michoacán con un rendimiento promedio de 42.4 t ha<sup>-1</sup>. (Naveda *et al.*, 2011).

### **2.1.3 Valor nutricional**

El jitomate es una fuente importante de carotenoides principalmente licopeno y B caroteno, los cuales pueden inhibir la reactividad de especies oxidantes responsables de muchas enfermedades. (Ilahy *et al.*, 2011).

La calidad del fruto se determina por su apariencia (color, tamaño, forma, ausencia de desórdenes fisiológicos y descomposición), firmeza, textura y materia

seca, sus propiedades sensoriales (sabor) y nutraceuticas (beneficios para la salud). (López *et al.*, 2011).

#### **2.1.4 Clasificación botánica**

De acuerdo a Navarro-Lara (2001) la taxonomía del tomate:

**Nombre común:** Tomate o jitomate

**Nombre científico:** Solanum Lycopersicom

**Clase:** Dicotiledóneas

**Orden:** Solanes

**Familia:** Solanácea

**Tribu:** Solaneae

**Género:** Solanum

**Especie:** Lycopersicom

#### **2.1.5 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 se localizan a menos de 0.20 m de la superficie. El sistema radical tiene como funciones la absorción, transporte de agua y elementos nutritivos, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. (Aguilar y Pérez 2012).

### **2.1.6 Hojas**

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 del tallo es alterna (Espinoza, 2004).

### **2.1.7 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 del tallo.

### **2.1.8 Flores**

Las flores de tomate son perfectas o hermafroditas, regulares e hipóginas y constan de 5 o más sépalos y de 6 a más pétalos. Tienen un pistilo con cinco estambres unidos en sus anteras y formando un tubo que lo encierra, conformación que favorece la autopolinización. El pistilo está compuesto de un ovario, de un estilo largo, simple y levemente engrosado. (Noreña *et al.*, 2013).

### **2.1.9 Frutos**

Son vallas carnosas con diferencias en forma de (lisos, asurcado, aperado) e intensidad de color rojiza, con cavidades o lóculos internos variables, en donde se desarrollan las semillas de manera uniforme y aplanadas. Es una baya bi o

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

## **2.2 Semilla**

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

### **2.2.1 Polinización**

Polinización es el proceso por el cual una flor queda fecundada. Para que este proceso ocurra debe pasar el polen del estambre al estigma, es decir de la parte masculina a la parte femenina de las flores. (Valerio, 2013).

Las plantas deben polinizarse por lo menos tres veces a la semana, con el fin de lograr una óptima formación de los frutos. El mejor momento para realizar polinización es en horas de la mañana, dado que el polen es más viable y su desprendimiento es fácil. (Syngenta, 2010).

### **2.2.2 Requerimientos edafoclimaticos del cultivo de tomate**

Castilla (1999) afirma que los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación sobre uno de estos incide sobre el resto.

### **2.2.3 Luminosidad**

El tomate necesita de condiciones de buena luminosidad, de lo contrario los procesos de crecimiento, desarrollo, polinización y maduración de los frutos pueden verse negativamente afectados. (Rodríguez *et al.*, 2006).

### **2.2.4 Temperatura**

La alternancia de temperaturas entre el día y la noche (termoperiodismo) también influye en el desarrollo vegetativo de la planta y la maduración de los frutos. La temperatura media ideal de crecimiento está en torno a 22°C o 23°C; la actividad vegetativa se paraliza por debajo de 12°C provocando flores de difícil fecundación. La temperatura óptima del suelo, para una rápida germinación es de 20°C a 25°C. Desde la emergencia hasta el momento del trasplante ocurre entre 30 y 70 días (Ruano, 2000).

### **2.2.5 Humedad relativa**

La humedad relativa óptima oscila entre 60 y 70 %. Humedad relativa >80% favorece el desarrollo de enfermedades y agrietamientos del fruto. Además dificultan la fecundación, debido a que el polen se compacta, abortando parte de las flores. El rajado del fruto igualmente puede tener su origen en exceso de

humedad edáfica o riego abundante tras un periodo de estrés hídrico. También la humedad relativa baja, dificulta la fijación de polen al estigma de la flor (Infoagro, 2010)

### **2.3 Solución nutritiva inorgánica**

En la solución nutritiva para una producción exitosa de tomate; se debe relacionar sus demandas para evitar desbalances nutricionales, reducción del rendimiento y pobre calidad del fruto. (Ortiz *et al.*, 2012).

#### **2.3.1 Nitrógeno**

Es el principal elemento nutritivo en la formación de órganos vegetativos de las 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 disminuye el peso del fruto (Etchevers, 2004).

#### **2.3.2 Fosforo**

Yang *et al.* (2011), señalan que son pocos los estudios en fertilización fosfatada que analizan el efecto de la fertilización de fondo en combinación con la fertirrigación para aprovechar la baja movilidad de este nutrimento en el perfil del suelo, de tal manera que su acumulación por períodos de tiempo prolongados en suelos de invernaderos permita aumentar su eficiencia de uso.

### **2.3.3 Potasio**

Este elemento es necesario en el tomate para la formación de los tallos, frutos, síntesis de carbohidratos, aumento de sustancias sólidas, colocación y brillantes 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. (Contreras *et al.*, 2006).

### **2.3.4 Calcio**

La pudrición apical del fruto es un serio problema relacionado con deficiencias de Ca. La deficiencia de Ca en las plantas puede estar relacionada con varias condiciones como: a) su relación con  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$  y  $NH_4$ . (Ortiz *et al.*, 2012).

### **2.3.5 Definición de agricultura orgánica**

La óptica desde la cual se enfoque la noción de agricultura orgánica se trasluce claramente a la hora de generar propuestas para la organización, fomento y/o normalización conjunta o parcial del sector. Más allá de la multiplicidad de escuelas que han ido enriqueciendo el marco conceptual en el que la agricultura orgánica se encuadra, podemos decir en términos generales que tenemos dos enfoques principales de la misma: el nacido en las sociedades occidentales, motivado por un objetivo de mejora de salud y medio ambiente, donde este tipo de agricultura recibe la denominación de agricultura orgánica o biológica, y aquel que surge para atajar adicionalmente problemas socioeconómicos inherentes a las regiones rurales en desarrollo, el relativo a la agroecología. (Boza 2010).

### **2.3.6 Importancia de la agricultura orgánica**

La agricultura orgánica ha tenido un gran auge a partir de los años 90 del siglo pasado, tanto la producción como el consumo se expanden rápidamente con tasas de crecimiento por arriba del 25%, una alternativa es el uso de substratos orgánicos para proveer los nutrientes que requiere el cultivo. Los consumidores prefieren alimentos libres de agroquímicos y con alto valor nutricional. La producción orgánica representa una opción para la generación de este tipo de alimentos, ya que es un método agrícola que no utiliza fertilizantes ni plaguicidas sintéticos. (Piña *et al.*, 2015).

La agricultura orgánica ha adquirido importancia dentro del sistema agroalimentario en más de 154 países; existen alrededor de 67 millones de hectáreas certificadas en forma orgánica, por lo menos 560 000 unidades de producción atendidas por 1.4 millones de productores. (Gómez *et al.*, 2010).

### **2.3.7 Importancia de la agricultura orgánica en México**

La importancia de la agricultura orgánica en México radica en que se encuentra vinculada con los sectores más pobres del ámbito rural, entre ellos los grupos indígenas. Una producción sustentable de alimentos sólo podrá darse en función de una recuperación y conservación de los recursos naturales como suelo y biodiversidad. Esto se traducirá en el mejoramiento de la calidad de vida de los productores y de la sociedad en general, particularmente al consumir alimentos más sanos y tener una agricultura más amigable ambientalmente. (Pérez *et al.*, 2012).

### **2.3.8 Agricultura orgánica en el mundo**

A nivel mundial se registran más de 24 millones de hectáreas cultivadas orgánicamente y más de 10.7 millones de áreas de recolección silvestres. El continente de Oceanía encabeza con 41.8 % (10 millones de ha) del total de la superficie agrícola, seguido de América Latina con 24.2.% (5.8 millones de ha), y de Europa con el 23.1 % (5.5 millones de ha). Entre los países con mayor superficie orgánica cultivada está en primer lugar Australia, con 10 millones de hectáreas, seguido por Argentina, con casi 3 millones, e Italia con 1.2 millones. A estos países les siguen en importancia los Estados Unidos, Brasil, Uruguay, Gran Bretaña, Alemania, España y Francia; México ocupa el 18º lugar a nivel mundial, con casi 216, 000 hectáreas (Willer y Yussefi, 2004).

### **2.3.9 Beneficios de la agricultura orgánica**

a) las hortalizas están libres de contaminantes como plaguicidas, fungicidas o algún otro producto químico; b) los alimentos orgánicos mantienen fuera del plato del consumidor final residuos de productos químicos lo que repercute positivamente en el cuidado de la salud de todos los seres vivos; c) el proceso de producción de alimentos está en manos de los campesinos y se realiza en forma natural con respeto a la naturaleza cuidando los recursos naturales como el suelo y el agua; d) los productores son muy accesibles cuando se les pregunta acerca de las características de los productos que venden y dan a los consumidores un amplio panorama sobre lo que es la producción orgánica de alimentos; e) en el mercado alternativo hay degustaciones de alimentos orgánicos cuyo sabor es muy diferente a la comida tradicional que se ofrece en los mercados convencionales; f)

en este tipo de mercados se puede asistir a conferencias, participar en talleres y disfrutar de diversos eventos culturales que los mismos artesanos y productores organizan; y g) al producir en forma ecológica, los campesinos están protegiendo la calidad de vida de las futuras generaciones y se acercan más a la sustentabilidad. (Pérez 2015).

#### **2.4 SAGARPA (2014), indica las Ventajas y desventajas de la producción orgánica:**

##### ❖ Ventajas

- .Producción sin utilización de agroquímicos.
- .Conservación de la fertilidad del suelo.
- .Usos sostenibles del suelo y otros recursos.
- .Amigable con el medio ambiente.
- .Uso de conocimientos tradicionales.
- .Proceso productivo auto-sostenible

##### ❖ Desventajas

- .Tecnología y asistencia técnica limitada.
- .Baja disponibilidad de insumos orgánicos.
- .Dificulta en garantizar el cumplimiento de métodos orgánicos.
- .Mercados limitados con altas exigencias.
- .Difícil renunciar a insumos químicos y la reducción del uso de maquinaria.

### **2.4.1 Calidad de productos orgánicos**

El interés por abordar la relación entre calidad y alimentos tiene que ver con las nuevas exigencias de los consumidores, la mundialización de los mercados agrícolas, la percepción de que la agricultura orgánica mejora los márgenes de los agricultores y de las empresas, y los problemas de salud vinculados al uso de plaguicidas entre los agricultores. Por esas características, en los alimentos orgánicos la calidad y la inocuidad están sumamente relacionadas con el proceso mismo de producción por el apego que guardan a los instrumentos de control y los procesos de certificación. (Gutiérrez *et al.*, 2013).

### **2.4.2 Definición de abono orgánico**

El abono orgánico es el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrientes al suelo y, por tanto a las plantas que crecen en él. Es un proceso controlado y acelerado de descomposición de los residuos, que puede ser aeróbico o anaerobio, dando lugar a un producto estable de alto valor como mejorador del suelo. (Ramos y Terry 2014).

### **2.4.3 Importancia de los abonos orgánicos**

En las últimas décadas se ha retomado la importancia en el uso de abonos orgánicos debido al incremento de los costos de los fertilizantes químicos y al desequilibrio ambiental que estos ocasionan, además de la necesidad de preservar la materia orgánica en los sistemas agrícolas, aspecto fundamental

relacionado a la sostenibilidad y productividad de la agricultura. (Hernández, *et al.*, 2012).

#### **2.4.4 Definición de vermicomposta**

Es un bio-proceso oxidativo en el que las lombrices interactúan intensamente con otros microorganismos y fauna dentro de la comunidad descomponer, acelerar la estabilización de la materia orgánica y la modificación de sus propiedades físicas y bioquímicas. La acción de las lombrices en este proceso es físico o mecánico. Participación física en degradar sustratos orgánicos produce fragmentación, aumentando así la superficie de la acción, volumen de negocios y la aireación (Yadav y Garg 2013).

Esta práctica de biotransformación aprovecha varias ventajas derivadas de la actividad de ciertas especies epigeas de lombrices, que aceleran la descomposición de la materia orgánica, mientras el vermicompost es conocido con muchos nombres comerciales, como: casting, humus de lombriz, lombricompost, lombrihumus, lombricompuesto y otros, dependiendo de la casa que lo produzca y lugar. (Loza, *et al.*, 2011).

#### **2.4.5 Importancia de la vermicomposta**

La importancia del vermicompost radica en que actúa como un abono eficaz, pues además de poseer todos los elementos nutritivos esenciales, contiene una flora bacteriana que permite la recuperación de sustancias nutritivas del suelo. Esta riqueza lo convierte en uno de los bio-fertilizantes más completos del mercado, generando la necesidad de conocer en detalle las características químicas del

mismo, según sea el manejo que se le dé en el sistema de producción del vermicompost. Ejemplo de factores del manejo son el efecto del sustrato suministrado a la lombriz como alimento, la frecuencia de riego al cantero, la frecuencia de alimentación, el tiempo de recolección del vermicompost, el tiempo de almacenaje, el tamaño del grano con el que se comercializa el mismo, entre otros. (Hernández et al., 2010).

## **2.5 Propiedades de la vermicomposta**

Es un material de color oscuro, con agradable olor a mantillo de bosque, su gran bioestabilidad evita su fermentación o putrefacción, contiene una elevada carga enzimática y bacteriana que incrementa la solubilidad de los elementos nutritivos, liberándolos en forma paulatina, facilita su asimilación por las raíces, impide que estos sean lixiviados manteniéndolos disponibles por más tiempo en el suelo, favorece la germinación de las semillas y el desarrollo de las plantas. Incrementa la superficie activa de las partículas minerales favoreciendo la CIC de suelos. Favorece y multiplica la actividad biótica del suelo, su acción antibiótica aumenta la resistencia de las plantas contra plagas, enfermedades y organismos patógenos. (Moreno, et al., 2005).

### **2.5.1 Efecto de la vermicomposta**

Se ha demostrado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas tales como el tomate. A diferencia de los fertilizantes minerales, el vermicompost constituye una fuente de nutrientes de liberación lenta, que se van poniendo a disposición de la planta a medida que ésta

los va necesitando. Esta estimulación en el desarrollo y crecimiento podría estar causada por la acción de varios mecanismos tales como el aporte gradual de nutrientes, la mejora de las propiedades físicas del sustrato y el aporte de microorganismos beneficiosos para el desarrollo vegetal capaces de aumentar la disponibilidad de nutrientes y de producir una diversa gama de sustancias con acción hormonal. (Domínguez *et al.*, 2010).

### **2.5.2 Beneficios de la vermicomposta**

El vermicompost contiene también sustancias húmicas (SH) que interactúan con componentes orgánicos del suelo y de las raíces de plantas en la matriz del suelo, donde pueden influenciar no sólo la fertilidad y conservación del mismo, sino también la fisiología de las plantas. Se ha reportado que las SH mejoran el crecimiento de las plantas en términos de longitud y biomasa de raíz, además de mejorar la adquisición de nutrimentos e incrementar la concentración de clorofila en hojas. Se ha reportado que la aplicación de vermicompost puede incrementar el rendimiento y número de frutos de diversos cultivos. Además, la aplicación de extractos acuosos de vermicompost foliarmente o en el suelo, ha mostrado efectos positivos sobre la salud de las plantas, el rendimiento y la calidad nutricional, mejorando las comunidades microbianas benéficas, mejorando el estatus nutricional de las plantas e induciendo sus mecanismos de defensa. (Rivera *et al.*, 2012).

### **2.5.3 Importancia de las lombrices en la vermicomposta**

Las lombrices para los sistemas del suelo y la formación de su estructura fue reconocida desde tiempos de Carlos Darwin, y hoy en día un número importante de investigadores se están enfocando al estudio de la actividad de las lombrices en los ecosistemas del suelo. Lo anterior se debe a que, existen diversas evidencias de que las lombrices de tierra provocan efectos benéficos, físicos, químicos y biológicos, sobre los suelos y se ha demostrado que estos efectos pueden favorecer el crecimiento de la planta y el rendimiento de los cultivos tanto en ecosistemas naturales como en los sistemas controlados. Los efectos se han atribuido al mejoramiento de las propiedades y la estructura del suelo, a una mayor disponibilidad de los elementos nutritivos para las plantas, y a una creciente población microbiana y metabolitos biológicamente activos, como los reguladores de crecimiento de la planta. (Moreno *et al.*, 2011).

### **2.5.4 El gusano género de vermicomposting**

Existen más de 3000 especies de lombrices alrededor del mundo en el que encontrar en la mayor parte del planeta. Entre estas especies, la capacidad y desempeñar un papel activo de *Eisenia fétida* para convertir los residuos de vermicompost ha demostrado en muchos estudios, otras especies de gusanos rojos o rojo como *wigglers Lumbricus rubellus*, *Perionyx excavatus sansibaricus*, *Perionyx*, *Eisenia andreii* y algunas otras especies se utilizan con éxito en la producción de compost de lombriz. A menudo se encuentran en edades de los montones de estiércol, generalmente tienen alternando rojo y rayas de color beige y prefieren el abono o estiércol entono. Jardín o campo común, mientras que las

especies de lombriz como *Allolobophora caliginosa* prefieren suelo ordinario y encuentra ocasionalmente en el montón del abono. (Anoop *and* Vinod 2013)

### **2.5.5 Uso de los acolchados plástico**

El acolchado plástico impacta directamente en el microclima que rodea a la planta debido a que modifica el balance de radiación absorbida y reflejada por la superficie acolchada además de reducir las pérdidas de la humedad de suelo por efecto de evaporación, el color del plástico determina en gran medida su comportamiento de energía radiante y su influencia en el microclima afectando la temperatura del aire y del suelo. (Munguía, *et al.*, 2011)

Nava (2011), señala que el plástico influye sobre la calidad de los frutos, al cubrir el suelo con este la separación que existe entre la parte foliar de la planta, evita que los frutos estén en contacto directo con el suelo obteniendo una mejor calidad de los mismos.

### **2.5.6 Ventajas y limitantes del acolchado**

Dentro de las ventajas del acolchado se puede mencionar las siguientes de acuerdo a Robledo y Martin (1981): Papaseit *et al.* (1997) Díaz (2001)

Reducción de la evaporación del agua en el suelo. Debido a que el material plástico es impermeable a los líquidos impide la evaporación, quedando el agua disponible únicamente para el cultivo.

Control de malas hiervas las películas de plástico frenan considerablemente el desarrollo de malezas debido al incremento de las temperaturas existentes bajo

el plástico, y en el caso de plásticos que no permiten pasar luz, por la imposibilidad de que se realice la fotosíntesis.

Mejoramiento de la estructura del suelo. Un suelo acolchado con plástico presenta condiciones ideales para el desarrollo de las raíces de las plantas: estas se hacen más numerosas y largas en sentido horizontal debido a la mayor disponibilidad de humedad. Con el incremento de raicillas, además de que mejora la estructura del suelo, se asegura a la planta mayor absorción de agua, sales minerales y nutrimentos.

Conservación de la fertilidad del suelo. Con el acolchado del suelo se eleva la temperatura y se mantiene por más tiempo la humedad del mismo: estos factores favorecen el proceso de nitrificación y como consecuencia la disponibilidad de nitrógeno.

Mayor calidad de frutos. El plástico, al actuar como barrera de separación entre el suelo y la parte aérea de la planta, evita que los frutos estén en contacto con el terreno, lo que ayuda a conservar su calidad y mejorar su comercialización.

Adelanto de cosecha. El suelo acolchado y la disponibilidad de mayor cantidad de calor proporciona a las plantas mejores condiciones para su desarrollo y que hacen que su reloj fisiológico se adelante lo que se traduce en la producción temprana de frutos con el consecuente beneficio económico.

Limitantes del acolchado:

Cuando la operación del acolchado se realiza en forma manual es bastante laborioso y requiere abundante mano de obra.

El costo del material de plástico que se utiliza para acolchar es alto, lo que condiciona que solo pueda emplearse en aquellos cultivos que sean altamente remunerativos.

Se requiere conocimientos técnicos para la aplicación del plástico, ya que si no se maneja adecuadamente puede originar problemas serios como exceso de humedad que se traducen en enfermedades, aumento en la población de insectos y salinización del suelo

Se tiene dificultad con la eliminación de desechos o residuos del plástico por tratarse de un material no degradable.

### **2.5.7 Efecto de acolchado en la temperatura en el suelo.**

El efecto del acolchado plástico en la temperatura del suelo depende de las características del material del acolchado, siendo siempre la temperatura del día más baja y la nocturna más alta que el suelo desnudo. Se comporta como un filtro de doble efecto, acumulando calor en el suelo durante el día por efecto invernadero y perdiendo parte del mismo durante la noche, lo que evita o disminuye el riesgo de heladas por bajas temperaturas de aire. (Zribi *et al.*, 2011)

## **2.6 Importancia del agua**

El agua es un recurso escaso en el mundo y por consiguiente, existe la urgente necesidad en desarrollar y adoptar prácticas eficientes en el ahorro de agua para riego. Esto se debe a que 85% del agua dulce del mundo se usa en el riego de tierras agrícolas. Una reducción en agua para riego podría incrementar la disponibilidad de ésta para otros propósitos en particular, esto es importante en la producción de tomate. (Zegbe *et al.*, 2007)

### **2.6.1 Sistema de riego por goteo**

El horticultor espera con el uso del sistema de riego por goteo, un incremento en la productividad de sus cultivos, para ello debe hacer una aplicación eficiente y uniforme del agua y fertilizante, para lo cual, el funcionamiento hidráulico del emisor debe ser el correcto. Buscando obtener la mayor uniformidad de aplicación emplea diversos tipos de emisores, con diferente caudal y material de fabricación, considerando el tipo de suelo, cultivo y preferencias o confianza en determinadas marcas de emisores. Por lo regular se trata de mantener una uniformidad alta, de 90% o más; sin embargo existen diversos factores que afectan el funcionamiento hidráulico de los emisores y por tanto la uniformidad. (López *et al.*, 2013).

En la actualidad se está intentando incrementar la eficiencia del agua mediante técnicas de riego más sofisticadas tales como los riegos presurizados para ahorrar agua y proteger los suelos esto a través de programas de tecnificación. Sin embargo, su alcance ha sido limitado y en muchos casos sólo se ha iniciado el uso de tubería de PVC para la conducción, sin tecnificar la forma de

su aplicación. Las limitaciones de esta tecnificación se deben a factores como la falta de capacitación a usuarios, la escasez de infraestructura y falta de recursos, entre otros. No obstante, la necesidad de producir más alimentos requiere de un mejor aprovechamiento de los escasos recursos hídricos, obligando a los investigadores a buscar alternativas de mejoramiento de los sistemas más ampliamente utilizados (Chávez, et al., 2010).

Los sistemas de riego localizados contribuyen al mejoramiento de la eficiencia del manejo del agua; debido a que las dosis relativamente pequeñas multiplican la producción pero es evidente la necesidad de perfeccionar el diseño y manejo para que se logre mayor rentabilidad. (Rogerio, et al., 2015).

### **2.6.2 Plagas y enfermedades**

Las plagas más comunes son: la mosca blanca (*Bemisia Tabaci*), pulgones o afidos (*Mizus Percicae*), trips (*Frankiniella Occidentalis*), y el minador de la hoja (*Liriomisa Sativae*) (SAGARPA, 2010).

Las enfermedades mas comunes son: la podredumbre gris (*Botritis Cinerea*), tizon temprano (*Alternaría Solani*), cenicienta polvorosa (*Oidiopsis Taurica*) y el tizon tardío (*Phytophthora Infestans*) (Felix-Gastelum et al., 2012).

### **2.6.3 Antecedentes de la investigación**

De la Cruz-Lazaro et al. (2010) evaluaron mezclas de vermicomposta para la producción de tomate orgánico en invernadero, en el cual se concluyó que el uso de sustratos orgánicos pudo satisfacer las necesidades del tomate durante el

periodo de evaluacion, las mejores mezclas se obtubo de VEMT 75% + arena con rendimiento de 57,357 th.

Moreno-Resendez et al. (2004), evaluaron cuatro tipos de vermicompostas, generados por la descomposcion de las lombrices *Eisenia Fétida* sobre residuos orgánicos: a) estiércol de caballo (EC); b) estiércol de caballo + estiércol estiércol de cabra con paja de alfalfa (*Medicago Sativa L.*) (ECPA); c) estiércol de cabra con paja de alfalfa; y d) estiércol de cabra con paja de alfalfa + residuos de jardín y concluyeron que las mezclas de vermicompostas son las siguientes 25:75 y 50:50 lograron satisfacer la demanda de nutrientes al cultivo de tomate.

Rodríguez –Dimas et al. (2007), Evaluaron los hibridos Big Beef y Red chief en cuatro tratamientos de de arena y vermicomposta de estiercol de bovino: T1= mezcla de arena + vermicomposta (1:1; v:v) sin micronutrientes quelatizados: T2=arena + vermicomposta(1:1; v:v) sin micronutrientes; T3= arena + fertilizantes inorganico (testigo) y T4 = arena+ extracto de vermicomposta de estiercol de bovino y concluyeron que los tratamientos con vermicomposta mas micronutrientes y el tratamiento con extracto de vermicomposta pueden ser apropiados para la produccion de tomate en combinacion de fertilizantes organicos.

Domínguez- Lazcano (2010) menciona que la adición del vermicomposta a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Descripción del área del estudio**

El presente trabajo se realizó en el campo experimental durante el ciclo 2014, se inició el mes de marzo y concluyó el mes de junio dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna (UAAAN), situada a  $101^{\circ} 40'$  y  $104^{\circ} 45'$  de longitud oeste y los paralelos  $25^{\circ} 05'$  y  $26^{\circ} 54'$ , de la latitud norte en Torreón, Coahuila esta región recibe una precipitación media anual de 235 mm, tiene una altitud 1,139 m.s.n.m y su temperatura media anual es de  $18,6^{\circ}\text{C}$ . el campus universitario se ubica en periférico y carretera Santa Fe, Torreón, Coahuila, México.

#### **3.2 Preparación del terreno**

El 19 de marzo del 2014 se preparó el terreno donde se estableció el cultivo de investigación, este trabajo consistió en un barbecho, seguido de un rastreo, con la finalidad de tener un terreno bien removido, así como controlar malezas al momento de colocar acolchado y proporcionar un suelo adecuado para un buen desarrollo radicular de las plantas. El 24 de marzo del 2014, se diseñaron las camas de siembra con la utilización de una bordeadora.

### 3.3 Análisis del campo experimental.

**Cuadro 1.** Análisis de suelo

	<u>N</u>	<u>P</u> (Mg*kg <sup>-1</sup> )	<u>K</u>	Ca	Mg (meq <sup>l</sup> <sup>-1</sup> )	Na	<u>Fe</u>	<u>Zn</u>	<u>Mn</u>	pH	CE (mg * cm <sup>-1</sup> )
S	21.7	22.2	210.0	18.5	1.7	2.29	2.0	2.6	0.4		2.0

### 3.4 Material genético

El material genético utilizado en el experimento fue el híbrido de tomate Palermo, tipo saladette, de hábito de crecimiento indeterminado.

### 3.5 Diseño experimental

El diseño experimental fue bloques al azar con tres bloques y cuatro submuestras, se evaluaron dos tratamientos: químico y vermicomposta

### 3.6 Tratamientos

Los tratamientos evaluados consistieron de las siguientes formas de fertilización: Tratamiento orgánico: la vermicomposta a emplear se obtendrá a partir de estiércol de bovino. Elaborada en la UAAAN-UL por el Dr. Alejandro Moreno Resendez.

Tratamiento 1, vermicomposta se aplicó 600 gr/planta de obteniendo 1.98 kg/m.

**Cuadro 2.** Contenido de elementos minerales en vermicomposta.

	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>	<b>Na</b>	<b>Fe</b>	<b>Zn</b>	<b>Mn</b>	<b>pH</b>	<b>CE</b>
	<b>(Mg*kg<sup>-1</sup>)</b>			<b>(meqL<sup>-1</sup>)</b>			<b>(Mg*kg<sup>-1</sup>)</b>				<b>(mg * cm<sup>-1</sup>)</b>
<b>VC</b>	<b>294.2</b>	<b>42.6</b>	<b>611.8</b>	<b>48.6</b>	<b>5.6</b>	<b>22.6</b>	<b>4.2</b>	<b>4.8</b>	<b>2.9</b>		<b>7.1</b>

Tratamiento inorgánico: utilización de solución nutritiva envase al Inifap de acuerdo a las etapas fenológicas del cultivo:

**Cuadro 3.** Tratamiento 2 Solución nutritiva del tratamiento químico.

Solución nutritiva por cada 20 L.	Etapa inicial del cultivo.	Segunda etapa inicial del cultivo.
Ca (NO3) Nitrato de calcio	60 gr	345 gr
K(NO3) Nitrato de potasio	55 gr	300 gr
Mg SO4 Sulfato de magnesio	20 gr	140 gr
Micronutrientes	50 gr	86 gr
Ácido fosfórico	2.8 ml	4.45 ml

### 3.7 Siembra

La siembra se realizó el 26 de enero del 2014 se colocaron en charolas germinadoras de 200 cavidades, el sustrato que se utilizó para germinar fue peat most.

### 3.8 Trasplante

El trasplante se realizó el 27 de marzo del 2014, en el campo experimental de la UAAAN-U.L., des pues de aplicar una lámina de riego pesado de 12 horas esto se efectuó por la tarde para evitar el estrés hídrico de la planta.

El trasplante se extrajo cuidadosamente la plántula para no dañar el sistema radicular, se utilizó una estaca para hacer un hoyo en el suelo a una profundidad de 10 cm donde fueron colocadas a hilera sencilla con un espacio de 20 cm entre planta, 1.40 ancho de cama por 40 metros de longitud, con una separación de bloques de un metro.

### **3.9 Riego**

El 23 de marzo se instaló el sistema de riego por goteo se colocó cintilla, de calibre 6000 y una capacidad de 1 litro por hora colocado por encima de la cama. Una vez instaladas se conectaron aun tubo de pvc, que se conectó a la toma principal del agua.

A los tres días del trasplante se aplicó el primer riego de auxilio con una duración de cuatro horas gastando 4L por gotero, después los riegos fueron de 2 horas con intervalos de 3 a 5 días dependiendo de la necesidad del cultivo, debido a los cambios climáticos.

#### **3.1.0 Acolchado de camas**

El 25 de marzo se colocó sobre la superficie de la cama las películas de plástico de polietileno color negro sobre calibre 150 micras, el cual tendrá perforaciones cada 20 cm, buscando que las cintillas quedaran en su lugar. Al momento del acolchado plástico se cubrieron ambos lados con tierra.

### **3.1.1 Poda**

Se realizó en varias ocasiones envase al desarrollo fenológico, con en el fin de dejar una sola guía controlar el tamaño delos frutos y acelerar la madurez, las guías secundarias se podaron con el fin de que no hubiese competencia.

El deshoje se realizó en la parte de debajo de la planta con el objetivo de disminuir plagas y enfermedades y tener una buena aireación y maduración de los frutos.

### **3.1.2 Deshierbe**

Los deshierbes fueron 3 manualmente utilizando azadón y pala estas fueron llevadas después delo 20 días de trasplante esto con el fin de evitar la competencia de luz, nutrientes y hospederos de plagas y enfermedades.

### **3.1.3 Tutorado**

Se realizó un tutoreo cuando alcanzó una altura de 30 cm en la planta con rafia enredada en la base del tallo con el fin de que no tuviera contacto con el suelo y enredándolas en las hojas sin perder el tallo, después se anudo así un alambre para el sostén del peso de la planta.

### **3.1.4 Control de plagas y enfermedades**

Durante el desarrollo de cultivo se monitoreo la presencia de posibles plagas se detectó: Mosquita blanca, Gusano falso medidor, pulgón, paratiroza .La enfermedad que ataco al cultivo fue *Tizón Temprano* y *Damping Off*. Los productos utilizados durante el experimento para el control de plagas y enfermedades. UAAAN-UL. 2014.

**Cuadro 4.** Productos para el control de plagas y enfermedades.

Productos	Ingrediente activo	Dosis de aplicación
DANAPYR 40 CR	Dimetoato	0.5 l/ha
Celeste	Clorotalonil	2.0-2.5/ha
Jabón		2 g/litro de agua

### 3.1.5 Cosecha

La cosecha se llevó acabo cuando los frutos presentaban una coloración roja de 1/3 y hasta 2/3 de coloración.

### 3.1.6 Variables a evaluar

Peso del fruto (PF), Diámetro ecuatorial (DE), Diámetro polar (DP), Solidos solubles (Brix), Espesor de pulpa (EP), Numero de lóculos del fruto (NLF) , Rendimiento total (RT) y Numero de frutos (NF).

### 3.1.7 Peso del fruto (PF)

Se procedió a pesar el fruto con una báscula digital obteniendo el peso en gramos

### 3.1.8 Diámetro ecuatorial (DE) y diámetro polar (DP).

Se utilizó un Vernier con una graduación de 30 cm, en el cual se colocaba el fruto, se tomaba datos y posteriormente se giraba el fruto para obtener diámetro polar

### **3.1.9 Sólidos solubles (Brix)**

Esta variable se tomó con la ayuda de un refractómetro de campo, colocando gotas del jugo del fruto para obtener el dato necesario, posteriormente se limpiaba con un papel secado para obtener más precisión.

### **3.2. Espesor de pulpa (EP)**

Se determinó con un Vernier con una graduación hasta de 30 cm midiendo la parte interior de la cascara.

### **3.2.1 Número de lóculos del fruto (NLF)**

Se procedió a abrir los frutos por la mitad con un cuchillo para contar el número de lóculos, se considera como una de las características que proporciona la resistencia al fruto al transporte.

### **3.2.2 Rendimiento total (RT)**

Para determinar se tomó en cuenta el peso de los frutos cosechados por tratamiento se consideró el marco de plantación para estimar el rendimiento por hectárea

### **3.2.3 Número de frutos (NF)**

El conteo de frutos se realizó después de cada corte contabilizando el número de frutos por planta de las repeticiones de cada tratamiento.

### **3.2.3 Análisis de resultados**

Para el análisis de resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) para Windows, Version 6.12 Institute Inc., desarrollado por Barr y Goodnight, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte (SAS, 1998).

## IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Peso del fruto.

El análisis de varianza presento diferencia altamente significativa al ( $p > 0.01$ ) entre tratamientos mostrando una media de 93.4 y un coeficiente de variación de 14.5 % (**Cuadro A1 de anexos**). El tratamiento de mayor peso lo presenta vermicomposta con 98.4 g es 8.3 % más que el químico.

Los resultados obtenidos en este experimento son mayores a López (2015) quien evaluó el híbrido de tomate Calafia F1, con tratamiento orgánico e inorgánico reporta una media de 79.5 gr.

**Cuadro 1.** Comparación de medias de la variable peso del fruto en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	Peso
Vermicomposta	98.4 A
Químico	90.2 B
media	93.4
DMS	7.9%

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

## 4.2 Diámetro polar

El análisis de varianza no presentó diferencia significativa entre los tratamientos mostrando una media general de 6.24 cm y un coeficiente de variación de 13.5. **(Cuadro A1 de anexos).**

Lo que indica que en esta variable la fertilización orgánica fue estadísticamente igual a la fertilización química.

Estos resultados son superiores a Márquez *et al.* (2004) quien evaluó tomate con vermicomposta quien presentó una media de 5.8 cm. Mientras que Moreno *et al.* (2012), mencionan que el diámetro polar en fruto de tomate al usar mezclas de humus de lombriz y arena fue de 5.9 a 6.1 cm. y Ortega *et al.* (2001) evaluando tomate saladette reporta un diámetro de 7.0 cm.

**Cuadro 2.** Comparación de medias de la variable diámetro polar en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la comarca lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	D Polar
Vermicomposta	6.4 A
Químico	6.2 A
media	6.24
DMS	0.49 NS

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

#### 4.2.1 Diámetro ecuatorial

Esta variable no presento diferencia significativa entre tratamientos el análisis mostró una media de 4.5 cm y un coeficiente de variación de 0.5 % **(Cuadro A1 de anexos)**. Lo que indica que en esta variable la fertilización orgánica fue estadísticamente igual a la fertilización química.

Estos resultados son parecidos a Ordoñez (2012), donde mostro una media de 4.5 cm de diámetro ecuatorial, Cruz (2013) evaluó el comportamiento de tomate con diferentes sustratos orgánicos con una media de 5.03. Mientras que Hernández (2003) reporta en tomate saladette una media de 5 cm. Por otro lado difieren a Moreno *et al*, (2008) evaluó el genotipo de tomate en una mezcla de vermicomposta mas arena obteniendo 7.59 cm mientras que Rodríguez *et al*, (2007) evaluó el hibrido Big Beef y Red Chief en una mezcla de arena+ extracto de vermicomposta de estiércol de bovino con una media de 7.8 cm y 7.2 cm.

**Cuadro 3.** Comparación de medias de la variable diámetro ecuatorial en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	D ecuatorial
Vermicomposta	4.6 A
Químico	4.3 A
media	4.5
DMS	0.45 NS

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

#### 4.2.2 Sólidos solubles (°Brix)

El análisis de varianza presento diferencia altamente significativa al ( $p > 0.01$ ) entre tratamientos mostro una media de 4.1 y un coeficiente de variación de 10.8 % (**Cuadro A2 de anexos**). Lo que indica que en esta variable la fertilización orgánica fue estadísticamente igual a la fertilización química.

. Ochoa et al. (2009) que indican que el incremento de sólidos solubles obedece a un aumento de la salinidad del medio. Barajas (2012) evaluando tomate obtuvo una media de 5.6 grados brix. De acuerdo a lo anterior, la vermicomposta produjo tomates con más de 4 °Brix, por lo cual son adecuados para consumo en fresco.

Preciado (2011) menciona que la mayor acumulación de solidos solubles en el fruto pudiera deberse, por una parte, a una menor absorción y acumulación de agua por los frutos, y para superar este problema los frutos acumulan solutos orgánicos como azúcares simples (glucosa, fructosa y sacarosa), con lo que se logra disminuir el potencial osmótico, facilitando así la absorción de agua en los frutos.

**Cuadro 4.** Comparación de medias de la variable grados brix en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-JL.

Tratamientos	G brix
Vermicomposta	4.1 A
Químico	4.1 A
media	4.1 NS
DMS	0.26 %

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

### 4.2.3 Espesor de pulpa

El análisis de varianza presento diferencia estadísticas en las fuentes de variación tratamiento muestra una media de 0.65 cm y un coeficiente de variación de 22.8 % (**Cuadro A2 de anexos**). El tratamiento de mayor espesor de pulpa lo presenta vermicomposta con 0.67 es 1 % más que el químico.

Estos valores fueron superiores a lo obtenido por Rodríguez (2002) reporta una media de 0.57 cm.

Ordoñez (2012) quien evaluó tomate aplicando vermicomposta bajo condiciones de campo obteniendo una media de 0.48 cm.

**Cuadro 5.** Comparación de medias de la variable espesor de pulpa en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	E pulpa
Vermicomposta	0.67 A
Químico	0.57 B
Media	0.65
DMS	0.79%

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

#### 4.2.4 Numero de lóculos

El análisis no mostro diferencia significativa entre los tratamientos, con una media de 3 y un coeficiente de variación de 14.5 (**Cuadro A2 de anexos**). Lo que indica que en esta variable la fertilización orgánica fue estadísticamente igual a la fertilización química.

Estos resultados son similares a Espinoza (2011) quien evaluó tomate híbrido Kikapo y Rafaello a campo abierto y obtuvo un promedio de 3 lóculos, fueron mayores a los que obtuvo Gómez (2010), quien evaluó tomate saladette a campo abierto con vermicomposta obteniendo una media de 2.5 similar a Chávez (2012) quien obtuvo una media de 2.4 lóculos.

**Cuadro 6.** Comparación de medias de la variable número de lóculos en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

<b>Tratamientos</b>	<b>N de lóculos</b>
Vermicomposta	3 A
Químico	3 A
Media	3
DMS	0.24 %NS

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

#### 4.2.5 Rendimiento

El análisis de varianza presento diferencia altamente significativa al ( $p \leq 0.01$ ) entre los tratamientos evaluados (**Cuadro A3 de anexos**). Presentó una media de  $19.7 \text{ t ha}^{-1}$  y un coeficiente de variación de 36.5 %. El tratamiento de mayor peso lo presenta vermicomposta con  $23.6 \text{ t ha}^{-1}$  es 7.44 % más que el químico.

Estos resultados fueron bajos debido a un estrés radicular por permanecer más de 30 días en las charolas además se presentó la enfermedad fusarium oxysporum en la mayoría de las plantas por esta razón se cosecho al quinto racimo.

Hernández (2011), evaluando tomate en campo con manejo orgánico y cosechando al 12 racimo obtuvo un rendimiento de  $36.87 \text{ t ha}^{-1}$  Para los tomates híbridos kikapoo y Rafaello, los cuales recibieron fertilización sintética y vermicomposta bajo condiciones de campo.

**Cuadro 7.** Comparación de medias de la variable Rendimiento total en  $\text{t ha}^{-1}$  en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	Rendimiento
Vermicomposta	23.6 A
Químico	16.16 B
media	19.9
DMS	21.9 %

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%.

#### 4.2.6 Número de frutos por planta

El análisis de varianza mostro diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando una media de 15 frutos por planta y un coeficiente de variación de 34% (**Cuadro A3 de anexos**). El tratamiento de mayor numero de frutos lo presenta vermicomposta con 18 es 5 % más que el químico.

Estos resultados difieren mucho debido a que se cosecho al quinto racimo por que se presentó *Fusarium Oxisporum* a lo reportado por Morales (2012), quien evaluó el genotipo Cuauhtémoc utilizando una fertilización de arena más vermicomposta con una media de 38.37 frutos por planta. Vazques-Ortis et al., (2010) reportaron 27 frutos por planta para tomate tipo saladette.

**Cuadro 8.** Comparación de medias de la variable número de frutos en tomate con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo (2014) en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

Tratamientos	No de frutos
Vermicomposta	18 B
Químico	13 A
media	15.5
DMS	12.6 %

Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente, DMS al 5%

## V. CONCLUSIONES

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

1,- La vermicompost supera a la fertilización química en peso del fruto, numero de frutos, espesor de pulpa y rendimiento. Presento una producción de 23.6 t ha<sup>-1</sup> y la fertilización química 16.16 t ha<sup>-1</sup>

2,- Las plantas de tomate que recibieron fertilización con vermicomposta no mostraron deficiencias nutritivas más sin embargo el tratamiento químico si mostro deficiencias.

3,- Fueron iguales en las variables de calidad: diámetro polar, diámetro ecuatorial grados brix y número de lóculos.

4,- Al no ver diferencias significativas se recomienda ampliamente la vermicomposta por presentar mayor rendimiento si alterar la calidad.

5,- Se aceptó la hipótesis de que es posible una alternativa orgánica en el uso de fertilizantes químico en la calidad y producción de tomate.

## VI. LITERATURA CITADA

- Adenuga, A, H., Muhammad-Lawal and O.A. Rotimi. 2013. Economics and technical efficiency of dry season tomato production in selected areas in kwara state, nigeria. Agris on-line papers in economics and informatics, vol. 5, P.p.34-54
- Aguilar, V., Huerta, G., y Pérez, J. 2012. Guía técnica, cultivo de tomate, CENTA, salvador. P.35.
- Anoop, Yadav., Renuka, Gupta and Vinod ,Kumar G. 2013. Organic manure production from cow dung and biogas plant slurry by vermicomposting under field conditionsInternational Journal Of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 2(1): Pp 1-7.
- Barajas E. F. 2012. Rendimiento y calidad de frutos de tres híbridos y tres portainjertos de tres tomates (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. 35 p.
- Boza Martínez, S. 2010. Desafío del desarrollo: la agricultura orgánica como parte de una estrategia de mitigación de la pobreza rural en México Noesis. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, vol. 19, núm. 37, Pp. 92-111.

Castilla, P. N. 1999. Manejo del cultivo intensivo con suelo; *En*: F. Nuez (Ed.) El Cultivo del Tomate. Editorial Mundi-Prensa México. Pp. 191-211.

Chamarro, L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta Nuez, F. El cultivo de tomate. Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España, Pp. 43-87.

Chávez Fuentes, C., Ramos, Eusebio, E. 2010. Uso eficiente del agua de riego por gravedad utilizando yeso y poliacrilamida tierra latinoamericana, vol.28, núm., 3, Pp. 231-238.

Chávez, S. P. 2012. Aplicación de vermicomposta al cultivo de tomate bajo condiciones de campo. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.

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.

Cruz Solar E, P. (2013). Comportamiento del tomate en invernadero con diferentes sustratos orgánicos y frecuencias de riego. Torreón Coahuila México Tesis de licenciatura. UAAAN UL. División de carreras agronómicas.

De la Cruz-Lázaro, E., Osorio-Osorio R., Martínez Moreno A., Lozano del Rio A., Gomez-Vasquez A. y Sánchez –Hernández, R. 2010. Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero.

Díaz S., T. 2001. Los acolchados. Capítulo 9. los filmes plásticos en la producción agrícola. Editorial mundi empresa.

Domínguez-Lazcano, J., Gómez-Brandón C., 2010. Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas. Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), núm. 2, Pp. 359-371.

Escalona, V., Alvarado, P., Monardes, H., Urbina, C., Martín, A., 2009. Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon Esculentum* Mill) Disponible en: [http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manualcultivode tomate pdf](http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/manualcultivode_tomate_pdf). Citado 19 Agosto del 2015

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.

- Espinoza, Z, C. 2004. Producción de tomate en invernadero. Multiservicios Agropecuarios y Forestales memorias de Iv simposio natural de horticultura: diseño manejo y producción. Torreón Coahuila, México. Pp 4-5.
- Etchevers B, D. 2004. Manual de fertilizantes para el cultivo de alto rendimiento. Editorial: limusa S.A de C.V México D.F. Pp 94-96.
- Felix-Gastelum, R., Maldonado-Mendoza, I, E., Espinoza-Mancillas, M, G., Leyva-López, N, E., Martínez-Valenzuela, C., Martinez-Alvarez, J, C., y Herrera—Rodríguez, G. 2012. Halo-spot and external stem necrosis of tomato caused by *Pseudomonas syringae* in Sinaloa, Mexico. *Phytoparasitica*, 40, Pp 403-412.
- Gómez Cruz, M, Á., Schwentesius Rindermann, R., Ortigoza R, J., Gómez Tovar, L. 2010. Situación y desafíos del sector orgánico de México *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. Pp 593-608.
- 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. P. 46.

González Solano, K., Rodríguez Mendoza, L., Téllez García, T, J. y Sánchez Escudero., J. 2013. Efluente y té de vermicompost en la producción de hortalizas de hoja en sistema vol. 38 Pp 220-232.

Gutiérrez-Pérez, C., Morales, Helda; Limón-Aguirre, F. 2013. Valoraciones de calidad en alimentos orgánicos y de origen local entre consumidores de la red Comida Sana y Cercana en Chiapas LiminaR. Estudios Sociales y Humanísticos, vol. XI, núm. 1 Pp. 104-117.

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.P. 36

Hernández, J., Mármol, L., Guerrero, F., Salas, E., Bárcenas, J., Polo, V., and Colmenares, C. (2010). Caracterización química, según granulometría, de dos vermicompost derivados de estiércol bovino puro y mezclado con residuos de fruto de la palma aceitera. Revista de la Facultad de Agronomía Pp. 27-35

Hernández, P. A. A. 2011. Producción de tomate orgánico con tutoreo en la comarca lagunera. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro .P. 39.

Hernández-Fortis, M., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J., Navarro-Bravo, A., Jacob-González, A., y Omaña-Silvestre, J. 2012. Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.3 Pp. 1203-1216.

IFOAM 2014. Definition of organic agricultura. (En línea): <http://www.ifoam.org/en/organic-landmarks/definition-organic-agriculture>. (Consultado el día 10/08/15).

Ilahy, R., Hdider, C., Lenucci, M, S., Tlili, I., Dalessandro, G. 2011. Phytochemical composition and antioxidant activity of high-lycopene tomato (*Solanum lycopersicum* L.) cultivars grown in Southern Italy. *Scientia Horticulturae*, 127,Pp 255-261.

Infoagro, 2010. El cultivo del tomate [En línea].España. <http://www.infoagro.com/hortalizas/tomate.htm>. [Fecha de consulta 03/08/2015].

Jaramillo, N, J. 2007. Manual de buenas prácticas agrícolas. En la producción de tomate bajo condiciones protegidas. P 82.

- Lopez Enrique, A., Gonzales M., Lizárraga Días, T., Partida Armenta, I. 2013. Temperatura del agua y su efecto en el funcionamiento hidráulico de cuatro modelos de goteros, revista de ciencias agrícolas Pp. 94-108.
- López, E. L. 2015. Fertilización orgánica vs fertilización inorgánica en tomate calafia f1 (*Lycopersicon Esculentum*) Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México P. 37.
- López-Acosta, P, P., Cano-Montes, G, S., Rodríguez-De la Rocha, N., Torres-Flores, S, M., Rodríguez-Rodríguez y Rodríguez-Rodríguez ,R. 2011. Efecto de diferentes concentraciones de potasio y nitrógeno en la productividad de tomate en cultivo hidropónico. *Tecnociencia Chihuahua* 5(2): Pp. 98-104.
- Loza Murguía, M., Mamani, F., Sainz, H. 2011. Efecto de la Lombriz Roja Californiana (*Eisenia fétida*) durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa *Journal of the Selva Andina Research Society*. Bolivia.Pp 24-39
- Márquez Hernandez, C., Y Cano Rios, P. 2004, Producción orgánica de tomate bajo invernadero. En: 2do. Simposium Internacional de Producción de Cultivos en Invernadero.Ch C Leal, J AG Garza (Eds) facultad de agronomía de UANL. Pp1-11.

Márquez-Hernández C., Cano-Ríos, P., Figueroa-Viramontes, U., J. A. Avila-Diaz, J, A., Rodríguez-Dimas, A., García-Hernández, J, L. 2013. Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. Revista internacional de botánica experimental international journal of experimental botany Pp. 55-61.

Márquez-Quiroz, S, T., López-Espinosa, E., Sánchez-Chávez, M, L., García-Bañuelos, E., De la Cruz-Lázaro, and Reyes-Carrillo, J, L. 2011. Effect of vermicompost tea on yield and nitrate reductase enzyme activity in saladette tomato C. Journal of Soil Science and Plant Nutrition.

Martínez Martínez, L., Velasco Velasco, V., Ruiz Luna, J., Enríquez-del Valle, R., Campos Ángeles, G., Montañó Lugo, M. 2013. Efecto del nitrato de calcio y sustratos en el rendimiento del tomate Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 6, Pp. 1175-1184.

Morales, M, A, E. 2012. Respuesta en la producción y calidad de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) al uso de fertilización orgánica en invernadero Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México.

Moreno R, A. 2005. XVII Simposio “Semana Internacional de Agronomía”, Universidad Juárez del Estado del Estado de Durango, Facultad de Agricultura y Zootecnia, Venecia, Durango, México. Pp. 99-103.

Moreno Reséndez, A., Gómez Fuentes, L., Cano Ríos, P., Martínez Cueto, V., Reyes Carrillo, J. L., Puente Manríquez, J. L., Rodríguez Dimas, N. 2008. Genotipos de tomate de vermicompos: arena en invernadero terra Latinoamericana, Vol. 26, Núm. 2, Pp. 103-109

Moreno-Resendez, A., García Gutiérrez, L., Cano-Ríos, P., Martínez cueto, V., Márquez Hernández C., Rodríguez-Dimas N. 2014. Desarrollo del cultivo de melón (Cucumis Melo) con vermicompost bajo condiciones de invernadero, Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Pp. 163 – 173.

Moreno-Reséndez, A., Rodríguez-Dimas, N., Reyes-Carrillo, J. L., Vásquez-Arroyo, J., Hernández-Márquez C. Y Figueroa-Viramontes U. 2011. Gestión de residuos orgánicos a través del proceso de vermicomposteo Agricultura Orgánica: Cuarta parte, xxxvi Congreso Nacional de Ciencia del Suelo. P.p 1-32

Moreno Resendez, A., López, A, J., Figueroa, M, U., Rodríguez, Dimas, N., Vásquez, A. J., Reyes Carrillo, J, L., Cano, Ríos, P., and Reyes, V, M. 2012. Tomato production in sand: vermicompost mixtures compared with sand and nutritive solution. Basic Res. J. Agric. Sci. Rev. 1:19-26.

Moreno-Resendez, A., M. T Valdes-perez y T. Zarate-López. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/Arena bajo condiciones de invernadero. 2004. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-Unidad Laguna. Agricultura Técnica Pp.3-6.

- Munguía López, J., Zermeño González, Z., Gil, Marín R., Quezada M., Ibarra-Jiménez, L. y Arellano García, A. 2011. balance de energía en el cultivo de chile morrón bajo acolchado plástico Terra Latinoamericana, Pp. 431-440.
- Nava, J. C. 2011. Beneficios socioeconómicos al utilizar plástico en el cultivo del melón (*Cucumis melo* L.) en el municipio miranda del estado Zulia. Revista de ciencias sociales (RCS). Vol. XVII, No. 3, Pp. 542-549.
- Navarro-Lara, P. 2001. Caracterización y evaluación de variedades de tomate en invernadero ecológico. Trabajo de investigación. Universidad de Almería. P 26.
- Naveda Flores, A., Vázquez-Badillo, A., Borrego-Escalante F. y Sánchez – Aspeytia, D. 2011. Análisis de la homogeneidad, distinción y estabilidad de tres variedades sobresalientes de tomate Rev. Mex. Cienc. Agríc Pp 4-16.
- Noreña J., Rodríguez, V., vallejo, L. león G. 2013. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. Edición corporativa . Colombia. P. 99-94
- Nuez V., F. 2001 desarrollo de nuevos cultivares. El cultivo de tomate. Editorial Mundi-Prensa. Mexico.Pp 626-669.

Ochoa-Martínez, E., Figueroa-Viramontes, U., Cano-Ríos, P., Preciado-Rangel, P., Moreno-Reséndez, A. y Rodríguez-Dimas, N. 2009. Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Rev. Chapingo Serie-Horticultura 15: Pp. 245-250.

Olivares-Campos, M., Hernández-Rodríguez, A., Vences-Contreras, C., Jáquez-Balderrama, J. L. y Ojeda-Barrios, D. 2012. Vermicomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y Ciencia. Pp. 363-36.

Ordoñez, O. D. A. 2012. Aplicación de vermicomposta al cultivo de tomate bajo condiciones de campo III. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón Coahuila México. 35

Ortega Martínez, D., Sánchez Olarte, J., Ocampo Mendoza, J., Sandoval Castro, E., Salcido Ramos, B., Manzo Ramos, F. 2010. Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*lycopersicum esculentum* mill) bajo condiciones de invernadero, Ra Sinaí Vol. 6. Pp. 339-346.

Ortiz., J. R. A., Lara, J. J., Llamas, R., Castañeda, J. J., Avelar Luna, M. 2012. Calcio en la solución nutritiva en producción de tomate hidropónico Red Hidroponía, Boletín No 57.Pp, 3-7.

Ortega-Farias, S., Marquez J, H. 2001. Efecto de cuatro láminas de agua. Sobre el rendimiento y calidad de tomate (*Lycopersicon esculentum* mil) en invernadero producido en otoño agricultura técnica Pp.479-487.

Papaseit P., J. Badiola., Armenjol, E. 1997. Los plásticos y la agricultura. Acolchados capítulo. Ediciones de horticultura, s.l. Pp. 51-64

Pérez Sánchez, J, R. 2015. Agricultura ecológica y mercado alternativo en el estado de Tlaxcala, México Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, núm. 12 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México. Pp 365-371

Pérez-Vázquez, A., Lang-Ovalle, F., Peralta-Garay, I., Aguirre-Pérez, F, J. 2012. Percepción del consumidor y productor de orgánicos: el mercado ocelotl de xalapa, ver. México Revista Mexicana de Agronegocios, vol. XVI, núm. 31 Pp. 20-29

Piña-Ramírez F, J., Soto-Parra J. M., García-Muñoz, S, A., Flores-Plascencia, J, B., Pérez-Leal. 2015. Disminución de la solución nutritiva con aplicaciones de composta en la producción de tomate en invernadero Revista Científica Biológico Agropecuaria Tuxpan Pp 928-937.

- Preciado Rangel, P., Hernández, M, F., Hernández, J, L., Puente, R, E., Rivera, J, R., Herrera, C., Orozco, V, J. (2011). Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de jitomate en invernadero. *Interciencia*. Vol. 36. (9) Pp. 689-693.
- Ramos Agüero, D. y Terry A. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas, *Cultivos Tropicales*, vol. 35, Pp. 52-59.
- Raphael, Kurian, and K. Velmourougane. 2011. "Chemical and microbiological changes during vermicomposting of coffee pulp using exotic (*Eudrilus eugeniae*) and native earthworm (*Perionyx ceylanesis*) species." *Biodegradation*. 22. Pp .497-507.
- Rivera-Chávez, F., Vázquez-Gálvez, G., Castillejo-Álvarez, L., Angoa Pérez, V., Oyoque-Salcedo, G., Mena-Violante, G. 2012. Efecto de hongos micorrízicos arbusculares y extracto acuoso de vermicompost sobre calidad de fresara Ximhai, vol. 8, núm. 3, Pp. 119-130
- Robledo de P., F. y L. Martin V.1981. Aplicación de los plásticos en la agricultura acorchamiento de suelos con filmes de plástico capítulo VI. Pp. 145-183.

Rodríguez D, N. 2002. Producción de tomate lycopersicom esculentum mil bajo condiciones de invernadero en la comarca lagunera. Tesis de maestría UAAAN. U-L Torreón Coahuila P.36

Rodríguez F., G. E. Alcorta. 2006. El tomate rojo sistema hidropónico. Editorial trilla. Pp50.

Rodríguez-Dimas, N., Cano-Ríos, P., Favela-Chávez, E., Figueroa-Viramontes, U., Álvares-reyna, P., Palomo-Gil, A., Márquez Hernández, C., moreno-Resendez, A. 2007. Vermicompost como alternativa orgánica en la producción orgánica en invernadero. Revista Chapingo serie Horticultura 13(2) Pp. 185-192.

Rogério- Mossande, A., Brown- Manrique, O., Mujica -Cervantes, A., Mata-Rodriguez, C., Y Osorio León, L. 2015. Riego por goteo con energía solar para el tomate en Cavaco, Benguela, Angola Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, vol. 24, núm. 160 -168.

Ruano, B. S. 2000. "Enciclopedia Práctica de la Agricultura y la Ganadería 2000". Editorial océano. Barcelona España. 2000; Pp. 637-640.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación), 2010. Monografía del cultivo “Jitomate”, Subsecretaría de fomento a las agronegocios . disponible en línea: <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Pablo/Monografias/Jitomate.pdf>.10 (consulta 14 de octubre del 2015).

SAGARPA. 2014. Ventajas y desventajas de la producción orgánica. México. P.12

SAS. 1998. El paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N: C: United States of America.

SIAP, 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la Producción Agrícola por Cultivo “Modalidad riego + temporal”. SAGARPA, D.F., México. Consulta En: [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).(Consultado el día 07/08/15).

Syngenta. (2010). Boletín técnico producción de tomate bajo invernadero. Segunda edición. Pp. 34,35.

Testa Ricardo., Anna Trapani., Filippo Sgroi, 2014. Economic Sustainability of Italian Greenhouse Tomato, Sustainability Pp.7967-7981.

Valerio, M. 2013. Polinización adecuada de tomates. Nutrición vegetal. Disponible en : [http://www.hortalizas.com/nutrición-vegetal/polinización-adecuada de tomates/](http://www.hortalizas.com/nutrición-vegetal/polinización-adecuada-de-tomates/). Citado: 4 septiembre del 2015.

Vásquez-Ortiz, R., J.C. Carillo-Rodríguez y P. Ramírez- Vallejo 2010. Evaluación morfo-agronómica de una muestra de jitomate nativo del centro y sureste de México. *Naturaleza y Desarrollo* Pp. 49-64

Willer Helga and Minou Yussefi. 2004. *The world of organic agriculture. Statistics and emerging trends 2004*. IFOAM, FIBL, SÖL, Germany, P. 167

Yadav A., Gupta, R., Y Garg, V, K. 2013. Organic manure production from cow dung and biogas plant slurry by vermicomposting under field conditions. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 2(1), Pp.1-7.

Yang, L, J., Zhang, L., and Lemcoff, J, H. 2011. Soil phosphorus distribution as affected by irrigation methods in plastic film house. *Pedosphere*. 21(6):Pp. 712-718.

Zegbe Jorge, A., Hossein Behboudian, M., Clothier Brent, E. 2007 Respuesta del tomate para proceso al riego parcial de la raíz. *Terra Latinoamericana*, Vol. 25, Núm. Pp. 61-67

Zribi W, M. 2011. Efectos de acolchados sobre la humedad, temperatura estructura y salinidad de suelos agrícolas proc. Natl. Agr. Plastic congress.

19 Pp. 240-248

## VII. APÉNDICE

**CUADRO A1.** Cuadrados medios para las variables de peso, diámetro ecuatorial y diámetro polar en tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2014 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G. L.	Peso del fruto	Diámetro Ecuatorial	Diámetro polar
Tratamiento (T)	1	215**	0.009 NS	0.6 NS
Bloque	2	916**	3.05 **	2.14*
Error	46	183	0.59	0.71
Total	49			
C. V. %		14.5	17.6	13.5
Media		93.4	4.3	6.24

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.

N. S. = No significativo

**CUADRO A2.** Cuadrados medios para las variables de grados brix, número de lóculos y espesor de pulpa en tomate evaluado con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2014 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

F. V.	G. L.	Grados °Brix	Número de lóculos	Espesor de pulpa
Tratamiento (T)	1	0.012NS	0.017 NS	8.9*
Bloque	2	0.10 NS	0.09 NS	0.5 NS
Error	46	0.19	0.18	1.9
Total	49			
C. V. %		10.8	14.5	22.8
Media		4.2	2.86	6.5

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.

N. S. = No significativo

**CUADRO A3.** Cuadrados medios para las variables en rendimiento y numero de frutos en tomate evaluados con fertilización química y orgánica en campo en el ciclo 2014 en la Comarca Lagunera, UAAAN-UL.

<b>F. V.</b>	<b>G. L.</b>	<b>Rendimiento</b>	<b>Numero de frutos</b>
Tratamiento (T)	1	447.2**	163.3*
Bloque	2	131.22NS	31.6NS
Error	46	50.37	26.8
Total	49		
C. V.		36	34.1
Media		19.73	15

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.

N. S. = No significativo