

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

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



**APLICACIÓN DE VERMICOMPOST AL CULTIVO DE TOMATE BAJO
CONDICIONES DE CAMPO I**

POR

SERGIO CHÁVEZ PRIMERO

T E S I S

**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 I

POR

SERGIO CHÁVEZ PRIMERO

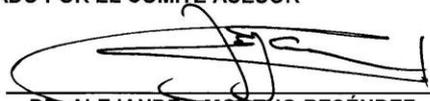
TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

REVISADO POR EL COMITÉ ASESOR

ASESOR PRINCIPAL


DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

ASESOR


DR. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

ASESOR


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR


DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA


DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN 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. SERGIO CHÁVEZ PRIMERO QUE SE SOMETE A LA
CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO EXAMINADOR, COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE



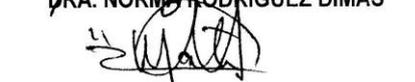
DR. ALEJANDRO MORENO RESÉNDEZ

VOCAL



DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

VOCAL

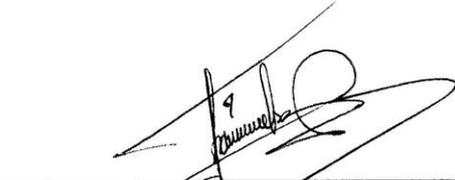


ME. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL SUPLENTE



DR. ARMANDO ESPINOZA BANDA



DR. FRANCISCO JAVIER SÁNCHEZ RAMOS
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

JUNIO DE 2012

DEDICATORIA

AMI MADRE

Por darme la vida y apoyarme en todos los momentos de mi vida. Que ha dado todo lo que está a su alcance para que yo pueda tener una carrera gracias a ella soy quien soy

AMIS ABUELITOS

Que aunque ya no están con nosotros sé que están orgullosos de este logro que era lo que más querían

A TODA MI FAMILIA

Ami hermano y a toda mi familia, Gracias por su apoyo a lo largo de mi carrera

NOHEMI

Por todo su apoyo incondicional

AGRADECIMIENTOS

AMI ALMA TERRA MATER

Por alojarme estos años de mi vida inolvidables, por darme la oportunidad de formarme en esta gran universidad y ahora yo cumpliré mi parte de ser una persona que ejerceré los valores de esta gran institución

A todos mis profesores por enseñarme sus conocimientos y enseñanzas que me servirán para toda la vida

AMIS COMPAÑEROS

A todos ellos por compartir los mejores momentos en esta universidad y que fueron parte importante de mi formación colima, Marcelo, Jovan, Mónica, tin, Paco

AL DOC. ALEJANDRO MORENO

Por darme la oportunidad de realizar mi trabajo final y que siempre mostro interés y apoyo incondicional

A LA DOC. NORMA RODRIGUEZ

Por mostrar interés en nuestro trabajo y por darnos todo su apoyo

INDICE

I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis.....	3
1.3 Meta	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del tomate.....	4
2.2 Origen del cultivo del tomate	4
2.2.1 Domesticación	4
2.3 Clasificación taxonómica y morfología	5
2.4 Importancia del cultivo	6
2.4.1 Características morfológicas.....	6
2.5 Abonos orgánicos.....	9
2.5 Características de los abonos orgánicos	10
2.6 El vermicompost	12
2.7 Agricultura orgánica.....	14
2.7.1 Generalidades.....	14
2.7.2 Conceptos	14
2.8.3 Agricultura orgánica en el mundo	17
2.8.4 Agricultura orgánica en México	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	21
3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera	21
3.2 Localización del experimento	21
3.3 Abono orgánico.....	22
3.4 Preparación del terreno.....	22
3.5 Manejo del cultivo	23
3.5.1 Siembra y trasplante.....	23
3.5.2 Riego	23
3.5.3 Fertilización	23
3.5.4 Control de plagas y enfermedades.....	24
3.5.5 Aporques y deshierbes	25
3.5.6 Tutorado	25

3.5.7 Cosechas	25
3.6 Variables a evaluar	26
3.7 Diseño experimental	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
4.1 Rendimiento.....	28
4.2 Altura de planta	30
4.3 Diámetro polar	30
4.4 Diámetro ecuatorial	31
4.5 Numero de lóculos.....	32
4.6 Sólidos solubles.....	33
4.7 Espesor de pulpa.....	33
V. CONCLUSIONES.....	35
VI. RESUMEN.....	36
VII. LITERATURA CITADA	38
VIII. APENDICE	45

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. TRATAMIENTOS DE FERTILIZACIÓN EN EL CULTIVO DE TOMATE BAJO CONDICIONES DE CAMPO.....	24
CUADRO 2. PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL TRATAMIENTO DE FERTILIZACIÓN SINTÉTICA Y DOSIS APLICADA POR ETAPA DURANTE EL DESARROLLO DEL CULTIVO DE TOMATE.	24
CUADRO 3. RENDIMIENTO TOTAL DEL CULTIVO DE TOMATE CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA BAJO CONDICIONES DE CAMPO, CICLO 2010 UAAAN UL.....	29
CUADRO 4. ALTURA DE PLANTA DE TOMATE CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA BAJO CONDICIONES DE CAMPO.....	30
CUADRO 5. COMPARACIÓN DE LOS VALORES PROMEDIO DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA LAS VARIABLES DE PESO, DIÁMETRO POLAR, DIÁMETRO ECUATORIAL DE LOS FRUTOS DE TOMATE.	32
CUADRO 6. COMPARACIÓN DE MEDIDAS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS PARA LAS VARIABLES NÚMERO DE LÓCULOS, SÓLIDOS SOLUBLES Y ESPESOR DE PULPA.	32
CUADRO A1. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA, CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CAMPO, 2010 UAAAN UL.....	45
CUADRO A2. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ALTURA, CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CAMPO, 2010 UAAAN UL.....	45
CUADRO A3. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO POLAR, CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CAMPO, 2010 UAAAN UL	46
CUADRO A4. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DIÁMETRO ECUATORIAL, CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CAMPO, 2010 UAAAN UL	46
CUADRO A5. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE NUMERO DE LÓCULOS, CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CAMPO, 2010 UAAAN UL	47

CUADRO A6. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE DE SOLIDOS SOLUBLES, CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CAMPO, 2010 UAAAN UL	47
CUADRO A7. ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE ESPESOR DE PULPA, CON FERTILIZACIÓN ORGÁNICA E INORGÁNICA EN CAMPO, 2010 UAAAN UL	48

I. INTRODUCCION

El tomate (*Solanum lycopersicon* L.) (Peralta *et al.*, 2005), es en la actualidad, después de la papa, la hortaliza más cultivada en el mundo, con una superficie superior a los 3.6 millones de hectáreas (FAO, 2000). El fruto en fresco se puede encontrar disponible hoy en todas las épocas del año. De la gran diversidad de hortalizas que se producen en México, el tomate es la más importante, tanto por superficie de siembra, como por el valor de su producto (Fonseca, 2006).

La demanda creciente de alimentos y el deterioro del ambiente, obliga a utilizar técnicas de producción que permitan hacer un uso más eficiente y sostenible de los recursos (Cruz *et al.*, 2003). Además, un fenómeno mundial es el crecimiento en el consumo de productos orgánicos (Alrøe y Kristensen, 2004).

Gómez *et al.* (1999) reportan que a nivel mundial el consumo de productos orgánicos no supera el 2 % del total mundial, con alrededor de 11,000 millones de dólares por año, de los cuales solo en Estados Unidos se generan consumos por 4,700 millones de dólares. Otro factor a considerar es la seguridad que se tiene de consumir alimentos libres de productos sintéticos residuales, siendo para ello una opción viable el uso de los abonos orgánicos.

Dentro de los abonos orgánicos empleados en diversos sistemas de producción, destaca el vermicompost (VC), producido por la ingestión que realizan las lombrices de diversos productos orgánicos (Atiyeh *et al.*, 2001). El VC o humus de lombriz se utiliza como mejorador de suelo en cultivos hortícolas (Urrestarazu *et al.*, 2001). El VC contiene sustancias activas que actúan como reguladoras de crecimiento, también posee un alto contenido de ácidos húmicos, además de gran capacidad de retención de humedad, porosidad elevada que facilita la aireación y el drenaje del suelo (Castillo *et al.*, 2000).

El empleo de abonos orgánicos durante el desarrollo del cultivo de tomate se ha evaluado en diferentes aspectos y preferentemente a bajo condiciones de invernadero, sin embargo, es escasa la información disponible que oriente al productor sobre la cantidad de VC que requiere este cultivo para satisfacer sus necesidades nutricionales bajo condiciones de campo. Por lo anterior, se ha establecido como propósito del presente trabajo el siguiente objetivo.

1.1 Objetivo

- Determinar la dosis óptima de vermicompost 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 vermicompost aplicado como fuente nutritiva.

1.3 Meta

- Obtener información confiable para desarrollar un paquete tecnológico y alcanzar un rendimiento de al menos $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de producción de tomate.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del tomate

2.2 Origen del cultivo del tomate

El tomate es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia de las solanáceas. El centro de origen del género *Solanum* es la región andina que hoy comparten Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile, donde se encuentra la mayor variabilidad genética y abundancias de tipo silvestre. México es considerado, a nivel mundial, como el centro más importante de domesticación de tomate (Esquinas-Alcázar y Nuez, 2001).

El vocablo tomate procede del náhuatl *tomatl*, aplicado genéricamente para plantas con frutos globosos o bayas, con muchas semillas y pulpa acuosa (Fernández *et al.*, 2004).

2.2.1 Domesticación

El centro de domesticación del tomate ha sido controvertido; sin embargo, se piensa que el origen de éste fue en México. Lo anterior debido a que existe mayor similitud entre los cultivos Europeos y los silvestres de México que con los de la zona andina. A la llegada de los españoles, a América, el tomate estaba integrado a la cultura azteca (Esquinas y Nuez, 2001). Actualmente en el centro de México se utiliza mayoritariamente la

palabra jitomate, quizá porque los aztecas lo nombraban “*Xic-tomatl*, para aludir al fruto de *Solanumlycopersicum*(Cruces, 1990).

La planta de tomate es potencialmente perenne y muy sensible a las heladas, lo que determina su ciclo anual, de distinta duración según la variedad (Rodríguez *et al.*, 2001). Esta especie vegetal se desarrolla adecuadamente en un amplio rango de latitudes, tipos de suelos, temperaturas, métodos de cultivo y es moderadamente tolerante a la salinidad (Chamarro, 2001).

2.3 Clasificación taxonómica y morfología

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

Nombre común:.....Tomate y jitomate

Nombre científico:.....*Solanum lycopersicum*

Clase:.....Dicotiledóneas

Orden:.....Solanes (pesonatae)

Familia:.....Solanáceae

Tribu:.....Solaneae

Género:.....*Solanum*

Espécie:.....*lycopersicum*

2.4 Importancia del cultivo

En México, el tomate es el cultivo hortícola de mayor importancia económica y social, tanto por la superficie sembrada, como por el volumen en el mercado nacional, y las divisas generadas. Su popularidad se debe al aceptable sabor y a la disponibilidad del fruto en una amplia gama de ambientes, así como a su relativa facilidad para ser cultivado. Además, el cultivo tiene las siguientes ventajas: genera empleo, debido a que requiere mucha mano de obra desde la siembra hasta el empaque; estimula el empleo urbano proporcionando oportunidades de negocios en aspectos como manufactura, venta de agroquímicos, maquinaria y equipo; se necesita semilla de calidad, su exportación va en aumento, lo mismo que los precios pagados a los productores, generando importantes cantidades de divisas; mejora la nutrición de los consumidores; es muy versátil en su uso porque se puede consumir en fresco, cocinado, frito y procesado industrialmente en conservas, salsas, jugos y en polvo (Cruz, 2007).

2.4.1 Características morfológicas

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se utiliza como anual. La planta puede desarrollarse de forma rastrera, semirrecta o erecta, y el crecimiento es limitado en las variedades determinadas, e ilimitado en las variedades indeterminadas, pudiendo llegar, en estas últimas, a los 10 m de altura en un año (Chamarro, 2001). El resto de sus características morfológicas se describen en los siguientes párrafos

- **Semilla.** La semilla del tomate es de forma lenticular, con dimensiones aproximadas de 5x4x2 mm y está constituida por el embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal. El embrión lo forma una yema apical, dos cotiledones, el hipocotíleo y la radícula. La testa o cubierta seminal es de un tejido duro e impermeable. La germinación de la semilla ocurre de manera fácil (Berenguer, 2003).
- **La raíz.** El sistema radicular tiene como funciones la absorción y transporte del agua y de los elementos nutritivos, así como la sujeción o anclaje de la planta al suelo. El sistema radicular es de tipo fibroso y consta de una raíz principal corta y débil, a partir de la cual se desarrollan numerosas raíces secundarias y potentes. Sin embargo, cuando la planta se propaga mediante el trasplante, como sucede generalmente, la raíz principal se ve parcialmente detenida en su crecimiento, siendo las raíces secundarias laterales las que, principalmente se desenvuelven entre los 5 y 70 cm de la capa del suelo. Las porciones del tallo y en particular la basal, bajo condiciones adecuadas de humedad y textura del suelo, tienden a formar raíces adventicias (Chamarro, 2001).
- **El tallo.** El tallo es el eje sobre el cual se desarrollan las hojas, flores y frutos; el diámetro puede ser de 2 a 4 cm y el porte puede ser crecimiento determinado (tallos que al alcanzar un determinado número de ramilletes detienen su crecimiento) e indeterminado (tallos que no detienen su crecimiento). Los tallos son pubescentes en toda su superficie. En las axilas de las hojas del tallo principal surgen los

tallos secundarios que son eliminados mediante poda para una buena conformación de la planta (Berenguer, 2003).

- **La hoja.** Las hojas son limbos compuestos con siete a nueve folíolos. El haz es de color verde y el envés de color grisáceo. La disposición de las nervaduras en los folíolos es penninervia. En general, el arreglo de las hojas en el tallo es alternado. Los folíolos son: peciolados, lobulados y con el borde dentado, y recubiertos de pelos glandulares. El mesófilo tejido parenquimático está recubierto por una epidermis superior e inferior, ambos sin cloroplastos. La epidermis inferior presenta un alto número de estomas (Chamarro, 2001).
- **La 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 y varían de cuatro a diez o más, esto 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, de igual número de estambres que alternan con pétalos (Nuez, 2001).
- **El fruto.** 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 absorción 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 pedicular de unión al fruto (Berenguer, 2003).

2.5 Abonos orgánicos

Se conoce como abono orgánico a toda fuente de materia orgánica, residuos o desechos de origen orgánico, capaz de descomponerse e integrarse al suelo para mejorar sus características químicas, físicas y microbianas. Debido a la gran diversidad de desechos de origen orgánico resulta necesario realizar una clasificación con base en su origen, composición, y presentación (Martínez, 2004).

➤ Origen

- Pecuarios.- estiércoles, orines y desechos de rastros.
- Agrícolas.- esquilmos o rastrojos, hojas, tallos, y cascaras.
- Aserrín, desechos de podas y aclareos.
- Urbanos.- la no separación de los desechos en la ciudad los convierte en basura.
- Marinos.- plantas acuáticas y algas.
- Agroindustriales.- derivas del beneficio del café, caña de azúcar, frutas y verduras, etc.

➤ Composición.- por la relación C/N, de ésta depende el tiempo de maduración. Relaciones altas o muy bajas extienden este período. Se recomienda una relación C/N de 25 a 35.

2.5 Características de los abonos orgánicos

La característica principal de los abonos orgánicos, es su alto contenido de materia orgánica, la cual contiene una serie de microorganismos benéficos a la planta, además de una cantidad elevada de elementos nutritivos como: N, P, K, Ca, etc. Los abonos orgánicos están libres de patógenos, son inodoros y diferentes al material original y se obtienen por procesos aerobios y anaerobios. El proceso aerobio requiere oxígeno, lo cual se proporciona por aireación y/o mezclado ya que los microorganismos presentes en este tipo de proceso son aerobios facultativos; mientras que en el proceso anaeróbico, sus poblaciones son anaerobias o anaerobias facultativas (Melgarejo y Ballesteros, 1997).

Los abonos orgánicos tienen por objeto nutrir indirectamente a las plantas a través de los seres vivos del suelo, particularmente de los microorganismos. Estos seres vivos son los que realizan la producción de humus con el cual se favorece el proceso de nutrición de la planta. Los efectos benéficos generales de la adición de los abonos orgánicos al suelo, se traducen en mayores rendimientos, que muchas veces no se logran con los fertilizantes sintéticos (Toyes, 1992).

Quintero (2000) hace referencia a las ventajas que los agricultores obtienen con el empleo de abonos orgánicos, entre éstas destacan las siguientes:

- Fáciles de usar.
- Eliminan factores de riesgo para la salud de los trabajadores y consumidores.
- Protegen el ambiente, la fauna, la flora y la biodiversidad.
- Mejoran gradualmente la fertilidad de los suelos asociada a su macro y microbiología.
- Estimulan el ciclo vegetativo de las plantas.
- Favorecen un mayor rendimiento de las plantas por unidad de superficie.
- Son una fuente constante de materia orgánica.
- Los suelos conservan la humedad y amortiguan los cambios de temperatura.
- Reducen el escurrimiento superficial de agua.
- Mejoran la permeabilidad de los suelos y su bioestructura.
- Favorecen la colonización del suelo por la macro y microbiología.
- Constituyen al logro de cosechas más seguras y eficientes.
- Mayor rentabilidad económica por área cultivada.
- Permiten a los agricultores tener mayores opciones económicas y bajar los costos de producción.
- Los cultivos orgánicos, en los aspectos nutricionales superan cualquier otro sistema de producción.

2.6 El vermicompost

El VC es un tipo de compost (Soto y Muñoz, 2002) en el cual cierto tipo de lombrices de tierra transforman los residuos orgánicos en un subproducto estable denominado VC. A manera de complemento se establece que el VC es producto de una serie de transformaciones bioquímicas y microbiológicas que sufre la materia orgánica al pasar a través del trato digestivo de las lombrices (Edwards *et al.* 1984).

Por su gran disponibilidad, los residuos de la ganadería son una fuente de alimento común para las lombrices, igualmente los residuos de los supermercados, los biosólidos (lodos de aguas negras) la pulpa de papel, y la de la industria de la cerveza también se han utilizado en el proceso de vermicomposteo (Atiyeh *et al.*, 2000; McGinnis *et al.*, 2004).

El uso del VC, generado a partir de diversos residuos orgánicos, se ha incrementado en diferentes regiones del mundo como abono de alta calidad (Santamaría *et al.*, 2005). 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 (Cruz *et al.*, 2003).

Salazar (2003) menciona que el VC, además de ser un excelente fertilizante, es un mejorador de las características físico-químicas del suelo, es de color café oscuro a negruzco, granulado e inodoro, que presenta las siguientes características:

- Alto porcentaje de ácidos húmicos y fúlvicos. Su acción combinada permite una entrega inmediata de elementos nutritivos asimilables y

un efecto regulador de la nutrición, cuya actividad residual en el suelo llega hasta cinco años.

- Alta carga microbiana (40 mil millones de UFC por gramo seco) que restaura la actividad biológica del suelo.
- Opera en el suelo mejorando la estructura, haciéndolo más permeable al agua y al aire, aumentando la retención de agua y la capacidad de almacenar y liberar los elementos nutritivos requeridos por las plantas en forma sana y equilibrada.
- Es un fertilizante bioorgánico activo, emana en el terreno una acción biodinámica y mejora las características organolépticas de las plantas, flores y frutos.
- Su pH es neutro y se puede aplicar en cualquier dosis sin ningún riesgo de quemar las plantas. La química del VC es tan equilibrada y armoniosa que permite colocar una semilla directamente en él sin ningún riesgo.

2.7 Agricultura orgánica

2.7.1 Generalidades

La agricultura orgánica ha despertado gran interés, no solo en los sectores que están relacionados con el aspecto agropecuario y la economía rural en su conjunto, sino también en amplios sectores de la sociedad. Este interés empezó en los países desarrollados hace más de dos décadas. La reconversión progresiva hacia la agricultura orgánica, la investigación, las actividades de transformación y consumo de productos también llamados biológicos ha registrado un comportamiento de gran dinamismo (Zamorano, 2005).

2.7.2 Conceptos

La agricultura orgánica se define como un sistema de producción que utiliza insumos naturales y prácticas especiales: aplicación de compost y de abonos verdes, control biológico, asociación y rotación de cultivos, uso de repelentes y fungicidas a base de plantas y minerales, entre otras. A cambio, prohíbe el uso de pesticidas y fertilizantes sintéticos. También la agricultura orgánica se ha definido como el “Sistema de producción agrícola orientado a la producción de alimentos de alta calidad nutritiva en cantidades suficientes, que interactúa con los sistemas y ciclos naturales en una manera constructiva de forma que promueve la vida; mejora y extiende ciclos biológicos dentro del sistema agrícola, incluyendo microorganismos, flora y fauna del suelo, y planta: mejora y mantiene la fertilidad del suelo a largo plazo; promueve el uso sano y apropiado del agua, y vida del cultivo, en la

que, el control de maleza, plagas y enfermedades es sin el uso de insumos de síntesis química industrial” (NOM, 1995; Gómez *et al.*, 2001a).

Por su parte, Gómez *et al.* (2003) además de incluir en su definición los elementos señalados en el párrafo anterior, señalan que esta forma de producción, contempla el aspecto ecológico e incluye también en su particular filosofía y práctica el mejoramiento de las condiciones de vida de sus practicantes, de tal forma que aspira a una sostenibilidad integral del sistema de producción (económica, social y ecológica).

Adicionalmente, “La agricultura orgánica es un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema, 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 agro ecosistemas 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 de la identificación y etiquetado de tales productos, así como de las declaraciones de propiedades atribuidas a los mismos,” (FAO, 2001).

Los objetivos que se persiguen al desarrollar un sistema bajo el esquema de la agricultura orgánica, de acuerdo con Michel (2007), son entre otros:

- a) producir alimentos sanos libres de venenos sin contaminar el ambiente, eliminando los insumos de síntesis química.
- b) producir alimentos de importancia económica accesibles a la población.
- c) adoptar tecnologías apropiadas de producción y disminuir el empleo de los insumos externos.
- d) producir de forma rentable, de forma sostenible y viable.
- e) trabajar en el rescate y conservación de la biodiversidad genética.
- f) promover la integridad de los ciclos biológicos.
- g) recuperar, conservar y potencializar la fertilidad del suelo.
- h) trabajar en el reciclaje de elementos nutritivos y conservar la materia orgánica.
- i) utilizar al máximo el potencial natural, genético y productivo de las plantas y animales, conociendo las limitaciones y potencial de las unidades productivas.
- j) que los productos orgánicos puedan competir en los mercados locales, regionales, nacionales e internacionales, en función de los parámetros de calidad y cantidad.

Las ventajas que se logran cuando se promueve la agricultura orgánica son las siguientes (Michel, 2007):

- Establecer un sistema productivo compatible, amigable y respetuoso con el ambiente.
- conservar el equilibrio de los recursos naturales.
- proporcionar oportunidades comerciales emergentes.
- combinar los conocimientos tradicionales con la ciencia moderna para descubrir tecnologías de producción innovadoras.
- fomenta en debate público sobre el desarrollo sustentable, generando conciencia sobre problemas ambientales y sociales que merecen atención.

2.8.3 Agricultura orgánica en el mundo

El creciente interés en el consumo de productos orgánicos se explica como parte de una tendencia mundial de cambio de valores materialistas hacia valores pos materialistas (mayor preocupación por la calidad de vida, por el ambiente y por la sociedad, autorrealización, libertad de expresión, mayor voz en el gobierno y el trabajo, importancia en las ideas, etc.). En el ámbito mundial la producción orgánica crece a una tasa de 20 a 25 % anual (IFOAM, 2009).

Nova (2006), destaca que la agricultura orgánica a nivel mundial, durante el año 2001 dedicó más de 17 millones de hectáreas a la práctica de estos cultivos; de los cuales cerca del 50% se concentró en Australia, con una superficie de 7.6 millones de hectáreas, seguido por Argentina con 3,000,000 ha, Italia con 958,600 ha, USA con 900,000 ha, Alemania con 452,200 ha y el Reino Unido con 380,000 ha.

Un análisis por continente, exceptuando a Australia, registra que la mayor superficie destinada al cultivo de productos orgánicos se encuentra en el continente Americano donde la superficie dedicada a estos cultivos orgánicos asciende a unos 5.0 millones de hectáreas. Sigue en orden de importancia el continente Europeo con un total de 3.7 millones de hectáreas, mientras que en Asia y países del Golfo Pérsico y África esta producción es aun considerada como marginal, encontrándose dedicadas a la producción orgánica unas 135 mil hectáreas en Asia y cerca de 60 mil hectáreas en países del Golfo Pérsico.

Este tipo de agricultura presenta una ventaja más, en el costo de producción por unidad de superficie, Cano y Márquez (2007) mencionan que en la producción convencional en el cultivo de tomate es superior el rendimiento, sin embargo destacan que con \$53,000.00 se producen 114 t·ha⁻¹, con fertirrigación, mientras que con el compost, se producen 64 t·ha⁻¹, con \$5,300.00, correspondiendo este costo al 10% de lo que se gasta en el sistema de producción convencional.

2.8.4 Agricultura orgánica en México

En México la producción orgánica se inició principalmente en áreas indígenas y áreas de agricultura tradicional de los estados de Chiapas y Oaxaca. Posteriormente también compañías comercializadoras promovieron el cambio a la producción orgánica en la zona norte del país. La producción orgánica es una realidad en 130 países del mundo, entre ellos México, que

se ubica en el 19° lugar por superficie orgánica, con 103 mil hectáreas (Gómez y Schwentesius, 2001b).

La SAGARPA (2004) publica que en los últimos seis años el número de los cultivos orgánicos de México tuvieron un incremento de 79.16 %, lo que significa que de 15 mil hectáreas que se tenían al finalizar la década de los 1980's, se registró un incremento a 120 mil hectáreas, las cuales involucran a más de 30 mil agricultores, quienes en su conjunto generan divisas por más de 140 millones de pesos anuales por sus productos. Del total de hectáreas de cultivos orgánicos (café, hortalizas, jitomate, chile, calabaza, pepino, cebolla, ajo, chícharo, berenjena, melón, aguacate, mango, plátano, naranja, piña, papaya, miel, nopal, leche y productos lácteos, carnes y plantas medicinales, aromáticas y alimenticias, entre otros), el 58.3% ya están certificadas con normas internacionales de calidad, lo que facilita su exportación sin mayor problema.

En México existen 262 zonas de producción orgánica ubicadas en 28 estados de la república, entre los cuales destacan Chiapas, Oaxaca, Michoacán, Chihuahua y Guerrero, que concentran el 82.8% de la superficie orgánica del país. Las estimaciones para finales del 2002 fueron alcanzar 215 mil hectáreas y una generación de divisas de 280 millones de dólares (Gómez *et al.*, 2003).

El INEGI (2007) hace referencia 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 la cifra

alcanzó las 402 hectáreas con una producción de 1,228 t y por último en el año 2004 la extensión de tomate orgánico aumento a 430 ha, con una producción total de 4,484 t.

Otra de las realidades es que muchos consumidores consideran que la producción intensiva en invernadero, con elevados consumos de energía y altas dosis de fertilizantes, va contra los ideales de la producción orgánica, por otro lado la utilización de pesticidas a base de cobre es un problema para la imagen de la producción biológica entre los consumidores y muchos minoristas que exigen una producción sin la presencia de tal sustancia. En algunas explotaciones, las pulverizaciones, por vecinos menos cuidadosos, pueden contaminar la producción. Es el agricultor orgánico el que debe tomar cuidados para prevenir cualquier contaminación de sus productos (Brandt *et al.*, 2006).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica y clima de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera se encuentra comprendida entre los paralelos 24° 10' y 26° 45' de latitud norte y los meridianos 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste de Greenwich, con una altura promedio sobre el nivel del mar de 1,100 metros. 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 lluvias 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 cual se localiza 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 fue la germinación en charolas de poliestireno, con 200 cavidades utilizando, Peat moss (Premier ®), de la semilla de tomate saladette de la variedad Rio Grande, (West Hills seeds ®) de crecimiento determinado, efectuada en las instalaciones del invernadero de la UAAAN-UL el 30 de marzo del 2010 y la segunda etapa fue el trasplante del cultivo de tomate en el campo experimental de la UAAAN-UL que se realizó el 25 de mayo del 2010.

3.3 Abono orgánico

Para realización de este trabajo de investigación se utilizó como abono orgánico el VC para cubrir la demanda nutritiva del tomate. El VC o lombricompost, estiércol procesado por lombrices californianas (*Eisenia fetida*) 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 un relación 1:1:1, esta mezcla se mantuvo en contacto con las lombrices durante un período de tres meses.

3.4 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó aplicando un rastreo cruzado el 20 de mayo del 2010. El mismo día se levantaron los bordos o camas de siembra con ancho de 1.5 m.

La aplicación de VC se efectuó el 23 de mayo del 2010, utilizando pala y azadón para realizar su incorporación al suelo, a una profundidad de 10

cm, concluida esta actividad, se aplicó un riego e inmediatamente después se realizó el trasplante.

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Siembra y trasplante

La siembra se realizó el 30 de marzo del 2010 en charolas germinadoras de poliestireno con 200 cavidades, el sustrato empleado para germinación fue Peat moss, (Premier®) y se utilizó la variedad Rio Grande. El trasplante de las plántulas se llevó a cabo el día 25 de mayo del 2010, es decir 56 días después de la siembra, con una distancia entre plantas de 40 cm.

3.5.2 Riego

A los tres días del trasplante se le aplicó el primer riego de auxilio con una duración de cuatro horas gastando 4 L por gotero, de allí 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.

3.5.3 Fertilización

En el caso de los tratamientos con VC, este producto se aplicó previo al trasplante, y en el caso del tratamiento con fertilizantes sintéticos, la fertilización se efectuó en dos etapas, la primera, inmediatamente después de que las plántulas fueron colocadas en la superficie de destinada para el

experimento y la segunda durante la etapa de floración, aproximadamente 25 días después del trasplante. En los Cuadros 1 y 2 se presentan los tratamientos evaluados la dosis de fertilización, los materiales fertilizantes y las cantidades utilizadas durante el desarrollo del cultivo de tomate.

Cuadro 1. Tratamientos de fertilización en el cultivo de tomate bajo condiciones de campo.

Tratamientos	Dosis·ha ⁻¹
T1 testigo absoluto	Sin fertilización
T2 fertilización sintética	200-20-40 (kg)
T3 vermicompost	10 t
T4 vermicompost	20 t
T5 vermicompost	30 t

Cuadro 2. Productos utilizados en el tratamiento de fertilización sintética y dosis aplicada por etapa durante el desarrollo del cultivo de tomate.

Elemento	Producto	1era aplicación (g)	2da aplicación (g)
Nitrógeno	Urea	48	48
Fósforo	Fosfato Diamónico (DAP)	9.6	9.6
Potasio	Triple 17	19.2	19.2

3.5.4 Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo del cultivo se presentaron las siguientes plagas y enfermedades: mosquita blanca (*Trialeurodes* spp; *Bemisia tabaci*), pulgones (*Aphis* spp; *Myzus* spp), en cuanto enfermedades la única que se registró fue el Damping off.

Para el control de las plagas antes mencionadas se utilizaron los siguientes productos: solución de jabón Ariel ® al 5%, también se aplicó extracto de ajo (*Allium sativum* L.) usando dos cabezas y 10 chiles (*Capsicum annuum* L.), disueltos en 20 L de agua. Estos productos se aplicaron por la mañana o por la tarde, cuando se detectó una alta actividad de la mosquita blanca.

3.5.5 Aporques y deshierbes

Durante el desarrollo del cultivo se realizaron un total de tres aporques y cinco deshierbes, manualmente. Utilizando azadón, pala, machete, estas actividades se efectuaron cada 15 días después del trasplante.

3.5.6 Tutorado

El tutorado se implementó cuando la planta alcanzó una altura de 30 cm, con la finalidad de mantenerla erguida y con ello evitar que las hojas y frutos estuvieran en contacto con el suelo. Esta labor se llevó a cabo con un amarre de rafia a la base del tallo evitando el estrangulamiento de éste, y conforme la planta presentó crecimiento se enredaba la rafia a la planta, esta labor se realizaba cada semana colocando troncos soporte y alambre.

3.5.7 Cosechas

La cosecha se realizó manualmente cuando los frutos presentaban ya un color rojo, para realizar la toma de datos correspondiente. En total se realizaron tres cosechas.

3.6 Variables a evaluar

Las variables que se evaluaron fueron:

- **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.
- **Diámetro polar y ecuatorial.** De las tres plantas y de cada racimo se utilizaron el segundo y tercer fruto y Cada fruto fue medido con un vernier graduado de metal 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 los diámetros polar y ecuatorial.
- **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.
- **Sólidos solubles.** La concentración de los sólidos solubles y su valor promedio se realizó colocando una gota del jugo del tomate sobre un refractómetro manual (Atago, modelo Pelette®) esta gota se obtuvo de los frutos antes indicados.
- **Peso del fruto.** Para esta variable y su valor promedio se utilizaron todos los frutos obtenidos de las tres plantas de cada parcela útil, las cuales en promedio presentaron cuatro racimos, con aproximadamente cuatro frutos por racimo, los valores se registraron con apoyo de una balanza analítica (Sartorius®).

- **Rendimiento.** Para obtener el rendimiento total por hectárea de cada tratamiento, con sus cinco repeticiones, se extrapoló el peso promedio de todos los frutos de la parcela útil (1.8 m²) aplicando una regla de tres simple.

3.7 Diseño experimental

Los cinco tratamientos y sus cinco repeticiones fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar. Cada parcela experimental midió 14.4 m², y constó de tres surcos de 3.2 x 1.5 m de largo y ancho, respectivamente. Por su parte, para la parcela útil, con dimensiones de 1.8 m² (1.2 x 1.5 m de largo y ancho, respectivamente) sólo se consideraron tres plantas del surco central, debido a que en el resto de las plantas se registraron daños y robos por personas ajenas al experimento.

3.8 Análisis estadístico.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre las variables evaluadas se aplicaron los análisis de varianza correspondientes, y cuando se determinaron diferencias significativas se realizó la comparación de medias utilizando la prueba de la diferencia mínima significativa (DMS) al 5 %. Ambos análisis se llevaron a cabo utilizando el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 6.12 (SAS, 1998).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Rendimiento

El análisis de varianza para rendimiento no registró diferencia significativa debido al efecto de los tratamientos., El tratamiento T3 (10 t•ha⁻¹ de VC) obtuvo como resultado 68 t•ha⁻¹; el cual superó al resto de los tratamientos, en orden descendente le siguió el tratamiento T4 (20 t•ha⁻¹ de VC) con de 52.39t•ha⁻¹ y T4 (30 t•ha⁻¹ de VC) con de 52 t•ha⁻¹ por otro lado el tratamiento que resultó con menor rendimiento fue el T2 (fertilización sintética) con 26.63 t•ha⁻¹.

Por otro lado, al comparar los valores promedio de rendimiento obtenido en cada tratamiento (cuadro 3) es necesario destacar que el valor obtenido en T3 (10 t•ha⁻¹ de VC) superó al resto de los tratamientos, en el caso del tratamiento T1 (testigo absoluto) con 31.89 t•ha⁻¹ y para los tratamientos restantes en al menos 16 t•ha⁻¹.

Cuadro 3. Rendimiento total del cultivo de tomate con fertilización orgánica e inorgánica bajo condiciones de campo, ciclo 2010 UAAAN UL.

Fertilización	Rendimiento (t•ha⁻¹)
T4 VC 20 t	52.39
T1 Testigo absoluto	36.11
T3 VC 10 t	68
T2 Fertilización sintética	29.63
T5 VC 30 t	52
Media	47.5%
CV (%)	47.6

Los resultados obtenidos superan a la producción nacional que en promedio fue de 39.1 t•ha⁻¹ durante el año 2010 a campo abierto, (SIAP, 2010). También superaron al rendimiento obtenido por Espinosa (2011) quien obtuvo un valor promedio de 27.8 t•ha⁻¹, bajo condiciones de campo con fertilización orgánica con los híbridos de tomate Roma evaluando las variedades Kikapoo y Rafaello con los que se obtuvieron 2 kg•m⁻² en los tratamientos de fertilización orgánica.

Por otro lado, el experimento publicado por Cih (2011), realizado en diversas regiones del estado de Jalisco, a campo abierto con acolchado plástico, riego por goteo y fertirrigación, con diversas variedades de tomate, obtuvo un rendimiento entre 65 y 70 t•ha⁻¹ en la región de Sayula siendo esta la más alta, otra de las regiones bajo las mismas condiciones es la Sierra de Amula con un rendimiento de entre 35 y 70 t•ha⁻¹, por último la región de la Ciénaga se registro un rendimiento que oscilo en 50 y 70 t•ha⁻¹.

4.2 Altura de planta

El análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa ($P \leq 0.01$) entre los tratamientos para la variable altura de planta. El valor promedio registrado para esta variable fue de 39.66 cm y un coeficiente de variación de 11.9 %, valores que se muestran en el Cuadro A2.

En el Cuadro 4 se observa que los tratamientos T3 ($10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) y T5 ($30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) de VC registraron la mayor altura, mientras que el tratamiento T2 (fertilizante inorgánico) presentó la menor altura.

Cuadro 4. Altura de planta de tomate con fertilización orgánica e inorgánica bajo condiciones de campo

Tratamiento	Altura de planta (cm)
T1 Testigo absoluto	42.9 ab
T2 Fertilización sintética	28.3 c
T3 VC 10 t	45.5 a
T4 VC 20 t	36.9 b
T5 VC 30 t	44.5 a
MEDIA	39.66
DMS	6.3

DMS= diferencia mínima significativa, valores con diferentes letras son estadísticamente diferentes, DMS al 5%

4.3 Diámetro polar

En el análisis de varianza para la variable diámetro polar se registró diferencia significativa ($P \leq 0.05$), mostrando una media de 7.59 cm y un coeficiente de variación de 5.39 % Cuadro A3. Los mejores tratamientos fueron el T3 con $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de VC y el T5 con $30 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de VC, con un valor promedio de 5.6 cm. Y el tratamiento con menor diámetro polar fue el T2 (Fertilización sintética) con 5.1 cm (Cuadro 5).

En el experimento realizado por Espinosa (2011) se determinó un valor promedio de 9.3 cm, de diámetro polar, bajo condiciones de campo con fertilización orgánica con los híbridos de tomate Roma, superando ampliamente a los valores determinados en el presente trabajo.

En comparación con Baldomero (2007) quien analizó las variedades de tomate saladette Loreto y SUN7705 en invernadero con fertilización sintética, obteniendo resultados en la variedad de Loreto de 7.5 cm, y 7.4 en la variedad SUN7705, coincidiendo estos resultados con este experimento en campo con fertilización orgánica

4.4 Diámetro ecuatorial

Respecto al diámetro ecuatorial el análisis de varianza registró diferencia no significativa, por efecto de los tratamientos, con un coeficiente de variación de 6.47 % y una media de 4. cm.0 Cuadro A5.

Los resultados obtenidos en este análisis concuerdan con lo descrito por Espinosa (2011) que registró una media de 4.3 cm para el diámetro ecuatorial, bajo condiciones de campo con fertilización orgánica aplicada al híbrido de tomate Roma, evaluando las variedades Kikapoo y Rafaello a los que se le aplicaron $2 \text{ k}\cdot\text{m}^{-2}$ en los tratamientos de fertilización orgánica.

Por su parte, Baldomero (2007) encontró en sus resultados un valor promedio de 5.6 cm en la variedad de tomate Loreto y 5.4 cm en la variedad SUN7705, superando ligeramente los resultados mostrados en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Comparación de los valores promedio de los diferentes tratamientos para las variables de peso, diámetro polar, diámetro ecuatorial de los frutos de tomate.

Tratamiento	Diámetro polar	Diámetro ecuatorial
T1 Testigo absoluto	5.3 ab	4.2
T2 Fertilización sintética	5.1 b	4.1
T3 VC 10 t.	5.6 a	4.3
T4 VC 20 t.	5.2 ab	4.1
T5 VC 30 t	5.6 a	4.3

Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes

4.5 Numero de lóculos

En el análisis de varianza aplicado a la variable número de lóculos se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, siendo los tratamientos T2, T3 y T4 los más altos en promedio con 2.5 lóculos y el menor número de lóculos se registró en los tratamientos T1 y T5, con 2.4 lóculos. La media general presentó un valor de 2.4 lóculos y un coeficiente de variación de 5.55 %.

Espinoza (2011) obtuvo una media de 3 lóculos siendo mayor su promedio, bajo condiciones similares de campo con fertilización orgánica en el híbrido de tomate Roma evaluando las variedades Kikapoo y Rafaello a los que se les aplicaron dosis de $2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en los tratamientos de fertilización orgánica.

Cuadro 6. Comparación de medidas de los diferentes tratamientos para las variables número de lóculos, sólidos solubles y espesor de pericarpio

Tratamiento	Numero de lóculos	Sólidos solubles	Espesor de pulpa (cm)
T1 Testigo absoluto	2.3	3.8	0.48 ab
T2 Fertilización sintética	2.4	4.0	0.48 ab
T3 VC 10 t.	2.4	4.1	0.60 a
T4 VC 20 t.	2.4	4.2	0.44 b
T5 VC 30 t	2.3	4.1	0.48 ab

Medias con diferente letra son estadísticamente diferentes

4.6 Sólidos solubles

En el Cuadro A6, donde se presente al análisis de varianza para el contenido de sólidos solubles, con un coeficiente de variación de 6.98%; El tratamiento que presentó el menor valor promedio de sólidos solubles fue el T1 (Testigo absoluto), con 3.9 °Brix, siendo el valor más alto el del tratamiento T4 (20 t•ha⁻¹ de VC) con un promedio de 4.2 °Brix, (Cuadro 6).

Los valores registrados para la concentración de los sólidos solubles coinciden con lo registrado por Espinosa (2011) quien reportó una media general de 4.5 °Brix, bajo condiciones de campo con fertilización orgánica e inorgánica en los híbridos de tomate Roma, evaluando Kikapoo y Rafaello, que recibieron 2 kg•m⁻¹ en los tratamientos de fertilización orgánica.

Baldomero (2007) muestra en sus resultados un valor promedio de 4.9 sólidos solubles en la variedad de tomate Loreto y 4.8 cm en la variedad SUN7705, superando ligeramente los resultados mostrados en el Cuadro 6.

4.7 Espesor de pericarpio

El análisis de varianza para el espesor de pericarpio, no mostró diferencia significativa, obtuvo un coeficiente de variación de 20.1% y una media para los tratamientos de 0.49 cm de espesor, correspondiendo el valor más alto para el tratamiento T3 (10 t•ha⁻¹ de VC) con 0.60 cm y el menor valor para el tratamiento T4 (20 t•ha⁻¹ de VC) con un promedio de 0.44 cm (cuadro 6).

Los resultados aquí mostrados son inferiores a los encontrados por Espinosa (2011) que reporto 0.64 cm de espesor de pericarpio bajo

condiciones de campo con fertilización orgánica e inorgánica los en híbridos de tomate Roma con las variedades Kikapoo y Raffaello que recibieron 2 $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ en los tratamientos de fertilización orgánica.

V. CONCLUSIONES

De las diferentes dosis de fertilización orgánica aplicadas al cultivo de tomate bajo condiciones de campo, comparadas con fertilización inorgánica o tradicional, se obtuvo mayor rendimiento con la dosis de $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de VC con un resultado de $68 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de producción de tomate. Mientras que el menor rendimiento lo presentó el tratamiento T2 con la dosis de Fertilización sintética con un total de $39.6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$.

Para la determinación de la calidad de frutos en los diferentes análisis, los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos T3, en los que se aplicaron los abonos orgánicos, con dosis de $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ de VC, respectivamente.

En este experimento se superaron las expectativas en campo comparado con la fertilización tradicional o inorgánica.

Por último se cumplieron las metas establecidas en este experimento al igual que la hipótesis de que es posible producir tomate con aplicación de VC obteniendo excelentes resultados con dosis de $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ y no es necesario utilizar un alto contenido de VC para tener resultados aceptables

VI. RESUMEN

La demanda creciente de alimentos y el deterioro del ambiente, obliga a utilizar técnicas de producción que permitan hacer uso más eficiente y sostenible de los recursos. Una manera adecuada para controlar estos cambios, nocivos para la humanidad, es la utilización de sistemas orgánicos no solo en la agricultura sino en todos los aspectos sociales.

La presente investigación se llevo 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.

Los cinco tratamientos y sus cinco repeticiones fueron distribuidos en un diseño de bloques al azar. Cada parcela experimental midió 14.4 m², y constó de tres surcos de 3.2 x 1.5 m de largo y ancho, respectivamente. Por su parte, para la parcela útil, con dimensiones de 1.8 m² (1.2 x 1.5 m de largo y ancho, respectivamente) sólo se consideraron tres plantas del surco central, debido a que en el resto de las plantas se registraron daños y robos por personas ajenas al experimento.

Los tratamientos evaluados fueron: T1.- Testigo absoluto, sin fertilización, T2.- Fertilización sintética de 200-80-40 (N-P-K), y tres dosis de VC de 10, 20 y 30 t•ha⁻¹, para los tratamientos T3, T4 y T5, respectivamente. El mejor rendimiento se registró en el tratamiento T3 con dosis de 10 t•ha⁻¹ de VC, con 68 t•ha⁻¹.

El propósito de este trabajo es básicamente dar a conocer si se pueden obtener resultados adecuados con la producción orgánica, comparada con el sistema tradicional, el gran problema surge en la aceptación de este medio de producción por ello este trabajo utilizando el VC como fuente nutritiva para las plantas.

Palabras claves: calidad, agricultura orgánica, vermicompos, fertilización y abonos orgánicos.

VII. LITERATURA CITADA

- Alrøe, H. F., Kristensen, E.S. 2004. Basic Principles for Organic agriculture: Why? And What kind of principles? *Ecology y farming* 26: 27-30.
- Atiyeh, R. M., Subler, S., Edwards, D. A., Bachman, G., Metzger, J. D., and Shuster, W. 2000. Effects of vermicomposts and composts on plant growth in horticultural container media and soil. *Pedobiologia*. 44: 579-590.
- Atiyeh, R. M., Edwards, D. A.; Subler, S., Metzger, J. D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bending plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Biores. Technol.* 78: 11-20
- Baldomero, H. Z. 2007. Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con sustratos bajo invernadero. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto Politécnico Nacional. Unidad Oaxaca, México. 176 p.
- 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. p. 147-174.
- Brandt, K., Luck, L.; Wyss, G., Velimirou, A. y Torjusen, H. 2006. Producción de Tomate, control de calidad y seguridad en las cadenas de producción orgánica. Publicado por FiBL. Disponible en:

http://organichaccp.org/Upload/OrganicHACCP/Leaflet/ES/12to/Tomatoes_ES.pdf. Fecha de consulta: 28/10/11.

Cano, P. y Márquez, C. 2007. Producción orgánica de tomate bajo invernadero. (Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos16/tomate-organico/tomate-organico.shtm>). Fecha de consulta: 26/10/11.

Castillo, E. A., Quirin, H. S., Iglesias, C. M. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaboradas a partir de residuos orgánicos puros y combinados. Agricultura Técnica (Chile) 80: 74-79.

Chamarro L. J. 2001. Anatomía y fisiología de la planta. *In*: El cultivo del tomate. F. Nuez (Ed). Mundi-prensa. España. p. 43-91.

Cih, D. I., Jaramillo, V. J., Tornero, C. M., Schwentesius, R. R. 2011. Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el estado de Jalisco, México. Universidad Autónoma de Yucatán. Rev. Tropical and sub tropical agroecosystems, Yucatán, México. 14(2):501-511.

Comisión Nacional del Agua (CNA). 2002. Gerencia Regional. Cuencas centrales del norte, subgerencia, regional técnica y administrativa del agua, Torreón Coahuila.

Cruces C. R. 1990. Lo que México aporó al Mundo. Edit. Panorama. 2ª reimpresión. México, D.F. p. 61-64.

Cruz, R. V. de Almeida T., V.C., de Andrade, I.F., Neto, A.I., do Nascimento, R.V., Villa, A., F. 2003. Produção de minocas e composição mineral do vermicomposto e das fezes procedentes de bubalinos e bovinos. Ciec. Agrotec. Lavras. 27:1409-1418.

- Cruz B. L. 2007. Calidad de semilla de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) por efecto de potenciales osmóticos, calcio y podas bajo condiciones de invernadero. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. De México. 177 p.
- Edwards CA, Burrows I, Fletcher KE, Jones BA. 1984. The use of earthworms for composting farm wasted. En: Gasser JKR (ed). Composting of agricultural and other wastes. Els. App. Sci. Publ. London. 241 pp.
- Espinoza, P. O. 2011. Producción de tomate con aplicación de composta y riego por cintilla en la comarca lagunera. Tesis de licenciatura UAAAN UL. Torreón Coahuila, México.
- Esquinas-Alcázar J. y F. V. Nuez. 2001. Situación taxonómica, domesticación y difusión del tomate. *In: El Cultivo del Tomate*. F. Nuez (Ed). Mundi-prensa. España pp. 13-42.
- Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM) y el instituto de investigación de Agricultura Orgánica. 2009. "El mundo de la Agricultura Orgánica: Estadísticas y Nuevas Tendencias de 2009". Disponible en: <<http://aaoch.cl/node/79>> Fecha de consulta (27/10/2011).
- Fernández, R. E. J., Camacho, F. F. y Ricardez, S. M. 2004. Tomates, producción y comercio, Edición de horticultura, Barcelona, España. p. 35.
- Fonseca, A. E. 2006. Producción de tomate en invernadero. *In: cuarto simposio internacional de producción de cultivos en invernadero*. UANL. Olivares, S. E. (ed.) Facultad de agronomía. Monterrey, N.L. México p. 1-8.

- Gómez, T.L., Gómez, C. M. A., Schwentesius, R. R. 1999. Producción y comercialización de hortalizas orgánicas en México. *In: agricultura de exportación en tiempos de globalización, el caso de las hortalizas, flores y frutos*. Gramont de C., H.; Gómez C., M. A.; González, H.; Schwentesius, R. R. (eds.). CIEESTAM/UACH. México. pp. 121-158
- Gómez, R. y Castañeda, R. 2000. "la agricultura orgánica, calidad integral de la producción". En revista *Agro Tiempos*. Tabasco, México. No. 89. Agosto. 56 p.
- Gómez, C., M., Gómez, T.L., y Schwentesius R. R. 2001a. Desafíos de la agricultura orgánica. Certificación y comercialización, Mundi-prensa, Universidad Autónoma de Chapingo, tercera edición, México, 224 p.
- Gómez, M. A.; Schwentesius R., y Gómez L. 2001b. Agricultura orgánica de México: Datos básicos. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, pesca y Alimentación. Segunda edición. México. pp.9-3.
- Gómez, M. A., Gómez, L., Lobato, A., Schwentesius, R. y Meráz, M 2003. Producción, comercialización y certificación de la agricultura orgánica en América Latina. U. A. Chapingo. Chapingo, México. pp. 92-192.
- Gómez, M. A., Schwentesius R. R y Gómez T. L. 2006. Agricultura orgánica de México. Edit. CIESTAAM. México. p. 19-44.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007 (En línea). (México, DF). Disponible en: <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=ma mb92&-c=5898>. Fecha de consulta 27/10/11.

- Melgarejo R., M. Y I. Ballesteros M. 1997. Evaluación de algunos parámetros fisicoquímicos y nutricionales del humus de lombriz y composta. Derivados de diferentes sustratos. Universidad nacional de Colombia. Revista colombiana de química. 26 p.
- Michel, M. R. 2007. Evaluación de un híbrido de tomate con fertilización orgánica e inorgánica con diferentes sustratos bajo invernadero. Tesis de licenciatura. UAA Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 105 p.
- Moreno R. L. 2009. Evaluación para calidad de fruto de dos genotipos de tomate bola (*Lycopersicon esculentum* Mill) en sustrato orgánico e inorgánico bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAA Antonio Narro. Torreón, Coahuila, México. 87 p.
- Norma Oficial Mexicana NOM-037-FITO, 1995. Norma Oficial Mexicana, por la que se establecen las especificaciones del proceso de producción y procesamiento de productos agrícolas orgánicos. México, D. F.
- Nova, A. 2006. La producción y el mercado de los productos orgánicos en el mundo 2000-2005. Estudios de la economía Cubana de la universidad de la habana. Disponible en: http://www.grupochorlavi.org/php/doc/documentos/2005produccion_agricolaorganica-.pdf Fecha de consulta: 27/10/11.
- Nuez, V., F. 2001. Desarrollo de nuevos cultivares. Pp. 626. *In*: El cultivo del tomate F. Nuez (ed.) , Editorial Mundi-prensa, México.
- Organización de las Naciones Unidas (FAO). 2000. Producción de tomate bajo condiciones protegidas. Medellín, Colombia. Disponible en: <http://www.fao.org>. Fecha de consulta: 24/10/11.

- Organización de las Naciones Unidas (FAO). 2001 Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicos. Roma, Italia.
- 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
- Quintero, S. R. 2000. El cultivo del aguacate orgánico en México. *In*: Curso internacional para inspectores orgánicos. Volumen I. ex hacienda caracha, Uruapan, Michoacán, México. Abril del 2000. Instituto politécnico nacional, universidad michoacana de san Nicolás de Hidalgo.
- Quintero A. 2004. La composta. Curso sobre agricultura orgánica. Guadalajara, Jal. INCAPA. 55 p.
- Rodríguez R. R., J. M. Tavares R. y J. A. Medina J. 2001. Cultivo moderno del tomate. Mundi-prensa. Madrid, España. 255 p.
- Rosen J., C and Bierman M., P. 2005. Using manure and compost as nutrient sources for vegetable crops. University of Minnesota, Extensión Service. USA 12 p.
- Salazar, S. E. 2003. Abonos Orgánicos y Plasticultura. Gómez Palacio, México, Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED. 233 p.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2004. Cultivos orgánicos y no tradicionales permiten exportaciones por alrededor de 140 millones de dólares. Disponible en: <http://www.sagarpa.gob.mx/cgcs/boletines/2004/enero/B003.pdf>.>
Fecha de consulta 27/10/11.

- Santamaría, R.S., Ferrera, C. R., Almaraz, S. J., Galvis, S. A., Barois, B. I. 2001 Dinámica y relaciones de microorganismos, C-nitrógeno y N-total durante el composteo y vermicomposteo. *Agrociencia*. 35: 377-384
- Santibáñez, E. 1992. La Comarca Lagunera. Ensayo monográfico. Tipográfica Reza. S.A. Torreón Coahuila, México. p. 14.
- Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2010. Producción Agrícola. Disponible en; http://www.siap.gob.mx/aagricola_siap/icultivo/index.jsp.> Fecha de consulta 28/05/2012.
- Soto, G., y Muños, C. 2002. Consideraciones teóricas y prácticas sobre el compost y su empleo en la agricultura orgánica. *Manejo Integrado de plagas*. Costa Rica. 65: 123-129.
- Statistical Analysis System (SAS). 1998. Statistical Analysis System (SAS) version 6.12 (SAS, 1998). Edition Cary N: C: United State of America
- Toyes A., R. S. 1992. La agricultura orgánica: una alternativa de producción para pequeñas zonas agrícolas. Los cabos, Baja California Sur. México. Tesis profesional. Universidad de Baja California Sur. pp. 17-43.
- Urrestarazu, M., Salas, C. M.; Padilla, I. M.; Moreno, J.; Elorrieta, A. M.; Carrasco, G. A. 2001. Evaluation of different compost from horticulture crop residues and their uses in green house soils cropping. *Acta Hort*. 549: 147-152.
- Zamorano, U. J. 2005. Evaluación y perspectivas de la agricultura orgánica en México. *Claridades agropecuarias*. pp. 3-4.

VIII. APENDICE

Cuadro A1. Análisis de varianza para la variable de rendimiento, con fertilización orgánica e inorgánica en campo, 2010 UAAAN UL

FV	GI	SC	CM	FC	P>F
Tratamiento	4	4566.9	1141.7	2.23	0.1118
Rep.	4	1085.05	271.2	0.53	0.7159
Error	16	8199.01	512.4		
total	24	13851.05			
CV	47.5%				
Media	47.6				

** =Altamente Significativo NS= no significativo

Cuadro A2. Análisis de varianza para la variable altura, con fertilización orgánica e inorgánica en campo, 2010 UAAAN UL

FV	GI	SC	CM	FC	P>F
Tratamiento	4	1024.3	256.0	11.42	0.0001**
Rep.	4	83.11	20.77	0.93	0.4728 NS
Error	16	358.66	22.41		
total	24	1466.15			
CV	11.93%				
Media	39.6				

** =Altamente Significativo NS= no significativo

Cuadro A3. Análisis de varianza para la variable diámetro polar, con fertilización orgánica e inorgánica en campo, 2010 UAAAN UL

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Bloque	4	1.35	0.338	2.02	0.1404
Tratamiento	4	1.31	0.329	1.96	0.1489
Error	16	2.68	0.167		
Total	24	5.35			
CV	7.59%				
Media	5.39				

** =altamente significativo

Cuadro A4. Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial, con fertilización orgánica e inorgánica en campo, 2010 UAAAN UL

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Bloque	4	0.613	0.153	1.75	0.1884
Tratamiento	4	0.245	0.061	0.70	0.6028
Error	16	1.402	0.087		
Total	24	2.261			
CV	6.97%				
Media	4.24				

** =altamente significativo

Cuadro A5. Análisis de varianza para la variable de número de lóculos, con fertilización orgánica e inorgánica en campo, 2010 UAAAN UL

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Bloque	4	0.044	0.011	0.62	0.6549 NS
Tratamiento	4	0.052	0.013	0.73	0.5831 NS
Error	16	0.284	0.017		
Total	24	0.380			

CV 5.55%

Media 2.40

NS = No significativo

Cuadro A6. Análisis de varianza para la variable de sólidos solubles, con fertilización orgánica e inorgánica en campo, 2010 UAAAN UL

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Bloque	4	0.962	0.231	2.84	0.0592
Tratamiento	4	0.394	0.098	1.21	0.3457
Error	16	1.3056	0.081		
Total	24	2.626			

CV 6.98%

Media 4.08

** =altamente significativo

Cuadro A7. Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa, con fertilización orgánica e inorgánica en campo, 2010 UAAAN UL

FV	GI	SC	CM	F	P>F
Bloque	4	0.013	0.003	0.33	0.8504
Tratamiento	4	0.073	0.018	1.81	0.1757
Error	16	0.162	0.010		
Total	24	0.246			
CV	20.1%				
Media	0.49				

** =altamente significativo