

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO**

**UNIDAD LAGUNA**

**DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS**



**“EFECTO DE VERMICOMPOS, COMPOST Y FERTILIZANTES SINTÉTICOS EN EL  
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE (*PHYSALIS IXOCARPA* BROT) A CAMPO  
ABIERTO”**

**POR:**

**BENJAMIN AVILES AVILES**

**TESIS**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

**TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.**

**DICIEMBRE 2015**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

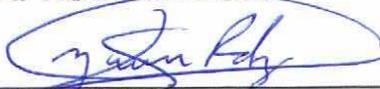
UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

TESIS DEL C. BENJAMIN AVILES AVILES, QUE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN  
DEL H. JURADO EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL  
TITULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

APROBADA POR:



PRESIDENTE:

DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

VOCAL:



MC. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

VOCAL:



ING. FEDERICO VEGA SOTELO

VOCAL SUPLENTE:



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS



M. E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS  
Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas



TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO.

DICIEMBRE DE 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
UNIDAD LAGUNA  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

EFFECTO DE VERMICOMPOS, COMPOST Y FERTILIZANTES SINTÉTICOS EN EL  
RENDIMIENTO Y CALIDAD DE (*PHYSALIS IXOCARPA* BROT) A CAMPO  
ABIERTO.

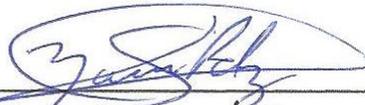
POR:  
BENJAMIN AVILES AVILES

TESIS

QUE SE SOMETERÁ A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORIA COMO  
REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA  
APROBADA POR

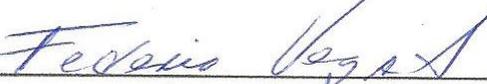
ASESOR PRINCIPAL:

  
DRA. NORMA RODRÍGUEZ DIMAS

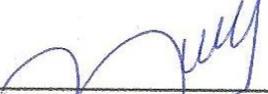
ASESOR:

  
MC. LUZ MARÍA PATRICIA GUZMÁN CEDILLO

ASESOR:

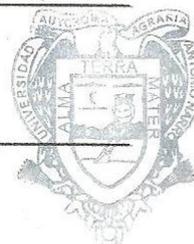
  
ING. FEDERICO VEGA SÓTELO

ASESOR:

  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

  
M. E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Coordinación de la División de  
Carreras Agronómicas

TORREÓN, COAHUILA, MÉXICO

DICIEMBRE DE 2015

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios, por concederme vida, salud y las oportunidades que me da la vida, de concluir satisfactoriamente esta meta más en mi vida.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna, por ser la institución donde adquirir las herramientas para desarrollarme, darme la oportunidad de cumplir esta meta.

A la Dra. Norma Rodríguez Dimas por oportunidad de trabajar como su tesista, su apoyo, sus motivaciones y su tiempo constante en el proyecto.

A mi familia, padres y hermanos por su apoyo incondicional emocional, económico, por todos esos momentos que hemos conviviendo juntos.

Al comité de asesores, Ing. Federico Vega Sotelo, Ing. Juan Manuel Nava Santos, MC. Luz María Patricia Guzmán Cedillo, quienes me apoyaron en la revisión de tesis.

## **DEDICATORIA**

A mi esposa, Ma. Del Carmen Maldonado Rodríguez, por estar siempre con migo apoyando en todos los momentos difíciles de mi carrera por su amor y cariño que me brinda.

A mi hijo, Erick Aviles Maldonado, por darme la mayor alegría de mi vida, por ser la persona quien me da fortaleza para continuar cuando sentía rendime gracias.

A mi padre, Moisés Aviles Jaimes, por sus sacrificios que realizo para apoyarme con mis estudios y su apoyo moral.

A mi madre, Carlota Aviles García, por darme la vida y contribuir con lo esencial de mi formación educativa para lograr hoy una meta más en mi vida.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO .....	I
DEDICATORIA.....	II
RESUMEN .....	VIII
I.    Introducción.....	1
1.1    Objetivo .....	3
1.2    Hipótesis.....	3
II.   Revisión de Literatura .....	4
2.1    Centro de origen de tomate de cascara .....	4
2.1.1 Importancia económica de tomate de cascara.....	4
2.1.2 Uso y beneficios del genero <i>Physalis</i> .....	5
2.1.3 Agricultura orgánica en México.....	6
2.1.4 La agricultura orgánica en el mundo .....	9
2.1.5 El mercado de cultivos orgánicos .....	11
2.2.1 Uso de Vermicompost en la agricultura.....	12
2.2.2 Beneficios de Vermicompost .....	14
2.2.3 Uso de compost y vermicompost en cultivos hortícolas .....	17
2.2.4 Uso de compost en la agricultura.....	19
2.2.5 Beneficio de los abonos orgánicos en la agricultura .....	21
2.3.1 Fertilización química.....	22
2.3.2 Contaminación de fertilizantes sintéticos .....	24
2.3.3 Requerimientos hídricos .....	25
2.3.4 Uso de acolchado plástico .....	26
2.4.1 Reguladores de crecimiento en tomate de cascara.....	27
2.4.2 Polinización .....	28
2.4.3 Conservación poscosecha de tomate.....	28
2.4.4 Sólidos solubles totales .....	29
2.4.5 Plagas del tomate de cascara .....	30
2.5.1 Enfermedades en tomate de cascara .....	30
2.5.2 Control de malezas .....	32
2.5.3 Antecedentes de la investigación.....	34

<b>III.</b>	<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>38</b>
3.1	Descripción del área de estudio .....	38
3.1.1	Diseño experimental .....	38
3.1.2	Descripción del material experimental.....	38
3.1.3	Características del suelo del campo experimental .....	39
3.1.4	Preparación del terreno.....	39
3.1.5	Instalación del Sistema de riego.....	39
3.2.1	Acolchado pastico .....	40
3.2.2	Siembra de tomatillo.....	40
3.2.3	Trasplante.....	40
3.2.4	Barreras protectoras.....	41
3.2.5	Fertilización química.....	41
3.3.1	Fertilización orgánica .....	41
3.3.2	Control de plagas.....	42
3.3.3	Cosecha de tomate .....	43
3.3.4	Variables a evaluar.....	43
3.3.5	Altura de la planta .....	43
3.4.1	Diámetro del tallo .....	43
3.4.2	Numero de frutos .....	44
3.4.3	Toneladas por hectárea .....	44
3.4.4	Peso del fruto con cascara y sin cascara .....	44
3.4.5	Diámetro polar y Diámetro ecuatorial .....	44
3.5.1	Espesor de pulpa .....	45
3.5.2	Numero de lóculos.....	45
3.5.3	Solidos solubles.....	45
3.5.4	Análisis de resultados .....	45
<b>IV.</b>	<b>Resultados y Discusión .....</b>	<b>46</b>
4.1	Rendimiento .....	46
4.1.1	Altura de la planta .....	46
4.1.2	Diámetro del tallo .....	47
4.1.3	Numero de frutos .....	48

4.1.4 Rendimiento con cáscara en toneladas por hectárea .....	49
4.1.5 Calidad del fruto.....	50
4.2.1 Peso del fruto con cascara y sin cascara .....	50
4.2.2 Diámetro polar.....	51
4.2.3 Diámetro ecuatorial.....	52
4.2.4 Espesor de pulpa .....	53
4.2.5 Números de lóculos.....	54
4.3.1 Sólidos solubles.....	55
V. Conclusión .....	56
VI. Bibliografía .....	57
VII. Apéndice.....	67

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Cuadro 1.</b> Análisis de suelo y contenido de elementos minerales en vermicompost y compost.....	39
<b>Cuadro 2.</b> Solución nutritiva del Tratamiento Químicos.....	41
<b>Cuadro 3.</b> Contenido de elementos minerales en compost.....	42
<b>Cuadro 4.</b> Contenido de elementos minerales en vermicompost.....	42

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Altura de la planta bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	46
<b>Figura 2.</b> Diámetro del tallo bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	47
<b>Figura 3.</b> Número de frutos bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	48
<b>Figura 4.</b> Toneladas por hectárea bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	49
<b>Figura 5.</b> Peso de futro con cascara y sin cascara bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.....	50
<b>Figura 6.</b> Diámetro polar bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	51
<b>Figura 7.</b> Diámetro ecuatorial bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	52
<b>Figura 8.</b> Espesor de pulpa bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	53
<b>Figura 9.</b> Número de lóculos bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	54
<b>Figura 10.</b> Solidos solubles bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN .....	55

## ÍNDICE DE APÉNDICE

<b>Cuadro 1 A.</b> Análisis de varianza para la variable altura de plata en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	68
<b>Cuadro 2 A.</b> Analices de varianza para la variable diámetro de tallo en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	68
<b>Cuadro 3 A.</b> Análisis de varianza para la variable número de frutos en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	69
<b>Cuadro 4 A.</b> Análisis de varianza para la variable rendimiento en toneladas por hectárea en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico .....	69
<b>Cuadro 5 A.</b> Análisis de varianza para la variable peso con cascara del fruto en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	70
<b>Cuadro 6 A.</b> Análisis de varianza para la variable peso sin cascara del fruto en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	70
<b>Cuadro 7 A.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro polar en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	71
<b>Cuadro 8 A.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	71
<b>Cuadro 9 A.</b> Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	72
<b>Cuadro 10 A.</b> Análisis de varianza para la variable número de lóculos en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.....	72
<b>Cuadro 11 A.</b> Análisis de varianza para la variable solidos solubles en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Química .....	73

## RESUMEN

Los abonos orgánicos pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales consumidos. El objetivo de este estudio es mejorar la calidad y rendimientos sustituyendo el uso de fertilizantes sintéticos por abonos orgánicos. La investigación se realizó en el campo experimental en el ciclo primavera-verano 2014 en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL), Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos: T1.- Compost, T2.- Químico, T3.- Vermicompost, y Control cada tratamiento con tres bloques y se tomaron cinco plantas para su análisis. Las variables evaluadas fueron: rendimiento y calidad de fruto. Los resultados tuvieron diferencia significativa en el rendimiento y calidad. En el número de frutos mostro los tratamientos con fertilización de compost y vermicompost estadísticamente iguales, superan a la fertilización química. En Rendimiento aunque hubo diferencias estadísticas vermicompost muestra 35 % más producción que el tratamiento control y el tratamiento compost muestra 29 % más que el control. Y la fertilización con vermicompost muestra 26.7 % más rendimiento que la fertilización química y el compost muestra 20% más producción que el tratamiento químico, por lo tanto se recomienda ampliamente la fertilización con abonos orgánicos en la producción de tomate verde pues además la fertilización orgánica mejoro la calidad en peso de fruto, tamaño del fruto, número de frutos y contenido de numero de lóculos.

**Palabra clave:** abonos orgánicos, tomate verde, *Physalis ixocarpa* Brot, producción.

## I. Introducción

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Es una especie anual, con una altura de 1 a 1,5 m, adaptada a condiciones húmedas tropicales y subtropicales. El fruto está encerrado en una cáscara que por lo general se rompe debido a la expansión de las frutas y tiene que ser eliminado antes consumo florecimiento se produce aproximadamente 42 días después de la siembra, mientras que la floración lleva a cabo en 48 días. El desarrollo de la fruta comienza una semana después la floración y la cosecha se lleva a cabo entre el 70 y 100 días después de la siembra (Robledo-Torres, *et al.* 2011).

El tomate de cáscara es la quinta hortaliza de mayor importancia en México por la superficie cultivada. En años recientes, el consumo per cápita de tomate de cáscara en México ha ido en aumento. Esta especie se localiza en diferentes regiones del país, ya sea en forma silvestre, cultivada o mejorada; y se cultiva desde los 10 a los 2,600 m de altitud. En México se reporta una media de producción de 12 t·ha<sup>-1</sup>, cuando su potencial productivo alcanza en trabajos experimentales hasta las 40 t·ha<sup>-1</sup>. Por lo tanto, es oportuno considerar nuevas alternativas de producción (Ramírez, *et al.* 2010).

El cultivo de tomate de cáscara ha aumentado en México debido principalmente al incremento de su consumo *per cápita* al año (3.5 kg); sin embargo, el rendimiento es bajo (13.14 t·ha<sup>-1</sup> en 2008) con relación al potencial de 40 t·ha<sup>-1</sup> (Valerio, *et al.* 2012).

Su ciclo biológico es corto (80 días), ya que su fruto se cosecha y consume cuando aún se encuentra fisiológicamente inmaduro. Este cultivo posee grandes perspectivas en el mercado, ya que, al ser un sustituto del jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), puede cotizarse a un alto precio, en ocasiones superiores al de éste, debido al aumento de su exportación hacia Estados Unidos de América y Canadá (Valerio, *et al.* 2012).

El compost tiene algunas ventajas sobre otros abonos orgánicos. Por ejemplo, respecto a su tasa de liberación de nutrientes, se ha reportado que del 70 al 80% de fósforo, 80 al 90% de potasio, y 11% del nitrógeno quedan disponibles para la planta en el primer año. Existen antecedentes que señalan que los nutrientes del compost pueden cubrir los requerimientos nutricionales del tomate, parcial o totalmente. Otros estudios contradicen esas aseveraciones (Márquez-Hernández, *et al.* 2013).

Se señala que las aplicaciones de sustancias húmicas de compost incrementan el rendimiento, reducen la proporción de ( $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ ) en el tejido de las hojas y en los frutos se reduce la concentración de nitratos (Dimas, *et al.* 2009).

El compostaje es una transformación microbiana de los residuos orgánicos en condiciones controladas. Este proceso se identifica como lombricompostaje cuando participan diversas especies de lombrices. Existe la creencia de que ambos procesos biotecnológicos son excelentes para elaborar abonos orgánicos (Olivares-Campos, *et al.* 2012).

Trabajos realizados demuestran que la adición de lombrices al suelo produce un incremento en el crecimiento de varias especies de cereales en zonas templadas. Más recientemente mediante una serie de experimentos de campo, se ha demostrado que la inoculación de lombrices en terrenos agrícolas tropicales puede tener también efectos notables sobre el crecimiento y rendimiento vegetal. De la misma forma que hay estudios que ponen de manifiesto los efectos positivos de las lombrices sobre el suelo y las plantas, también hay bastantes estudios que demuestran que el empleo de vermicompost puede producir también efectos positivos, evidenciando así los efectos indirectos de las lombrices sobre las plantas (Domínguez, *et al.* 2010).

### **1.1 Objetivo**

Mejorar la calidad y rendimientos sustituyendo el uso de fertilizantes sintéticos por abonos orgánicos.

Aportar la nutrición correcta al cultivo, con un enfoque a la producción de alimentos libres de químicos y con un alto valor nutricional.

### **1.2 Hipótesis**

Es posible mejorar la calidad y rendimiento en la producción de tomatillo con un mayor valor nutricional utilizando abonos orgánicos.

## II. Revisión de Literatura

### 2.1 Centro de origen de tomate de cascara

Se considera una planta nativa de México, ya que los aztecas conocían cultivo y consumían sus frutos desde antes de la llegada de los españoles. El cultivo se practica en diversas regiones del México de las áreas costeras del noroeste a nivel del mar, con siembras en verano-otoño-primavera, hasta zonas con latitudes de más de 1200 msnm. El tomate de cáscara (*Physalis* spp) existen aproximadamente 100 especies, de las cuales más de 50% son endémicas del territorio nacional, por tal razón México se considera el centro de origen y diversidad del taxón (Hernández and Yáñez 2015).

#### 2.1.1 Importancia económica de tomate de cascara

En el año 2010 se sembraron 48,475 ha de tomate de cascara, lo que ubica a esta especie en el quinto lugar en superficie cultivada con respecto a las demás hortalizas. De la superficie cultivada 73.4 % es bajo riego, principalmente en los estados de Sinaloa, Sonora, Puebla, Guanajuato, Michoacán y Zacatecas; el resto (26.6 %) se siembra bajo condiciones de temporal (secano), donde sobresalen los estados de Jalisco, Estado de México, Sinaloa, Morelos, Nayarit y Puebla (Peña-Lomelí, *et al.* 2014).

La dinámica agrícola del cultivo del tomate de cáscara demanda la generación de cultivares mejorados que se ajusten a las necesidades actuales del mercado nacional e internacional. Entre las características a mejorar destacan el rendimiento, hábito de crecimiento, distribución de la producción, así como color, forma y tamaño de fruto. El concentrar la producción en un tiempo reducido debe ser uno de los objetivos del mejoramiento genético de la especie, al menos en regiones en donde las bajas temperaturas son limitantes para su siembra, como el altiplano mexicano, ya que esto junto con la precocidad permitiría llegar al mercado más pronto y reduciría los costos de recolección (Peña-Lomelí, *et al.* 2014).

La importancia adquirida por este cultivo se debe al aumento significativo en el consumo per cápita (4.5 kg) a nivel nacional, así como al aumento de la exportación a los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá (GODINA, *et al.* 2013).

### **2.1.2 Uso y beneficios del género *Physalis***

Es fuente de vitaminas A y C, y se ha sugerido que los productos químicos aislados del tomatillo, como el ixocarpalactone A, poseen propiedades quimiopreventivas al cáncer de colon las hojas se utilizan como diuréticos, cualidades atribuidas a *P. ixocarpa* Brot. En Jalisco, su fruto y cáliz se emplean como medicina. Realiza una descripción general de las propiedades curativas que tiene *P. ixocarpa* Brot., y señala que hojas y frutos son considerados útiles en el tratamiento de cefalea y

dolor estomacal; el fruto untado con sal sirve para curar parotiditis (enfermedad infecciosa aguda en la que destaca el agrandamiento doloroso de las glándulas salivales parótidas situadas en la zona de la mandíbula, comúnmente se les conoce como paperas), mientras que el zumo tiene propiedades curativas contra la faringitis. (Hernández and Yáñez 2015).

Los cálices cocidos parecen tener cualidades medicinales contra la diabetes mellitus. Diferentes autores, indica que la infusión de cálices se usa para evitar la alopecia; el jugo del fruto alivia postemas de nariz, dolor estomacal y corrige la gastroenteritis; los frutos asados atenúan las molestias que provocan las hemorroides al frotarlos sobre la parte afectada (Hernández and Yáñez 2015).

### **2.1.3 Agricultura orgánica en México**

Los biofertilizantes son preparados de microorganismos aplicados al suelo y/o planta con el fin de sustituir parcial o totalmente la fertilización sintética así como disminuir la contaminación generada por los agroquímicos. Puede haber microorganismos que puedan estar en los dos grupos, que además de promover el crecimiento de la planta, inhiba los efectos de microorganismos patógenos. Los problemas de fertilidad son resueltos principalmente con fertilizantes sintéticos, pero los efectos adversos al medio ambiente han orientado a buscar nuevas estrategias como los biofertilizantes (Bojórquez, *et al.* 2010).

México ocupa la posición 16 respecto a la superficie orgánica, el tercero con respecto al número de productores y es el país con mayor diversidad de cultivos producidos orgánicamente, con alrededor de 81 cultivos. En México, la agricultura orgánica adquiere una dimensión particular; la geografía de su producción está estrechamente ligada a la geografía de la pobreza y la biodiversidad. Su crecimiento se concentra en Chiapas y Oaxaca que son las entidades más pobres de país, con el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de 0.7185 y 0.7336, respectivamente (Gómez, *et al.* 2010).

México está dentro de las 12 naciones catalogadas como “mega diversas” del mundo, con Chiapas, Oaxaca, Veracruz concentran alrededor de 70% de la biodiversidad del país. México la agricultura orgánica se vincula en mayor medida a pequeños agricultores caracterizados por su estado de pobreza y de marginación (de 128 862 productores orgánicos ubicados, 99.95% son pequeños agricultores, 82.77% pertenece a algún grupo indígena y el 34.6% son mujeres (Gómez, *et al.* 2010).

En México, la agricultura orgánica ha sido acogida por los productores de manera limitada, ya que si bien no podemos negar que este sistema agrícola contempla la sustentabilidad/regeneración del área sujeta a explotación agropecuaria tampoco podemos negar que presenta algunas barreras, sobre todo aquellas de índole económico, insalvables para la mayoría de los productores nacionales; un ejemplo de ello es la alta dependencia del mercado extranjero que existe tanto para la compra como para la continua certificación de la calidad de sus productos. Los principales problemas de que enfrenta la agricultura orgánica, en México y en algunos lugares del mundo son: 1) Comercialización, 2) Limitantes ambientales, 3) Costos de producción 4) Insuficiente capacitación e investigación. (Márquez-Hernández, et al. 2010).

La comercialización, debido a la falta de suministro constante de producto así como los canales de comercialización adecuados, además de la oferta y demanda. La baja oferta de volúmenes de exportación así como al poco desarrollo del mercado interno sin dejar de lado la lejanía con el principal consumidor de productos orgánicos, la Unión Europea. Las limitantes ambientales, debido al problema latente de la contaminación cruzada, al realizar aspersiones aéreas de agroquímicos en áreas aledañas a las orgánicas, repercutiendo en la contaminación de éstas, así como el agotamiento de los suelos, aunado a que no en todas las zonas agroecológicas se pueda producir todos los productos, además que a pesar de no utilizar agroquímicos no permisibles, en ocasiones los productos obtenidos toman del suelo los químicos

aplicados años anteriores o bien de las deposiciones atmosféricas (Márquez-Hernández, *et al.* 2010).

Los costos de producción, debido a que la mayoría de los productos autorizados son extranjeros y/o de reciente introducción al mercado, por consiguiente de precio elevado, encareciendo el sistema de producción. 4.- Mientras que la insuficiente capacitación e investigación, se presenta debido al déficit de técnicos y/o instituciones expertas en el tema (Márquez-Hernández, *et al.* 2010).

Hoy en día existe un creciente interés por utilizar fuentes orgánicas para abonar los suelos, en un intento de regresar los sistemas naturales a la producción orgánica. 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 (Fortis-Hernández, *et al.* 2012).

#### **2.1.4 La agricultura orgánica en el mundo**

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. El foro de discusión donde se trate: Organización de

las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación y la Organización Mundial de la Salud (FAO-WHO), Unión Europea (UE), Estados Unidos de América y la Federación Internacional de Movimientos de la Agricultura Orgánica (IFOAM), por sus siglas en inglés. Tales definiciones coinciden en que es un método que consiste en la gestión del ecosistema en vez de la utilización de insumos de síntesis química. Es decir, la agricultura orgánica es concebida como un sistema holístico de gestión de la producción que fomenta y mejora la salud de los agroecosistemas, y en particular la biodiversidad, los ciclos y la actividad biológica del suelo, a través de prácticas que excluyen el uso de productos de síntesis química (Gómez, *et al.* 2010).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, los ecosistemas y las personas. Se basa fundamentalmente en los procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos adaptados a las condiciones locales, sin usar insumos que tengan efectos adversos. La agricultura orgánica combina tradición, innovación y ciencia para favorecer el medio ambiente que compartimos y promover relaciones justas y una buena calidad de vida para todos los que participan en ella (Gómez, *et al.* 2010).

En el 2000, el comercio mundial de alimentos orgánicos equivalió a US\$ 20 000 millones. Nueve años después, se estimó que el mercado global de comida orgánica certificada ascendía a US\$ 54,000 millones, lo que representa la producción de 37.2 millones de hectáreas. Dicho crecimiento ha sido impulsado principalmente por la

expansión de la demanda por parte de los países desarrollados, liderada por Estados Unidos, cuyo mercado de alimentos orgánicos se calcula en US\$ 24.4 mil millones (Gómez. 2012).

El crecimiento de la producción orgánica en el Perú ha beneficiado a pequeños productores, quienes han encontrado una fuente importante para mejorar sus ingresos. El valor de la agroexportación peruana en productos de la biodiversidad nativa fue de US\$ 325 millones en el 2011, distribuidas en 400 mil hectáreas en 20 departamentos del país. Estas cifras representan un crecimiento importante con respecto a diez años atrás, cuando el valor de exportación de productos derivados de la diversidad biológica nativa ascendía a US\$ 9 millones y apenas 50 mil hectáreas estaban dedicadas a la producción de cultivos orgánicos (Gómez. 2012).

### **2.1.5 El mercado de cultivos orgánicos**

En el mundo, el mercado de los productos orgánicos ha crecido considerablemente en los últimos años. Esto debido a una expansión de la demanda explicada por los cambios en los gustos y las preferencias hacia productos inocuos y naturales. En Estados Unidos, las ventas al por menor de alimentos orgánicos han pasado de US\$ 3.6 mil millones en 1997 a US\$ 21.1 mil millones en el 2008. En Europa, destaca el mercado alemán, que registró ventas por US\$ 7.96 mil millones, y Reino Unido, con US\$ 2.83 mil millones (Gómez. 2012).

En términos regionales, Norteamérica, liderada por Estados Unidos, concentra el 48.1% de las ventas totales, seguida de cerca por Europa, con 47.9%. En cuanto a la producción, esta sí está más diversificada, teniendo a Australia como el principal país con tierras dedicadas a cultivos orgánicos: 12 millones de hectáreas. Le siguen Argentina (4.4 millones de ha), Estados Unidos (1.95 millones de ha) y China (1.85 millones de ha). Cabe resaltar que Australia es el país con la mayor proporción de tierra para cultivos orgánicos, la cual representa el 97 % de su área total de pastoreo extensivo (Gómez. 2012).

### **2.2.1 Uso de Vermicompost en la agricultura**

El vermicompost resulta de la digestión de materiales orgánicos por efecto de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*), la cual produce excretas o desechos con alto contenido de nutrientes. Este tipo de abono orgánico se caracteriza por mejorar las propiedades físicas del suelo, por aportar hormonas que ayudan al crecimiento vegetal, y desde el punto de vista biológico, existen algunos trabajos que refieren un aumento de la actividad enzimática del suelo y un aumento en la tasa de evolución de CO<sub>2</sub> en el suelo (Mogollón, *et al.* 2011).

La utilización del vermicompost como una alternativa de fertilización orgánica podría ayudar a reducir algunos problemas asociados con el uso de fertilizantes inorgánicos tradicionales, tales como las pérdidas excesivas de nutrientes por lavado,

además del estrés a las plantas inducido por la salinidad del suelo (Mogollón, *et al.* 2011).

La vermicompost puede mejorar la porosidad del suelo en aquellos de textura gruesa, y por consiguiente suministrar un mejor medio de crecimiento para las raíces (Mogollón, *et al.* 2011)

El vermicompost es una enmienda orgánica es un material con un alto grado de madurez y con elevada porosidad, aireación, drenaje, capacidad de almacenamiento de agua y actividad microbiológica. El uso de esta enmienda promueve en forma muy importante la actividad biológica mejorando la capacidad productiva de los suelos en directa relación con una mayor disponibilidad de nutrientes minerales, e indirectamente a través de mejoras en las propiedades físicas (Romaniuk, *et al.* 2010).

Los residuos orgánicos procesados por la lombriz de tierra, frecuentemente denominados vermicompost, son de tamaño fino, con alta porosidad y por ende aireación y drenaje y, a su vez, una alta capacidad de retención de agua. La vermicompost comparado con la materia prima que lo genera, tiene reducidas cantidades de sales solubles, mayor capacidad de intercambio catiónico y un elevado contenido de ácidos húmicos totales (Fortis-Hernández, *et al.* 2012).

### **2.2.2 Beneficios de Vermicompost**

Entre los efectos y beneficios de las lombrices se incluyen la mejora de algunas propiedades físicas del suelo como la estructura, la turbación, la capacidad de retención de agua, el drenaje y la formación y degradación de agregados, así como efectos químicos y biológicos en la degradación de la materia orgánica y en el ciclado de nutrientes. Todos estos procesos contribuyen de forma fundamental a la fertilidad del suelo y por lo tanto al crecimiento vegetal y a la productividad de los cultivos (Domínguez, *et al.* 2010).

Estos aumentos podrían deberse al incremento en las poblaciones microbianas tras el paso por el intestino de las lombrices, bien debido a que el alimento que seleccionan constituye un sustrato más rico para el desarrollo microbiano, o bien por que la fragmentación de la materia orgánica en sus molleja incrementa la superficie disponible para el ataque microbiano. Se ha demostrado además que las lombrices pueden incrementar la actividad y la biomasa microbiana del suelo (Domínguez, *et al.* 2010).

Existen numerosas evidencias científicas que demuestran que las lombrices estimulan considerablemente la descomposición de la materia orgánica, tanto durante el paso a través de sus intestinos como en el proceso de envejecimiento de las deyecciones (Domínguez, *et al.* 2010).

La vermicompost se utiliza como sustrato orgánico para mejorar el crecimiento y desarrollo de los cultivos, pero se han realizado estudios que indican que tienen una doble función, la cual se asocia con el control de enfermedades. Los efectos más importantes se relacionan con la reducción de la incidencia y severidad de enfermedades radicales, a causa de que incrementan las poblaciones de los hiperparásitos y microorganismos antagonistas que producen enzimas y metabolitos tóxicos que impiden la proliferación de organismos patógenos, entre los que se encuentran los hongos y los nematodos. Esto redundaría en las plantas, pues produce mejoras importantes en su aspecto, sanidad y rendimiento (Torres, *et al.* 2014).

La adición de vermicompost en el medio de crecimiento y el consecuente aumento de los nutrientes en el tejido ha sido observado en estudios como en *Brassica oleracea* y *Lycopersicon esculentum* L, atribuyendo que este incremento se debe a la presencia de nutrientes de la propia vermicompost, así como a la alta capacidad de intercambio catiónico que esta posee, además de la alta retención de humedad (Cruz, *et al.* 2012).

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, la lechuga, los pimientos, los ajos, las fresas, algunas plantas medicinales, algunas leguminosas como el garbanzo verde,

algunas gramíneas y algunas plantas ornamentales como los geranios, las petunias, los crisantemos y las flores de pascua (Domínguez, *et al.* 2010).

A diferencia de los fertilizantes minerales, la 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. La adición de vermicompost puede producir una mejora significativa en las propiedades físicas tanto de los sustratos artificiales de cultivo como del suelo (Domínguez, *et al.* 2010).

Por otra parte la aparición de otros trabajos ha puesto de manifiesto que los efectos del vermicompost podrían no reducirse a los meramente físicos y/o químicos y señalan la posible existencia de mecanismos biológicos de estimulación del crecimiento vegetal, incrementos significativos en el crecimiento respecto a un medio control suplementado con una dosis de nutrientes equivalente (Domínguez, *et al.* 2010).

El crecimiento de varias especies ornamentales, cultivadas en los sustratos originados tras el procesamiento de residuos orgánicos por la especie de lombriz fue mucho mayor de lo esperable para ser causado únicamente por la modificación en la disponibilidad de nutrientes por la acción de las lombrices, además que estos efectos se mantenían aun cuando el vermicompost era diluido en proporción 20:1 con otros

materiales de cultivo, y el contenido de nutrientes era igualado al de los fertilizantes minerales (Domínguez, *et al.* 2010).

El patrón de crecimiento de las plantas, que incluía alteraciones en el desarrollo foliar, en la elongación de la raíz y del tallo, y floración, apuntaba a la posible existencia de algún factor biológico distinto al del aporte de nutrientes, como la producción de sustancias capaces de influenciar el crecimiento vegetal (ácidos húmicos, enzimas libres), como responsables de estos efectos (Domínguez, *et al.* 2010).

Los abonos orgánicos pueden satisfacer la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de fertilizantes químicos y mejorando las características de los vegetales consumidos además, los abonos orgánicos mejoran las características de suelos que han sido deteriorados por el uso excesivo de agroquímicos y su sobre-explotación (Olivares-Campos, *et al.* 2012).

### **2.2.3 Uso de compost y vermicompost en cultivos hortícolas**

La compost y vermicompost son residuos orgánicos parcialmente degradados y estabilizados, ampliamente utilizados como sustratos en la producción de hortalizas, debido a que se ha reportado que la composta mejora la capacidad de almacenamiento de agua, mineralización del N, P y K, regula favorablemente el pH y fomenta la actividad microbiana (De la Cruz-Lázaro, *et al.* 2010).

La vermicompost y el compost permiten satisfacer la demanda nutricional de los cultivos hortícolas en invernadero, y reducen significativamente el uso de fertilizantes sintéticos. Además, contienen sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tienen alto contenido de ácidos húmicos, y aumentan la capacidad de retención de humedad y porosidad, facilitando la aireación y el drenaje, desde el punto de vista económico es atractivo el uso de sustratos orgánicos, ya que permite reducir los costos derivados de la fertilización química ~10% (De la Cruz-Lázaro, *et al.* 2010).

Para vermicompost, en particular, aumenta en la fertilidad sin contaminar el suelo, así como la cantidad y la calidad de los productos cosechados, mencionan la necesidad de definir parámetros para la estabilidad de compost y sus efectos sobre la germinación y el crecimiento de los cultivos. Además, varias limitaciones del uso de fertilizantes orgánicos se han señalado a cabo, como el difícil acceso a fuentes confiables de la información y la falta de investigación específico (Hernández, *et al.* 2010).

La adición de compost (C) y vermicompost (VC) a los suelos y sustratos incrementa el crecimiento y la productividad de diversos cultivos hortícolas, tales como el tomate, la lechuga, el pimiento, el ajo y la fresa. Constituyen una fuente de elementos minerales de lenta liberación y fácilmente disponibles para las plantas, a medida que las especies vegetales los van demandando. Además, ambos productos pueden satisfacer los requerimientos nutrimentales e cultivos hortícolas en invernadero

durante los primeros dos meses posteriores al trasplante. No obstante, después de este tiempo los cultivos han manifestado deficiencias nutrimentales, principalmente de N (Márquez-Quiroz, *et al.* 2013).

Vermicompost, como un suelo orgánico enmienda, podría mejorar la física, química y microbiana propiedades del suelo, y estimular el crecimiento de plantas (Li, X. *et al.* 2011).

#### **2.2.4 Uso de compost en la agricultura**

El compost como acondicionador o enmienda de suelo. Estudios han comprobado que enmendar suelo con compost aumenta los rendimientos en las hortalizas. Los incrementos más altos se han obtenido al combinar compost y fertilizantes inorgánicos en comparación a la aplicación de ambos materiales por separado (Ozores-Hampton, *et al* 2014).

El compost se puede aplicar semimaduro o ya maduro. El compost semimaduro tiene una elevada actividad biológica y el porcentaje de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas es mayor que en el compost maduro. Por otro lado, al tener un pH no estable aún (tendiendo a la acidez), puede afectar negativamente a la germinación, por lo que este compost no se usa para germinar semillas, ni en plantas delicadas. La aplicación en horticultura del compost semimaduro es normalmente una

aplicación de primavera de 4 – 5 kg/m<sup>2</sup> en el terreno previamente labrado coliflor, apio y papa. En cultivos extensivos, la aplicación es de 7 – 10 T/ha<sup>-1</sup> de compost (Román, P. *et al.* 2013).

La incorporación de fertilizantes y abonos orgánicos con fines de biorremediación de suelos agrícolas, es una practica que ha recuperado importancia en los últimos años a nivel mundial. El uso de abonos orgánicos mejora las condiciones del suelo que han sido deteriorados por uso excesivo de agroquimicos y su sobre explotación. Las consecuencias directas de estos eventos son la perdida de la materia orgánica, perdida de la fertilidad y la contaminación de los suelos, cuya producción agrícola puede también estar contaminada (Hernández-Rodríguez, *et al.* 2010).

Las consecuencias indirectas se reflejan en la afectación de la flora y fauna del ambiente aledaño al suelo dañino. La contaminación química, el aporte de nutrientes a los cultivos y el efecto de los abonos orgánicos en los suelos varia según su procedencia, edad, manejo y contenido de humedad. Además, el valor de la materia orgánica que contiene ofrece grandes ventajas que difícilmente puede lograrse con los fertilizantes inorgánicos (Hernández-Rodríguez, *et al.* 2010).

### **2.2.5 Beneficio de los abonos orgánicos en la agricultura**

Reducir el uso de fertilizantes químicos al incrementar las concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio.

- Incrementa las poblaciones de los microorganismos presentes en el suelo.
- Mejora las condiciones físicas del suelo, en particular la estructura, considerada el factor principal que condiciona la fertilidad y productividad de los suelo.
- Estabilización del pH e incremento de la capacidad de intercambio cationico y degradación de residuos de plaguicidas.
- En la producción intensiva de hortalizas, la calidad de los productos cosechados es igual y en algunos casos superior a las siembras convencionales.
- Favorece la tasa de crecimiento de hojas y raíces y la formación de flores, frutos y semillas.
- Inoculante microbiano y un medio que favorece el enraizamiento y la generación .
- Se acorta la estancia de las plántulas en el vivero y se obtienen plantas mas vigorosas y desarrolladas.
- Reduce algunas enfermedades inducidas por hongos fitopatogenias.
- Dosis de 20 % tanto en presencia como en ausencia de fertilizantes químicos ha resultado en una menor incidencia de plantas enfermas, así como en un incremento en la longitud de la planta y su contenido de clorofila.

Obtención de productos orgánicos con diferentes características y efectos en la agricultura (Hernández-Rodríguez, *et al.* 2010).

### 2.3.1 Fertilización química

En la agricultura moderna los suelos de vocación agrícola son utilizados de manera ininterrumpida para poder hacer frente al problema de la seguridad alimentaria, razón por la cual el mantenimiento de la fertilidad se vuelve un punto crítico en la producción. Sumado a la constante extracción de nutrientes, también existe una pérdida significativa a consecuencia de las precipitaciones pluviales las cuales lixivian los nutrientes, en especial aniones ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ ) así como también las bases ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$ ) provocando esta última la acidificación de la solución del suelo lo cual favorece la solubilización de iones de hierro ( $\text{Fe}^{+2}$ ), aluminio ( $\text{Al}^{+2}$ ) y manganeso ( $\text{Mn}^{+2}$ ) los cuales interactúan con el fósforo disuelto formando compuestos poco solubles reduciendo así su disponibilidad para los cultivos (Santos and Portillo 2009).

La fertilización con nitrógeno es uno de los factores de crecimiento más importantes en la expresión del rendimiento y la calidad en la producción hortícola. El suministro adecuado de nitrógeno está asociado con niveles adecuados de clorofila, crecimiento vegetativo vigoroso, alta actividad fotosintética y con la síntesis de carbohidratos, de lo cual depende el rendimiento. Respecto a la calidad, en hortalizas bien abastecidas con este nutrimento y en condiciones favorables de crecimiento, se sintetizan proteínas y protoplasma a partir de la síntesis de carbohidratos, la

característica altamente hidratada del protoplasma celular da como resultado plantas con tejidos más suculentos (Castro-Brindis, *et al.* 2009).

Ramos-Lara, *et al.* (2009) aplicaron 70, 140, 210 y 280 kg de N ha<sup>-1</sup> más un testigo y obtuvieron índices de recuperación aparente de 71.3, 68.3, 60.3 y 53.3%, respectivamente, y concluyeron que la eficiencia de uso del N aplicado disminuye conforme aumenta el nutrimento en el suelo. La baja eficiencia de utilización de los fertilizantes nitrogenados (15 a 20 %) se debe fundamentalmente a pérdidas por procesos, como: volatilización, lixiviación y desnitrificación.

Cuando se emplea la tecnología de fertirriego, dichas pérdidas disminuyen de manera significativa, debido a la frecuencia de aplicación de N a través del agua de riego durante el ciclo del cultivo, lo que evita su prolongada permanencia en el suelo o substrato y limita, consecuentemente, su pérdida por cualquiera de los procesos. En estudios realizados se evaluaron cuatro dosis de N con 0, 80, 160 y 240 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> como fuente comercial con 33.5% de N (Ramos-Lara, *et al.* 2009).

El máximo rendimiento de fruto se obtuvo con la aplicación de la dosis de 160 kg de N ha<sup>-1</sup> con 1.687 kg planta<sup>-1</sup> en promedio, valor que estadísticamente ( $\alpha = 0.05$ ) fue igual al encontrado con las dosis de 80 y 240 kg de ha<sup>-1</sup>, pero significativamente superior al testigo en 462.0%. Para alcanzar un rendimiento de fruto de alrededor de 28 t ha<sup>-1</sup>, se requieren 120 kg de N ha<sup>-1</sup>, con un coeficiente de determinación de 0.94 para

el N aplicado y rendimiento del fruto, y 0.89 al tomar en cuenta la extracción de N (Ramos-Lara, *et al.* 2009).

Se realizaron trabajos en campo abierto con una densidad de población fue de 20,750 plantas/ha. La unidad experimental constó de surco de 1.2 m de ancho, 6 m de largo y 0.4 m de distancia entre plantas. La fertilización se realizó con la fórmula 200-100-100 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O respectivamente (Peña-Lomelí, *et al.* 2014).

### **2.3.2 Contaminación de fertilizantes sintéticos**

Bojórquez, *et al.* (2010) mencionan que el nitrógeno es el nutrimento aplicado más extensivamente como fertilizante, seguido por el fósforo y potasio. Los fertilizantes nitrogenados se caracterizan por su baja eficiencia en su uso por los cultivos, misma que puede ser menor al 50%, lo que trae como consecuencia un impacto ambiental adverso, tal como contaminación de mantos acuíferos con NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, eutrofización, lluvia ácida y calentamiento global. Lo que trae como consecuencia un impacto ambiental adverso, tal como contaminación de mantos acuíferos con NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, eutrofización, lluvia ácida y calentamiento global (Bojórquez, *et al.* 2010).

Otro problema no menos importante es la contaminación de aguas superficiales y subterráneas con nitratos y la emisión de gases de nitrógeno a la atmósfera (NO y N<sub>2</sub>O)

que es consecuencia del uso inadecuado de fertilizantes nitrogenados, y de la aplicación de láminas inapropiadas de agua de riego, y asociado a esto, está el riesgo de acumulación de nitratos en frutos y verduras comestibles, así como en acuíferos, lo cual es de alto riesgo para la salud humana cuando la concentración de  $\text{NO}_3$  supera el 0.2 % en las partes comestibles de las plantas como frutos de hortalizas o verduras y en agua potable llega a 10 ppm (Bojórquez, *et al.* 2010).

El uso excesivo de fertilizantes químicos y plaguicidas ha dado lugar a numerosos efectos negativos sobre el medio ambiente, incluyendo el agua, la tierra y contaminación de los alimentos, la degradación de la calidad del suelo y las pérdidas de la diversidad biológica agrícola (Guo, W, *et al.* 2015).

### **2.3.3 Requerimientos hídricos**

Alrededor del 81 % del tomate se produce en condiciones de riego, el resto es de temporal. El estado con mayor superficie cosechada y volumen de producción es Sinaloa, seguido por Michoacán, Jalisco, Estado de México, Sonora y Puebla. El manejo del riego, y su monitoreo, constituye una de las técnicas más efectivas para obtener rendimientos óptimos, en cuanto a la cantidad y calidad de producto requeridas por el mercado (López-López, *et al.* 2010).

López-López (2009) mencionan que los niveles de láminas de riego a partir de la  $ET_0$ , estimada con el método de Penman-Monteith y el uso de acolchado plástico afectaron significativamente el rendimiento de frutos de tomate de cáscara. El uso del acolchado plástico incrementa en promedio 56 % el rendimiento de frutos de tomate de cáscara e incrementó la productividad del agua en 57 %. Las láminas de riego se pueden reducir hasta el 60 % usando acolchado plástico en la programación del riego por goteo en la producción del cultivo de tomate de cáscara. Las necesidades hídricas del cultivo se relacionan con la evapotranspiración (ET), proceso del sistema suelo-planta que combina la pérdida de agua del suelo por evaporación y de la planta por transpiración.

#### **2.3.4 Uso de acolchado plástico**

El uso de acolchado permite el ahorro de agua y reducción de mano de obra, factores cada vez más escasos, con lo que se logrará intensificar la producción y aumentar la eficiencia de uso de los recursos. El efecto que garantiza estas ventajas son entre otras, las modificaciones favorables del régimen térmico y del balance de energía a nivel de suelo, control de malezas y aislamiento de los frutos de algunas especies que no estén en contacto con el suelo (Saldaña, *et al.* 2009).

Con el uso de acolchado plástico se logran efectos importantes en la economía del agua, ya que por su impermeabilidad, impide la evaporación desde la superficie del suelo cubierto con plástico, quedando esa agua a disposición del cultivo. Señala que al

cultivar con acolchado de polietileno en época de verano se ahorra un tercio del agua, en comparación a la que necesita cuando se cultiva sin acolchado, y concluyen que esta técnica mejora la eficiencia del uso del agua y se expresa en un mayor rendimiento de frutos (Saldaña, *et al.* 2009).

La utilización de acolchado plástico hadado buenos resultados para favorecer un rápido crecimiento e incrementar los rendimientos de melón (Cantamutto, *et al.* 2015).

La aplicación al suelo de biosólidos sola o en combinación con otros materiales ha sido reportada en varias publicaciones por contribuir al aumento en el rendimiento de varias hortalizas las cuales incluyen tomate (*Lycopersicon esculentum*), calabaza (*Cucurbita maxima*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*). La combinación de biosólidos y fertilizantes inorgánicos generalmente ha sido más efectiva para producir una respuesta positiva en el cultivo (Ozores-Hampton, *et al.* 2014).

#### **2.4.1 Reguladores de crecimiento en tomate de cascara**

Los retardantes de crecimiento vegetativo favorecen el cuajado de frutos, debido a que inhiben la síntesis de giberelinas. Prohexadiona de Calcio P-Ca es un retardante de crecimiento que bloquea la biosíntesis de giberelinas en ápices, reduce el crecimiento vegetativo, induce la formación de yemas florales e incrementa el cuajado de fruto (Ramírez, *et al.* 2010).

### **2.4.2 Polinización**

El mejoramiento genético del tomate de cáscara está limitado por la autoincompatibilidad que presenta, la cual impide la obtención por autofecundación de líneas endogámicas para la formación de híbridos. Dicha autoincompatibilidad es de tipo gametofítico y está determinada por dos loci independientes, cada uno con alelos múltiples; se manifiesta después de la polinización, cuando uno o dos alelos presentes en el polen también lo están en el estilo (Santiaguillo-Hernández, *et al.* 2010).

En esta condición el polen generalmente no llega a germinar; cuando germina, el tubo polínico no penetra en el estigma, y si lo hace crece lentamente a lo largo del estilo, pero raras veces fecunda al óvulo y entonces la autoincompatibilidad no es absoluta. Con la autofecundación artificial se favorece la presencia de alelos autoincompatibles y se producen frutos partenocárpicos y un número reducido de frutos con semilla. Esta semilla puede ser sexual o apomíctica la sexual significa la posibilidad de generar líneas endogámicas, tópico que aún no se ha explorado (Santiaguillo-Hernández, *et al.* 2010).

### **2.4.3 Conservación poscosecha de tomate**

México la distribución de frutos de tomate verde con y sin cáliz. Varios autores mencionan que esta estructura tiene como función principal proteger al fruto contra insectos, pájaros, enfermedades y condiciones climáticas extremas (radiación, cambios

bruscos de temperatura, lluvias fuertes y granizadas), además de servir como fuente de carbohidratos en sus primeras etapas de desarrollo y retrasar su maduración. Sin embargo, no se ha señalado el efecto de la presencia o ausencia del cáliz sobre su vida de anaquel. También existen trabajos sobre tópicos que van desde aspectos como citotaxonomía, bioquímica, mejoramiento genético y producción de semilla (Cruz-Álvarez, *et al.* 2012).

#### **2.4.4 Sólidos solubles totales**

Un estudio realizado en tomate de cascara diploide de sólidos solubles totales dieron un promedio de 8,6 °Brix, y las poblaciones Autotetraploides mostraron valores promedio de sólidos solubles totales de 6,39 °Brix, dentro de un rango de 6,17 a 6,63 °Brix respectivamente. Sólidos solubles totales en lo que respecta a contenido de SST en tomate de cáscara fruta, no hubo diferencias entre diploides y tetraploides, aumentando por consiguiente la ploidía nivel no cambiar la capacidad de la planta para sintetizar sólidos solubles (azúcares, ácidos orgánicos, vitaminas y aminoácidos), pero se encontró que los materiales ensayados dado valores superiores a los de las reportadas en tomate de cáscara (Robledo-Torres, *et al.* 2013).

Estos resultados concuerdan con quien encontró que melón híbrido triploides mostraron niveles más altos de azúcares que sus progenitores diploides (Robledo-Torres, *et al.* 2013).

#### **4.4.5 Plagas del tomate de cascara**

Existe una amplia variedad de insectos plagas de importancia en el cultivo del tomate, relacionados con diferentes factores; entre ellos se puede citar al periodo de siembra en el que se establece el cultivo la exigencia del mercado de productos de calidad estética perfecta y por el manejo intensivo con un abundante uso de agroquímicos (Martínez. 2010).

Investigaciones más recientes agrupan al 80 % de las especies de IP resistentes a insecticidas en los órdenes: Coleóptera, Díptera, Heteróptera y Lepidóptera y el 20 % restante en Thysanoptera (trips), Dictióptera: Blattaria (cucarachas), Anoplura (piojos), ácaros y garrapatas; así, se reportan más de 700 especies tolerantes a uno o más insecticidas (NÁJERA, *et al.* 2011).

#### **2.5.1 Enfermedades en tomate de cascara**

En México los problemas fitosanitarios constituyen la principal limitante del cultivo del tomate en las zonas productoras, que en los últimos años, la superficie dedicada a este cultivo ha disminuido de manera gradual. Por su importancia, destacan las enfermedades fungosas y en especial la marchitez ocasionada por *Fusarium oxysporum* F. *Lycopersici*, el cual causa pudrición radical y lesiones necróticas en el

cuello y base del tallo, pero también puede provocar secadera de plántulas en invernadero (Torres, *et al.* 2014).

Las principales enfermedades en el tomate de cascara son ocasionadas por virus y hongos, cuyo manejo debe ser preventivo para evitar disminución de la cantidad y calidad de la producción. En el estado de Morelos, la cenicilla *Oidium sp.* Daña al tomate de cascara después de la floración y puede defoliar por completo las plantas, lo que ocasionan que los frutos queden expuestos al sol y caigan prematuramente. El carbón *Entyloma australe* ocasiona manchas blancas redondas en forma de pústulas que inician en las hojas inferiores y pueden cubrir toda la planta hasta defoliarla por completo. *Alternaria solani*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinérea*, *Sclerotinias clerotiorum* *Cercospora physalidis*. Existen reporte reportes de la presencia de *Phytophthora infestans*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium sp.* (Martínez. 2010).

*Fusarium oxysporum* (Sheld), el síntoma característico de esta enfermedad es la necrosis de los haces vasculares, fácilmente apreciable en tallos infectados; en plantas adultas los síntomas son visibles entre la etapa de floración y maduración del fruto La pérdida de cosecha llega hasta 100 % en las áreas productoras. En el control de la marchitez se debe incluir el tratamiento de la semilla, desinfección del suelo y la aplicación constante de fungicidas; los dos últimos métodos son costosos y causan contaminación del ambiente, por lo que se buscan fuentes de control menos peligrosas, menos tóxicas y más baratas (Camacho, *et al.* 2015).

Esto conduce hacia el manejo del cultivo considerando la nutrición de la planta en la resistencia a patógenos, y de esta forma puede disminuir el problema en los sistemas de producción. El sí disminuye los efectos de deficiencias o excesos de nutrimentos como el manganeso y el aluminio, aumenta la intercepción de la luz (mayor tasa fotosintética) y reduce la susceptibilidad a enfermedades causadas por hongos. En la resistencia de las plantas a enfermedades, existen informes que indican una relación directa entre la acumulación del Si en el tejido vegetal y la disminución del ataque de patógenos en la planta (Camacho, *et al.* 2015).

### **2.5.2 Control de malezas**

La mayoría de los cultivos hortícolas resultan normalmente afectados por la competencia de la maleza llegando a causar pérdidas el 10 % en la producción agrícola mundial y del 25 % en países en desarrollo. Las hortalizas son de porte bajo y de crecimiento muy lento, como es el caso del jitomate o del tomate de cáscara, permitiendo a la maleza desarrollarse rápidamente, afectando el crecimiento y el rendimiento del cultivo. En tomate de cáscara, el periodo crítico de competencia es desde los primeros 15 días después de la siembra o trasplante hasta los 60 días. (Pérez-Moreno, *et al.* 2014).

Mejor control se observó cuando el rimsulfurón se aplicó en posemergencia que cuando se aplicó en pos-emergencia temprana (Pérez-Moreno, *et al.* 2014).

### 2.5.3 Antecedentes de la investigación

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, la lechuga, los pimientos, los ajos, las fresas y algunas plantas medicinales (Domínguez, *et al.* 2010).

Moreno (2010) encontró el valor promedio para la variable peso de fruto (34.12 gramos).

La adición de compost (C) y vermicompost (VC) a los suelos y sustratos incrementa el crecimiento y la productividad de diversos cultivos hortícolas, tales como el tomate, la lechuga, el pimiento, el ajo y la fresa (Márquez-Quiroz, *et al.* 2013).

Vermicompost logro satisfacer la demanda nutritiva en el cultivo de melón cuando se emplea como sustratos de crecimiento (Moreno-Reséndez, *et al.* 2014).

Se señala que las aplicaciones de sustancias húmicas de compost incrementan el rendimiento, reducen la proporción de ( $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ ) en el tejido de las hojas y en los frutos se reduce la concentración de nitratos (Rodríguez, *et al.* 2009).

Estudios han comprobado que enmendar suelo con compost aumenta los rendimientos en las hortalizas. Los incrementos más altos se han obtenido al combinar compost y fertilizantes inorgánicos en comparación a la aplicación de ambos materiales por separado (Ozores-Hampton, *et al.* 2013).

En estudios realizados se evaluaron cuatro dosis de N con 0, 80, 160 y 240 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> como fuente comercial con 33.5 % de N. El máximo rendimiento de fruto se obtuvo con la aplicación de la dosis de 160 kg de N ha<sup>-1</sup> con 1.687 kg planta<sup>-1</sup> en promedio (Ramos-Lara, *et al.* 2009).

Un estudio realizado en tomate de cascara diploide de sólidos solubles totales dieron un promedio de 8,6 °Brix, y las poblaciones Autotetraploides mostraron valores promedio de sólidos solubles totales de 6,39 °Brix, dentro de un rango de 6,17 a 6,63 °Brix respectivamente (Robledo-Torres, *et al.* 2013).

López-López, *et al.* (2009) Reporto que el uso de acolchado plástico afectó significativamente el rendimiento de frutos de tomate de cáscara, incrementa en promedio 56 % el rendimiento de frutos de tomate de cáscara e incrementó la productividad del agua en 57 %. Las láminas de riego se pueden reducir hasta el 60 % usando acolchado plástico en la programación del riego por goteo en la producción del cultivo de tomate de cáscara.

La aplicación al suelo de biosólidos sola o en combinación con otros materiales ha sido reportada en varias publicaciones por contribuir al aumento en el rendimiento de varias hortalizas. La combinación de biosólidos y fertilizantes inorgánicos generalmente ha sido más efectiva para producir una respuesta positiva en el cultivo que la aplicación de fertilizante y biosólidos por separado (Ozores-Hampton, *et al.* 2014).

Valerio, P. (2012) reporto un diámetro polar del fruto (34 mm) se obtuvieron al establecer 18 plantas·m<sup>-2</sup>.

Moreno (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 sin existir diferencia significativa entre ellos, únicamente para dos genotipos de tomate (Miramar y Romina).

La mayor acumulación de sólidos 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 (Rangel, *et al.* 2011).

Preciado *et al* (2011) encontraron valores de 4.4 a 4.6 °Brix con el uso de las soluciones nutritivas orgánicas. Con respecto al diámetro polar y ecuatorial, éstos autores encontraron valores de 5.8 a 6.1 cm y 5 a 5.5 cm respectivamente con el uso de soluciones nutritivas orgánicas.

Vázquez, P. (2015) encontró valores 5.7-6.1 cm y 4.2-5.0 cm respectivamente en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero utilizando como abonos la vermicompost y compost.

Por lo cual es uso del té de composta y composta es una alternativa para la producción de tomate bajo condiciones de invernadero, así mismo contribuiría a disminuir el uso de fertilizantes inorgánicos (Vázquez, *et al.* 2015).

Rodríguez, *et al* (2009) evaluando abonos orgánicos en tomate en tres tratamientos de fertilización y dos genotipos en invernadero que en el peso individual, diámetro ecuatorial y número de lóculos del fruto no presentó efecto de formas de fertilización ni de interacción F x G. En espesor de pericarpio del fruto, no se encontró diferencia significativa en tratamientos de fertilización, genotipos e interacción F x G, mostrando una media general de 0.8 cm de espesor.

### **III. Materiales y métodos**

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

El presente trabajo se realizó en el ciclo primavera-verano 2014 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL), situada en 101° 40' y 104° 45' de longitud oeste y los paralelos 25° 05' y 26° 54' de 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°C. El Campus universitario se ubica sobre el periférico que conduce a Gómez Palacio, Durango y carretera a Santa Fe. En verano la temperatura puede rebasar los 40°C y en invierno puede alcanzar un mínimo de -2 ° C.

##### **3.1.1 Diseño experimental**

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos: T1.- Compost, T2.- Químico, T3.- Vermicompost, y Control y tres bloques de cada tratamiento se seleccionaron cinco plantas para su análisis.

##### **3.1.2 Descripción del material experimental**

Para el presente trabajo de investigación experimental se utilizó un genotipo de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot), un híbrido Gran Esmeralda, de la compañía Harris Moran.

### 3.1.3 Características del suelo del campo experimental

**Cuadro 1.** Análisis de suelo y contenido de elementos minerales en vermicompost y compost.

	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>Na</u>	<u>Fe</u>	<u>Zn</u>	<u>Mn</u>	pH	CE
	$(Mg \cdot kg^{-1})$			$(meq \cdot l^{-1})$			$(Mg \cdot kg^{-1})$				$(mg \cdot cm^{-1})$
VC	294.2	42.6	611.8	48.6	5.6	22.6	4.2	4.8	2.9		7.1
C	95.9	54.9	682.8	19.1	6.2	4.48	5.1	3.1	1.6		5.2
S	21.7	22.2	210.0	18.5	1.7	2.29	2.0	2.6	0.4		2.0

VC: vermicompost. C: compost. S: Suelo.

### 3.1.4 Preparación del terreno

La preparación del terreno se realizó el 19 de marzo 2014, en la se rastreó y levantamientos de camas de los lotes experimentales, para el experimento se levantaron dos camas de 120 cm de ancho y largo de 40 metros.

### 3.1.5 Instalación del Sistema de riego

Se realizó el 20 de marzo, esta actividad consistió instalar la citilla, donde se utilizó 80 m, entre dos camas de 40 metros. De un calibre de 4000 con 12" y un gasto de 1/lt/hr/gotero a 10/lb/pulga, con un cotero cada 20 cm.

### **3.2.1 Acolchado pastico**

Esta actividad realizo 24 de marzo de 2014. Una vez incorporado los abonos orgánicos a cada bloque correspondiente, dicha actividad se realizó manualmente. El plástico utilizado fue de color negro de 150 micras y una perforación de 30 cm, con el objetivo de aumentar la temperatura del suelo, disminuir la evapotranspiración del agua, evitar las malezas que causan problema en el cultivo desde la competencia de nutrientes asta hospederos de plagas.

### **3.2.2 Siembra de tomatillo**

El día 26 de febrero, la siembra se realizó en una charola de 200 cavidades se etiqueto la charola para su identificación. Y se tapó con un plástico negro de polietileno para acelerar la germinación, a los 6 días germino las semillas. Siente días después de la germinación con hojas verdaderas se estuvo regando la plántula con solución nutritiva Steiner.

### **3.2.3 Trasplante**

El trasplante se realizó el 9 de abril de 2014, 40 días después de la germinación en la charola. El trasplante se realizó por la tarde para evitar el estrés por la calor y evitar el riesgo de pérdidas posibles de planta.

La planta tenía un promedio de 14 cm de altura y entre 5 y 6 hojas verdaderas. El marco de trasplante fue de 30 cm entre plantas y planta, 1.20 m de ancho de camas.

### 3.2.4 Barreras protectoras

Se sembró maíz a los extremos del experimento con la finalidad de proteger el cultivo de tomate de cascara de algunos factores como son el vientos, plagas y enfermedades.

### 3.2.5 Fertilización química

Se aplicó una solución nutritiva dividida en dos etapas del cultivo.

**Cuadro 2.** Solución nutritiva del Tratamiento Químicos.

Solución nutritiva por cada 20 L.	Etapas inicial de cultivo	Segunda etapa del cultivo
Ca(NO <sub>3</sub> ) Nitrato de calcio	60 gr	345 gr
K(NO <sub>3</sub> ) Nitrato de potasio	55 gr	300 gr
Mg SO <sub>4</sub> Sulfato de magnesio	20 gr	140 gr
Ácido fosfórico	2.8 ml	4.45ml
Ácido sulfúrico	2.2 ml	3.8 ml
Micro nutrientes	50 gr	86 gr

### 3.3.1 Fertilización orgánica

El compost se obtuvo de la empresa Maxcompost ubicada en Gómez Palacio, Durango, su elaboración de estiércol de bovino y cuyo análisis se muestra en el cuadro de análisis de nutrientes de la compost. Se aplicó 600 gr/planta de Compost.

**Cuadro 3.** Contenido de elementos minerales en compost.

	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>Na</u>	<u>Fe</u>	<u>Zn</u>	<u>Mn</u>	pH	CE
	$(Mg \cdot kg^{-1})$				$(meq l^{-1})$		$(Mg \cdot kg^{-1})$				$(mg \cdot cm^{-1})$
C	95.9	54.9	682.8	19.1	6.2	4.48	5.1	3.1	1.6		5.2

La vermicompost se obtuvo de la universidad es una transformación de estiércol de bobino por las lombrices cuyo resultado es la vermicompost.

Tratamiento T3, Vermicompost se aplicó 600 gr/planta de vermicompost. Lo que resulta 1.98 kg/m<sup>2</sup> de vermicompost.

**Cuadro 4.** Contenido de elementos minerales en vermicompost.

	<u>N</u>	<u>P</u>	<u>K</u>	<u>Ca</u>	<u>Mg</u>	<u>Na</u>	<u>Fe</u>	<u>Zn</u>	<u>Mn</u>	pH	CE
	$(Mg \cdot kg^{-1})$				$(meq l^{-1})$		$(Mg \cdot kg^{-1})$				$(mg \cdot cm^{-1})$
VC	294.2	42.6	611.8	48.6	5.6	22.6	4.2	4.8	2.9		7.1

### 3.3.2 Control de plagas

Las plagas que se presentaron en el cultivo de tomate de cascara durante el experimento fueron: mosquita blanca (*Bemisia argentifolli*), Trips (*Frankliniellas chultzei*) minador de la hoja (*Liriomyza sativa*), gusano del fruto.

Para el control de mosquita blanca y Trips, se utilizó un insecticida **DANAPYR 40 CR**.

La dosis recomendada y que se aplico fue de 0.5 l /ha.

Para el control de gusano se aplicó (**DECIS FORTE**) ingrediente activo Deltametrina.

En una dosis de 1.5/ha.

### **3.3.3 Cosecha de tomate**

Esta actividad se comenzó el 09/junio/2014, la actividad se hizo cada 6 días entre corte, con un total de 3 cortes, de los que se utilizaron para evaluar la variable calidad.

### **3.3.4 Variables a evaluar**

Se evaluarán las siguientes variables: Altura de planta (AP), Diámetro del tallo (DT), Numero de frutos (NF), Rendimiento con cascara en toneladas por hectárea (RCTH), Peso del frutos con cascara (PFCC), Peso del fruto sin cascara (PFSC), Diámetro polar (DP), Diámetro ecuatorial (DE), Espesor de pulpa (EP), Numero de lóculos del fruto (NLF), Solidos solubles (°Brix).

### **3.3.5 Altura de la planta**

Esta variable se midió con ayuda de una cintura métrica la cual se tomó del cuello de la planta hasta la parte más alta de la misma. La primera toma de datos se realizó al momento de trasplante, la segunda a la mitad del ciclo y la tercera fue en la fecha de la cosecha una vez dado su máximo crecimiento.

### **3.4.1 Diámetro del tallo**

Se utilizó un vernier para medir la base del tallo, en esta medición se realizó dos veces a mediados del ciclo del cultivo y al final del ciclo.

### **3.4.2 Numero de frutos**

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

### **3.4.3 Toneladas por hectárea**

Este dato se obtuvo una vez realizado toda la cosecha de los tratamientos representado a una escala de una hectárea.

### **3.4.4 Peso del fruto con cascara y sin cascara**

Una vez realizado la cosecha se pesaron los frutos de los diferentes tratamientos, se pesó en una báscula con medidas de kg y decimales. Los frutos fueron pesados con cascara y sin cascara.

### **3.4.5 Diámetro polar y Diámetro ecuatorial**

Para medir el diámetro polar se utilizó del vernier tomando la distancia de polo a polo y para el diámetro ecuatorial se colocó el fruto sobre el vernier colocando en forma transversal el fruto en cm.

### **3.5.1 Espesor de pulpa**

Se determinó con la ayuda de una regla métrica, midiendo la parte interior de la cáscara, hasta donde inicia la cavidad.

### **3.5.2 Numero de lóculos**

Para esta actividad se cortaron los frutos en forma transversal y se obtuvieron el número de lóculos de cada fruto.

### **3.5.3 Solidos solubles**

Para esta variable se utilizó el refractómetro en el cual se colocaban dos gotas de jugo del fruto sobre el cristal de lectura del refractómetro y se determinaron los sólidos solubles expresados en grados °Brix.

### **3.5.4 Análisis de resultados**

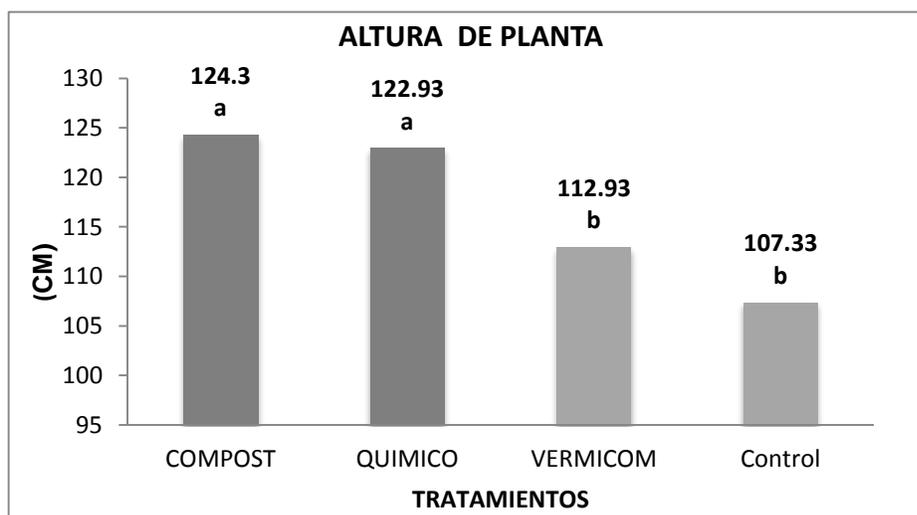
Para el análisis de resultados se utilizó el programa SAS (Statistical Analysis System) para Windows, Version 6.12 Institute Inc., desarrollado por Barr y Goodnight, en la Universidad Estatal de Carolina del Norte (SAS, 1998).

## IV. Resultados y Discusión

### 4.1 Rendimiento

#### 4.1.1 Altura de la planta

En el análisis de varianza se muestra que existen diferencia altamente significativas al ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, mostrando una media de 117 cm (Cuadro 1 A), la mayor altura corresponde al tratamiento compost con 124.3 cm, y estadísticamente igual a la fertilización química que muestra 122.93 cm, mientras que el tratamiento Control mostró la menor altura con 107.33 cm. (Figura 1)



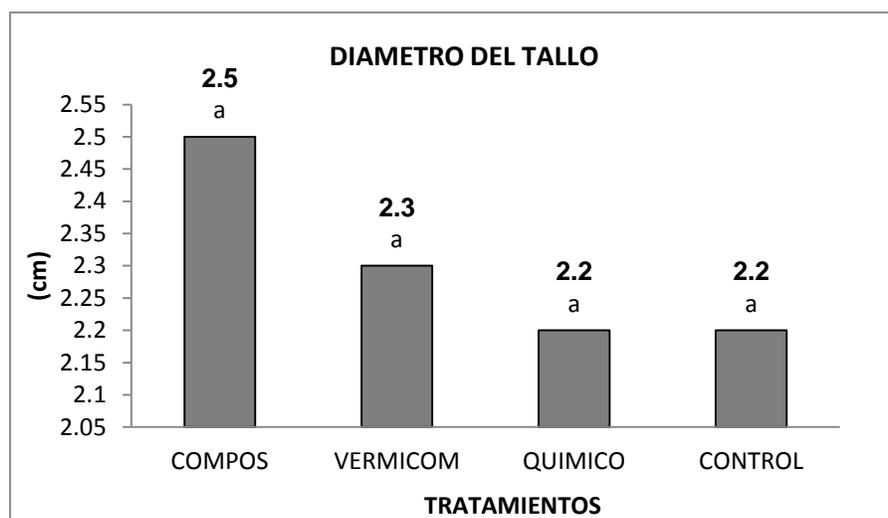
Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente diferentes

**Figura 1.** Altura de la planta bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

Márquez-Quiroz, *et al* (2013) mencionan que la adición de compost (C) y vermicompost (VC) a los suelos y sustratos incrementa el crecimiento y la productividad de diversos cultivos hortícolas.

#### 4.1.2 Diámetro del tallo

En el análisis de varianza no existe diferencia significativa entre los tratamientos, mostrando una media 2.3 cm y un coeficiente de 19.8 % (Cuadro 2 A). Aunque no existe diferencia, el tratamiento compost obtuvo el valor más alto de diámetro del tallo con 2.5 cm.



Tratamientos con la misma letra son iguales estadísticamente al ( $P < 0.05$ )

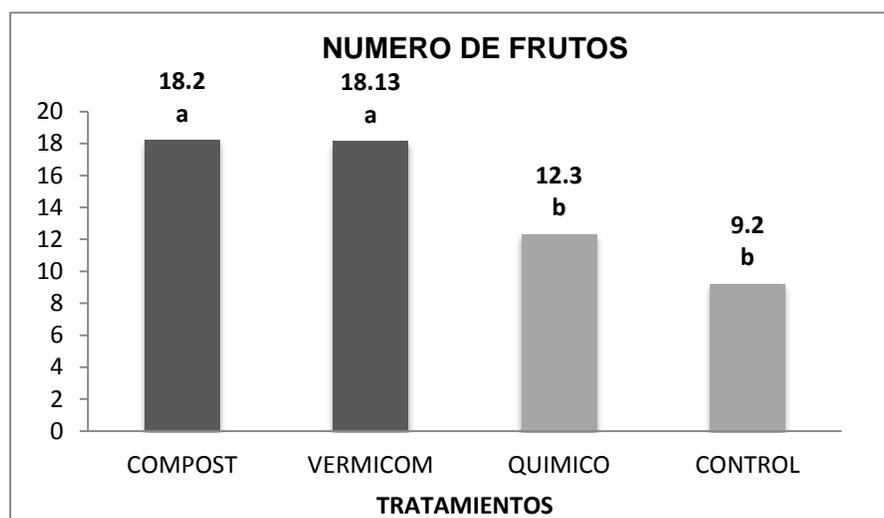
**Figura 2.** Diámetro del tallo bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

Cruz (2012) refieren que con el humus de lombriz por si solo es difícil que se den las condiciones adecuadas para un buen crecimiento y desarrollo de las plantas, por lo que es necesario hacer mezclas con otros materiales.

Moreno-Reséndez, *et al* (2014) reporto que la Vermicompost logro satisfacer la demanda nutritiva en el cultivo de melón cuando se emplea como sustratos de crecimiento.

### 4.1.3 Numero de frutos

El análisis de varianza muestra diferencia altamente significativa al ( $P < 0.01$ ) entre los tratamientos, con una media de 14 frutos (Cuadro 3 A), con el mayor número de frutos el tratamiento compost que mostro 18 frutos, estadísticamente igual al tratamiento vermicompost con 18 frutos y el tratamiento Control que mostro el menor número con 9 frutos.



Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente diferentes. Al ( $P < 0.05$ ).

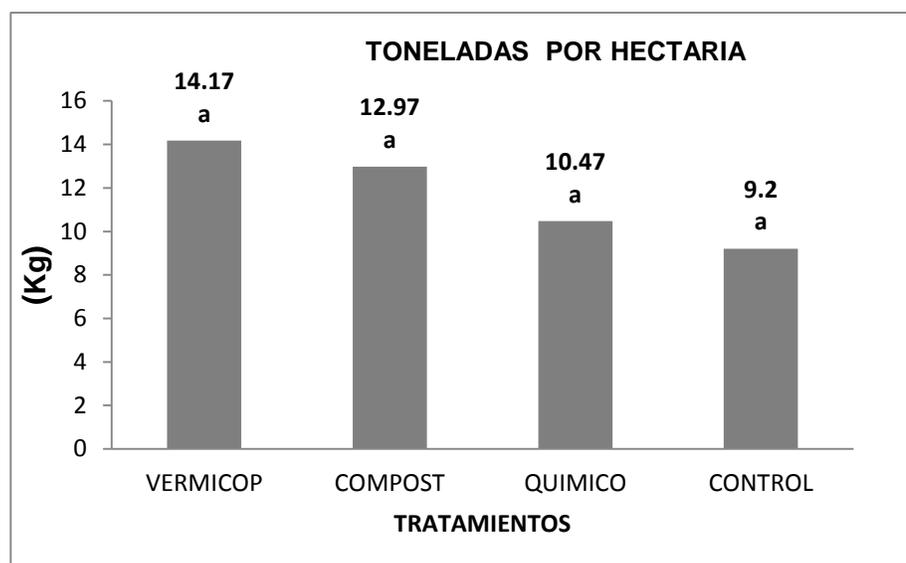
**Figura 3.** Efecto en el número de frutos bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

Rodríguez, *et al* (2009) señala que las aplicaciones de sustancias húmicas de compost incrementan el rendimiento, reducen la proporción de ( $\text{NO}_3^- / \text{NH}_4^+$ ) en el tejido de las hojas y en los frutos se reduce la concentración de nitratos.

López-López, (2009) reportó que el uso del acolchado plástico incrementa en promedio 56 % el rendimiento de frutos de tomate de cáscara.

#### 4.1.4 Rendimiento con cáscara en toneladas por hectárea

En el análisis de varianza no mostro diferencia significativa entre los tratamientos obteniendo una media de  $11.7 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$  (Cuadro 4 A). Aunque no existió diferencia significativa el tratamiento vermicompost obtuvo el mayor rendimiento mostrando  $14.17 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , y Control mostro un menor rendimiento de  $9.2 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .



Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

**Figura 4.** Toneladas por hectárea bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

Los rendimientos obtenidos en el tratamiento vermicompost superan la media reportada por Ramírez (2010), quien reporto en México una media de producción de  $12 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ .

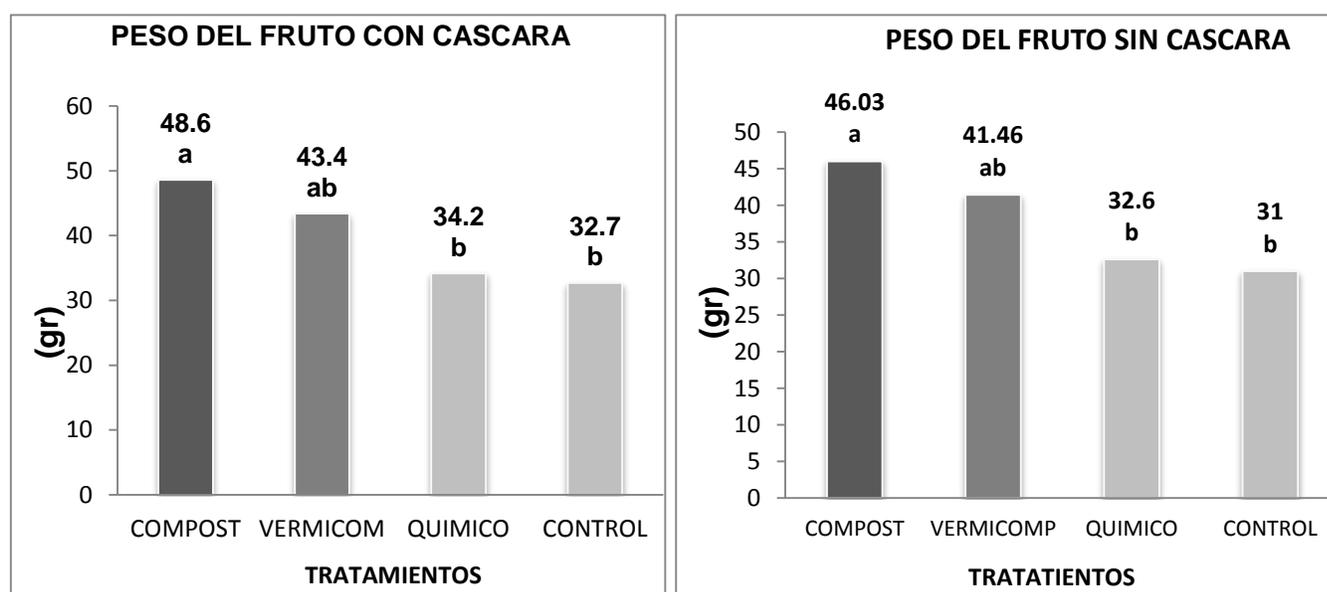
Ozores-Hampton, (2013) reporta que enmendar el suelo con compost aumenta los rendimientos en las hortalizas, menciona que los rendimientos más altos se han obtenido al combinar compost y fertilizantes inorgánicos en comparación a la aplicación de ambos materiales por separado.

#### 4.1.5 Calidad del fruto

##### 4.2.1 Peso del fruto con cascara y sin cascara

En el análisis de varianza mostro diferencia significativa altamente al ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos. Presento una media de 39.7 gr por fruto con cáscara (Cuadro 5 A), el tratamiento compost mostro el mayor valor con 48.6 gr de frutos con cascara, estadísticamente igual al tratamiento vermicompost con 43.4 gr, Control mostro el menor peso de 32.7 gr (Figura 5).

En la variable peso de fruto sin cascara presento diferencia significativa altamente al ( $P < 0.01$ ) mostrando una media de 37.7 gr (Cuadro 6 A), al igual que la variable anterior, el mayor peso del fruto sin cascara lo presenta el tratamiento compost con 46.03 gr, y el menor peso con 31 gr fue el Control (Figura 5).

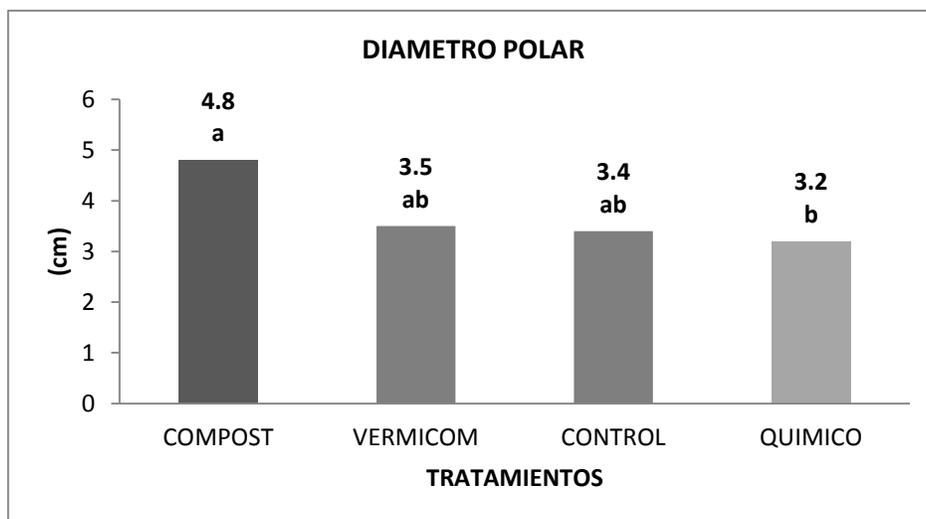


Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente diferentes al ( $P < 0.01$ )

**Figura 5.** Peso del fruto con cascara y sin cascara bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

### 4.2.2 Diámetro polar

En el análisis de varianza se muestra que no existe diferencia significativa entre los tratamientos orgánicos, mostrando una media de 3.7 cm (Cuadro 7 A), aunque no hubo diferencias significativa el valor más alto se muestra en el tratamiento compost con 4.8 cm, el tratamiento químico mostro menor diámetro polar de 3.2 cm (Figura 6).



(ab) Tratamientos con dos letras diferentes son iguales estadísticamente

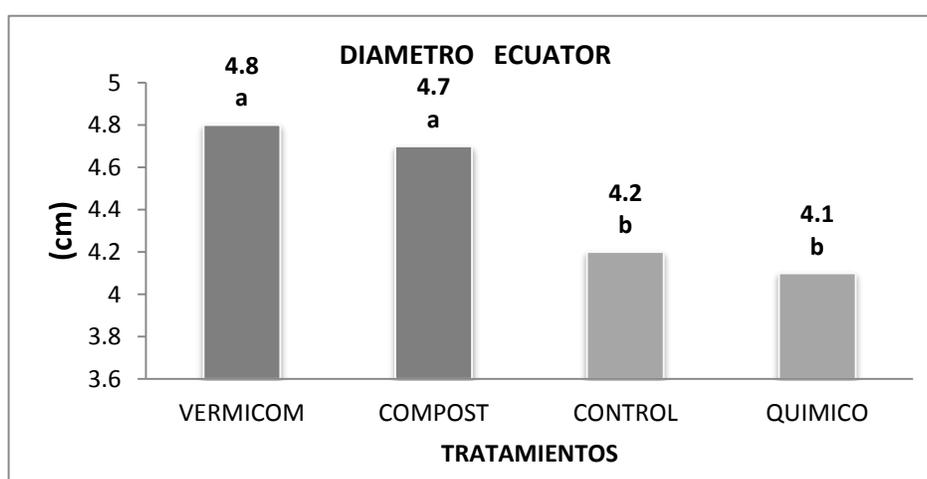
(a) Tratamientos con letra diferentes son estadísticamente diferentes

**Figura 6.** Diámetro polar bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

Los datos obtenidos son semejantes a los reportados por Valerio, P. (2012). Quien encontró un promedio de diámetro polar del fruto (3.4 cm) se obtuvieron al establecer 18 plantas·m<sup>-2</sup> de tomate de cascara. Valenzuela, (2014) reporto 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 sin existir diferencia significativa entre ellos.

### 4.2.3 Diámetro ecuatorial

En el análisis de varianza mostró diferencia altamente significativa al ( $P < 0.01$ ), con una media de 4.4 cm (Cuadro 8 A) y un coeficiente de variación de 10.5%. En la Figura 7 se observa el mayor diámetro lo presentan los tratamientos vermicompost que mostro 4.8 cm, estadísticamente igual el tratamiento compost con 4.7 cm, la fertilización química registro el valor menor con 4.1 cm. Es decir 16.7 % menos que los orgánicos.



Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente diferentes.

Tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales

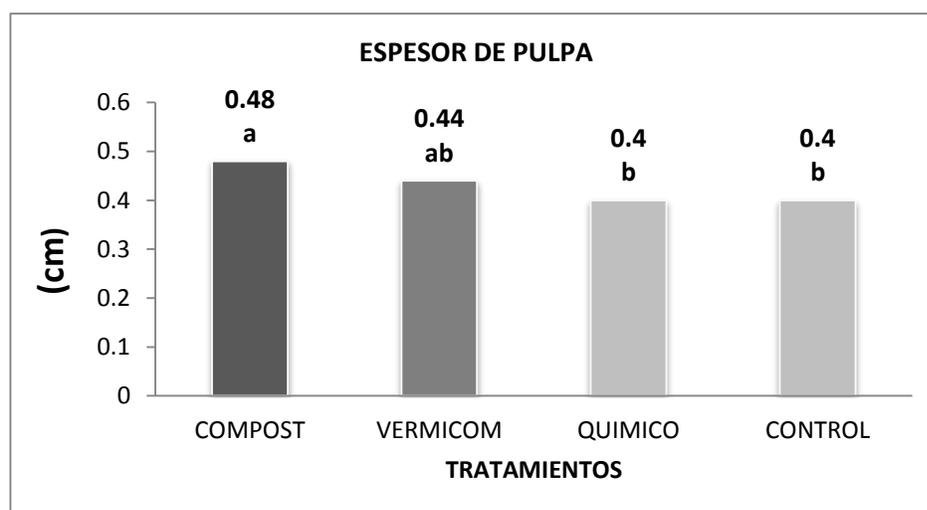
**Figura 7.** Diámetro ecuatorial bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

Preciado, (2011) respecto un diámetro polar y ecuatorial, encontró valores de 5.8 a 6.1 cm y 5 a 5.5 cm respectivamente con el uso de soluciones nutritivas orgánicas.

Vázquez, P. V. (2015) encontraron valores de 5.7 a 6.1 cm y 4.2-5.0 cm respectivamente en la producción de tomate bajo condiciones de invernadero utilizando como abonos la vermicompost y compost. Aunque no se encuentra diferencia significativa los valores fueron mayores.

#### 4.2.4 Espesor de pulpa

El análisis de varianza mostro diferencia altamente significativa al ( $P < 0.01$ ) registrando una media de 0.43 cm, (Cuadro 9 A), el valor más alto para el espesor de pulpa corresponde al tratamiento compost con 0.48 cm, estadísticamente igual al tratamiento vermicompost que mostro 0.44 cm, control mostro el menor valor con 0.40 cm. (Figura 8).



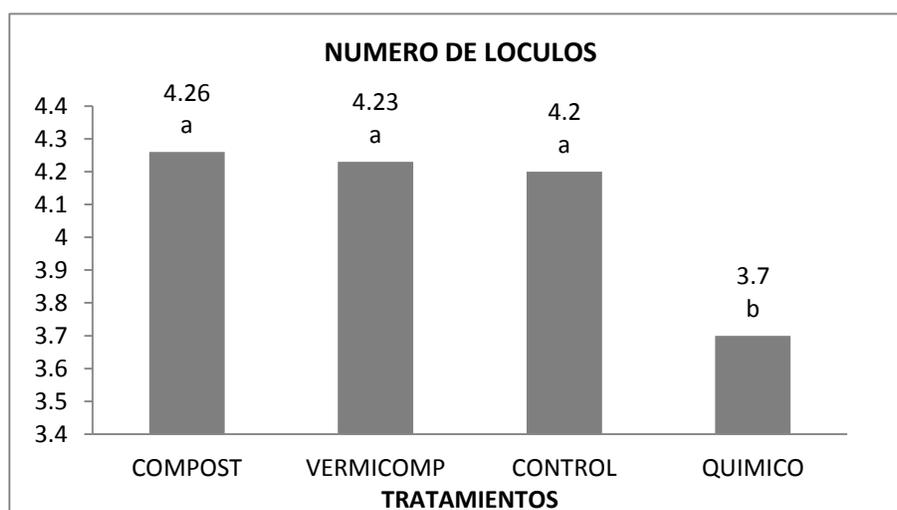
Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente diferentes al ( $P < 0.01$ ).

**Figura 8.** Espesor de pulpa bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

En los tratamientos compost y vermicompost no se encontró diferencia se asemeja a la investigación en tomate reporta Rodríguez *et al.* (2009) reporto que el espesor de pericarpio del fruto, no encontró diferencia significativa en tratamientos de fertilización, genotipos e interacción F x G, mostrando una media general de 0.8 cm de espesor.

### 4.2.5 Números de lóculos

En el análisis de varianza mostro diferencia altamente significativa al ( $P < 0.01$ ) en los tratamientos con una media de 4.09 cm (Cuadro 10 A), el tratamiento compost registró un mayor número de lóculos 4, estadísticamente igual al tratamiento vermicompost con 4, control con 4, y con menor número de lóculos la fertilización químico que mostro 3 lóculos (Figura 9).



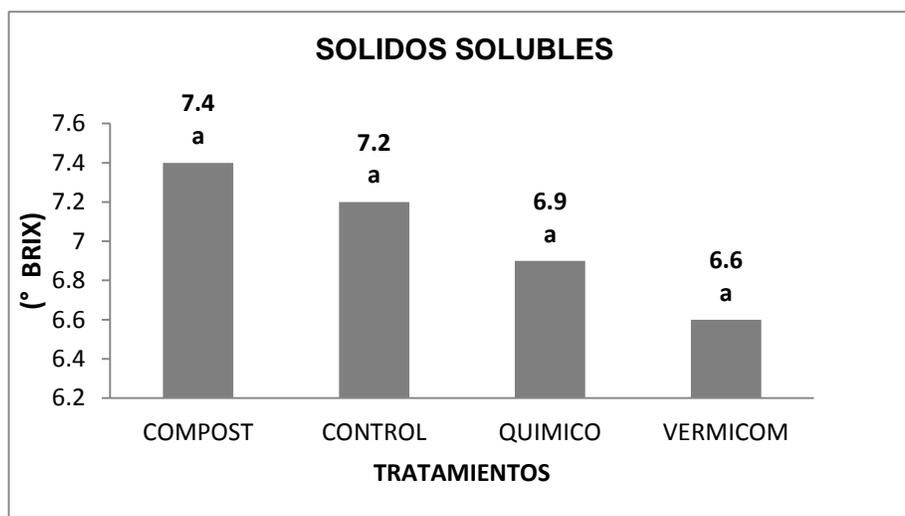
Tratamientos con letras diferentes son estadísticamente deferentes.

**Figura 9.** Número de lóculos bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

De acuerdo con los datos registrados de los tratamientos compost y vermicompost que se aplicó abonos orgánicos no se encontró diferencia significativa, Rodríguez *et al.* (2009) al evaluar abonos orgánicos en tomate en tres tratamientos de fertilización y dos genotipos en invernadero que en el peso individual, diámetro ecuatorial y número de lóculos del fruto no presentó efecto de formas de fertilización.

### 4.3.1 Sólidos solubles

En el análisis de varianza no muestra diferencia significativa en los tratamientos, se registró una media de 7.03 °Brix (Cuadro 11 A), aunque no hubo diferencias significativas, el mayor contenido de sólidos solubles corresponde al tratamiento compost con 7.4 ° Brix. Y la fertilización con vermicompost mostro menor contenido de sólidos solubles con 6.6 ° Brix.



Tratamientos con la misma letra son estadísticamente igual es al ( $P < 0.05$ ).

**Figura 10.** Solido soluble bajo la aplicación de tres diferentes fertilizantes en campo de la Comarca Lagunera UAAAN.

Los resultados obtenidos son parecidos a los datos registrados por Robledo-Torres (2013) quien realizó un estudio en tomate de cascara diploide de sólidos solubles totales dieron un promedio de 8,6 °Brix, y las poblaciones Autotetraploides mostraron valores promedio de sólidos solubles totales de 6,3 °Brix.

Rangel (2011) reporta que la mayor acumulación de sólidos 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.

## V. Conclusión

En base a los resultados obtenidos en el análisis de varianza del presente trabajo de investigación, se considera lo siguiente:

En el número de frutos mostro en los tratamientos con fertilización de compost y vermicompost estadísticamente iguales, superan a la fertilización química. En Rendimiento aunque hubo diferencias estadísticas vermicompost muestra 35 % más producción que el tratamiento control y el tratamiento compost muestra 29 % más que el control. Y la fertilización con vermicompost muestra 26.7 % más rendimiento que la fertilización química y el compost muestra 20 % más producción que el tratamiento químico, por lo tanto se recomienda la fertilización con abonos orgánicos en la producción de tomate verde pues además la fertilización orgánica mejoro la calidad en peso de fruto, tamaño del fruto, número de frutos y contenido de numero de lóculos.

Se acepta la fertilización orgánica como una alternativa viable para los productores que prefieren reducir los costos en la fertilización utilizada tradicionalmente.

Se aprueba la hipótesis: Es posible mejorar la calidad y rendimiento en la producción de tomatillo con un mayor valor nutricional utilizando abonos orgánicos.

## VI. Bibliografía

- Bojórquez Dagoberto. A, C. Gutiérrez García, J. R. Báez Camacho, M. A. Sánchez Apodaca, L. Montoya Gerardo, E. Pérez Nava. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Ra Ximhai*, 6(1), 51-56.
- Cantamutto. M., M. Ayastuy., I. Kroeger., V. Elisei., P. Marinangeli. (2015). Efecto del sistema de iniciación y del acolchado del suelo sobre la producción de melón en el sur de la provincia de Buenos Aires, Argen. *Revista de la Facultad de Agronomía, La Plata*, 104(2), 157-162.
- Cruz-Álvarez, O., M.A. Martínez-Damián., J. R. Rodríguez-Pérez., M. A. Colinas-León., E. C. Moreno-Pérez. (2012). Conservación poscosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) con y sin cáliz. *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 18(3), 333-344.
- Castro-Brindis. R., A. Galvis-Spínola., P. Sánchez-García., A. Peña-Lomelí., M. Sandoval-Villa., G. Alcantar-González. (2009). Demanda de nitrógeno en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo. Serie horticultura* 10 (2): 147-152.
- Cruz Crespo. E, M. Sandoval Villa, V. Haller, V. Hugo, A. Can Chulim, J. Sánchez Escudero. (2012). Efecto de mezclas de sustratos y concentración de la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de tomate. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(7), 1361-1373.

- Camacho Gómez, R., M. A. Mendoza, De las N Rodríguez., E. Soriano Cárdenas., M. Villa Sandoval de León., M. T. Colinas. (2015). Fertilización foliar con silicio como alternativa contra la marchitez causada por *Fusarium oxysporum* (Sheld) en tomate de cáscara.
- De la Cruz-Lázaro. E, R. Osorio-Osorio, E. Martínez-Moreno, A. Lozano-del Río, A. Gómez-Vázquez, R. Sánchez-Hernández. (2010). Uso de compostas y vermicompostas para la producción de tomate orgánico en invernadero. *Interciencia*, 35(5), 363-368.
- Domínguez Lazcano. J, C. Gómez-Brandón. 2010). Influencia del vermicompost en el crecimiento de las plantas: Aportes para la elaboración de un concepto objetivo. *Acta zoológica mexicana*, 26, 359-371.
- Fortis-Hernández. M, P. Preciado-Rangel, J. L. García-Hernández, A. Navarro Bravo, J. Antonio-González, J. M. Omaña Silvestre. (2012). Sustratos orgánicos en la producción de chile pimiento morrón. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(6), 1203-1216.
- Gómez Cruz M. A, R. Schwentesius, R. Ortigoza, J. Gómez Tovar. (2010). Situación y desafíos del sector orgánico de México. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 1(4), 593-608.

GODINA RAMÍREZ F, V. TORRES ROBLEDO, R. POURNAVAB FOROUGHBAKHCH, A. MENDOZA BENAVIDES, M. A. VÁZQUEZ ALVARADO, D. MARTÍNEZ QUISTIAN. 2013). Caracterización de tetraploides y formación.

Gómez, R. (2012). La agricultura orgánica: los beneficios de un sistema de producción sostenible.

Guo, L., Wu, G., Li, C., Liu, W., Yu, X., Cheng, D., y Jiang, G. (2015). Vermicomposting with maize increases agricultural benefits by 304%. *Agronomy for Sustainable Development*, 1-7.

Hernández. A, H. Castillo, D. Ojeda, A. Arras, J. López, E. Sánchez. (2010). Effect of vermicompost and compost on lettuce production. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 583-589.

Hernández-Rodríguez, O. A., D. L. Ojeda-Barrios., J. C. López-Díaz., A. M. Arras-Vota. (2010). Abonos orgánicos y su efecto en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. *Tecnociencia Chihuahua*, 4(1), 1-6.

Hernández, J. F. S. and S. B. Yáñez (2015). "Aprovechamiento tradicional de las especies de *Physalis* en México."

Jiménez-Santana, E., V. Robledo-Torres., A. Benavides-Mendoza., F. Ramírez-Godina., H. Ramírez-Rodríguez., E. De la Cruz-Lázaro. (2012). Calidad de fruto de

genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).  
Universidad y ciencia, 28(2), 153-161.

López López. R., R. Arteaga Ramírez., M. A. Vázquez Peña., I. L. López Cruz., I. Sánchez Cohen. (2010). Evapotranspiración del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) estimada mediante el potencial mátrico del suelo. Revista Fitotecnia Mexicana, 33(2), 157-168.

López López, R., R. Arteaga Ramírez., M. A. Vázquez Peña., I. L. López Cruz., I. Sánchez Cohen. (2009). Índice de estrés hídrico del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. Serie horticultura, 15(3), 259-267.

Li. X, M. Xing, J. Yang, Z. Huang, (2011). Compositional and functional features of humic acid-like fractions from vermicomposting of sewage sludge and cow dung. Journal of hazardous materials, 185(2), 740-748.

Márquez-Hernández, C., P. Cano-Ríos., U. Figueroa-Viramontes., J. A. Avila-Díaz., N. Rodríguez-Dimas., J. L. García-Hernández. (2013). "Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernader." *Phyton* (Buenos Aires) 82(1): 55-61.

Márquez-Quiroz, C., S. T. López-Espinosa., P. Cano-Ríos., A. Moreno-Reséndez. (2013). Fertilización orgánica: una alternativa para la producción de chile piquín bajo condiciones protegidas. Revista Chapingo. Serie horticultura, 19(3), 279-286.

Márquez-Hernández, C., P. Cano-Ríos., J. L. García-Hernández., N. Rodríguez-Dimas., P. Preciado-Rangel., A. Moreno-Reséndez., E. Salazar-Sosa., G. Castañeda-Gaytan., L. Efraín De La Cruz. (2010). Agricultura orgánica: El caso de México. Agricultura Orgánica, Tercera parte. Primera edición. Universidad Juárez del Estado de Durango, 1-2.

Moreno Reséndez, A., L. García Gutiérrez., P. Cano Ríos., V. Martínez Cueto., C. Márquez Hernández., N. Rodríguez Dimas. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. Ecosistema y recursos agropecuarios. 1(2):163-173.

Martínez Sánchez., J. (2010). Memoria. Jornada de tecnología de producción de Tomatillo. Fundación PRODUCE, Sinaloa A. C. Culiacán, Sinaloa, México. 72.

Mogollón, J. P., O. Tremont., N. Rodríguez. (2011). Efecto del uso de un vermicompost sobre las propiedades biológicas y químicas de suelos degradados por sales. Venesuelos, 9(1 y 2), 48-57.

Montejo Camposeco, N., V. Torres Robledo., L. A. Aguilar Valdez., F. Gomina Ramírez., R. Villarreal Mendoza., A. Mendoza Benavides. (2015). Estimación de la aptitud combinatoria en poblaciones de tomate de cáscara. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 6(3), 437-451.

Moreno, R. A.; López, A. F. J.; Figueroa, M. U.; Rodríguez, D. N.; Vásquez, A. J.; Reyes, C. J. L.; Cano, R. P. and Reyes, V. M. H. 2012. Tomato production in

sand: vermicompost mixtures compared with sand and nutritive solution. Basic Res. J. Agric. Sci. Rev. 1:19-26.

Moreno Mendoza, O. A. Moreno Reséndez. 2010. Aplicación de vermicompost al tomate verde (*Physalis ixocarpa*. Brot) sustituyendo fertilizantes sintéticos. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

NÁJERA RUIZ, R. E., J. A. NÁJERA RUIZ., S. GONZALEZ GUZMÁN., E. J. LUNA PÉREZ. (2011). Manejo y control de plagas del cultivo de tomate en Cintalapa, Chiapas, México. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 27(2), 129-137.

Olivares-Campos, M. A., A. Hernández-Rodríguez., C. Vences-Contreras., J. L, Jáquez-Balderrama., D. Ojeda-Barrios. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y ciencia, 28(1), 27-37.

Ozores-Hampton, M., J. Méndez, (2014). Uso de biosólidos en producción de hortalizas.

Peña-Lomelí A., J. J. Ponce-Valerio., F. Sánchez-del-Castillo., N. Magaña-Lira. (2014). Desempeño agronómico de variedades de tomate de cáscara en invernadero y campo abierto. Revista Fitotecnia Mexicana, 37(4), 381-391.

- Pérez-Moreno, L., C. Castañeda-Cabrera., M. Ramos-Tapia., J. A. Tafoya-Razo. (2014). Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. *Interciencia*, 39(6), 422-427.
- Preciado Rangel, P., M.F. Hernández., J.L. Hernández., R.E. Puente, J.R. Rivera., L.A. Herrera., M.A. Castruita., V.J. Orozco. (2011). Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de jitomate en invernadero. *Interciencia*. Vol. 36. (9) 689-693.
- Ramos-Lara, C., G. Alcántar-González., A. Galvis-Spinola., A. Peña-Lomelí., A. Martínez-Garza. (2009). Eficiencia de uso del nitrógeno en tomate de cáscara en Fertirriego. *Terra*, 20, 465-469.
- Ramírez-Godina, F., V. Robledo-Torres., R. Foroughbakhch-Pournavab., A. Benavides-Mendoza., M.A. Alvarado-Vázquez. (2013). Viabilidad de polen, densidad y tamaño de estomas en autotetraploides y diploides de *Physalis ixocarpa*. *Botanical Sciences*, 91(1), 11-18.
- Ramírez, H., C. E. Rivera-Cruz., A. Benavides-Mendoza., V. Robledo-Torres., G. Reyna-Sustaita. (2010). Prohexadiona-Ca, una alternativa en la producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo. Serie horticultura*, 16(2), 139-146.
- Rangel. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 27(4), 319-327.

- Rodríguez Dimas, N., P. Cano Ríos., U. Figueroa Viramontes., E. Favela Chávez., A. Moreno Reséndez., C. Márquez Hernández., E. Ochoa Martínez y P. Preciado Rangel. (2009). "Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero." *Terra Latinoamericana* 27(4): 319-327.
- Robledo-Torres, V., F. Ramírez-Godina, R. Foroughbakhch-Pournavab, A. Benavides-Mendoza, G. Hernández-Guzmán, M. Reyes-Valdés. (2011). "Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their chromosome and phenotypic characterization." *Breeding science* 61(3): 288-293.
- Robledo-Torres, F. R., R. Foroughbakhch-Pournavab., A. Benavides-Mendoza., J.L. Hernández-Piñero., M. H. Reyes-Valdes., M. A. Alvarado-Vázquez. (2013). Yield and fruit quality evaluation in husk tomato autotetraploids (*Physalis ixocarpa*) and diploids.
- Romaniuk, R., L. Giuffré, R. Romero. (2010). Efecto del agregado de vermicompost sobre propiedades físicas, químicas y biológicas de un Hapludol típico de la pampa deprimida. *Revista Facultad de Agronomía*, 30(1-2), 85-93.
- Santiaguillo-Hernández, JF., T. Cervantes-Santana., A. Peña-Lomelí., J. D. Molina-Galán., J. Sahagún-Castellanos. (2010). Polinización controlada en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 11(1), 67-71.

Saldaña Martínez, J., T. Cazares Medina., C. Avila, Godoy., A. Márquez Medrano. (2009). LEVANTAMIENTO ECOLÓGICO POSCOSECHA DE MALEZAS EN EL CULTIVO DE MELÓN CON ACOLCHADO PLÁSTICO. DIRECTORIO UJED, 1.

Santos Marcía, J. R., P. Ostilio R. (2009). Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el cultivo del chile dulce (*Capsicum annuum*). FHIA. Programa de Hortalizas, 84-95.

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

Torres Ceja, L. F., R. Magallón Flores., G. Gálvez Vázquez. (2014). Utilización de vermicomposta en invernadero para producir tomate y controlar *Fusarium oxysporum f. sp. Lycopersici*. e-Cucba, 1(1).

Valenzuela López, M., L. Partida Ruvalcaba., Díaz Valdés., T. J. Velázquez Alcaraz., G. Bojórquez Bojórquez., T. Enciso Osuna. (2014). "Respuesta del tomate cultivado en hidroponía con soluciones nutritivas en sustrato humus de lombriz-fibra de coco. Revista mexicana de ciencias agrícolas 5(5): 807-818.

Valerio Ponce, J., J. Peña-Lomelí., A. Rodríguez-Pérez., J. E. Mora-Aguilar., R. Castro-Brindis., R. M. Lira. (2012). "Densidad y poda en tres variedades de tomate de

cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horm.) Cultivado en invernadero." Revista Chapingo. Serie horticultura 18(3): 325-332.

Vázquez Vázquez, P., M. Z. López García., M. C. Cortez Navarro., D. Hernández García. (2015). EFECTO DE LA COMPOSTA Y TÉ DE COMPOSTA EN EL CRECIMIENTO Y PRODUCCIÓN DE TOMATE (*LYCOPERSICON ESCULENTUM* MILL.) EN INVERNADERO. Revista Mexicana de Agronegocios, 19(36), 1351-1356.

## VII. Apéndice

**Cuadro 1 A.** Análisis de varianza para la variable altura de plata en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	2968.8	989.6	6.14	0.0011 **
BLOQUE	2	2037.23	1018.61	6.32	0.0032 **
ERROR	54	8708.9	161.3		
C. TOTAL	59	13714.93			
C.V.	10.9 %				
MEDIA	116.9				

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

N. S. = No significativo

**Cuadro 2 A.** Analices de varianza para la variable diámetro de tallo en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	1.001	0.33	1.6	0.2012 <b>NS</b>
BLOQUE	2	0.21	0.108	0.52	0.5978 <b>NS</b>
ERROR	54	11.3	0.209		
C. TOTAL	59	12.517			
C.V	19.8 %				
MEDIA	2.3				

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

N. S. = No significativo

**Cuadro 3 A.** Análisis de varianza para el variable número de frutos en tomate de cascar bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	899.39	299.8	5.43	0.0025 **
QUOUE	2	384.3	192.15	3.48	0.037 **
ERROR	54	2983.17	55.243		
C. TOTAL	59	4266.86			
C.V	51.43 %				
MEDIA	14.45				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo

**Cuadro 4 A.** Análisis de varianza para la variable rendimiento en toneladas por hectárea en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	232.73	77.6	1.45	0.2373 NS
BLOQUE	2	324.9	162.42	3.04	0.0559 NS
ERRO	54	2880.65	53.34		
C.TOTAL	59	3438.24			
C.V	62.4 %				
MEDIA	11.7				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo

**Cuadro 5 A.** Análisis de varianza para la variable peso con cascara del fruto en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	5160.75	1720.3	16.54	0.0001 **
BLOQUE	2	243.21	121.6	1.17	0.3145 NS
ERROR	108	1123.1	104		
C.TOTAL	119	19458.9			
C.V	25.7 %				
MEDIA	39.7				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo

**Cuadro 6 A.** Análisis de varianza para la variable peso sin cascara del fruto en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	4635.29	1545.09	15.81	0.0001 **
BLOQUE	2	201.6	100.8	1.31	0.3599 NS
ERROR	18	10551.7	97.7		
C.TOTAL	119	17930.9			
C.V	26.16 %				
MEDIA	37.7				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo

**Cuadro 7 A.** Análisis de varianza para la variable diámetro polar en tomate de cascara bajo tres tratamientos de fertilización.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	45.13	15.04	2.16	0.0966 NS
BLOQUE	2	9.8	4.9	0.7	0.4965 NS
ERROR	108	751.17	6.95		
C.TOTAL	119	834.6			
C.V	70.35 %				
MEDIA	3.7				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo

**Cuadro 8 A.** Análisis de varianza para la variable diámetro ecuatorial en tomate de cascara bajo tres tratamientos de fertilización en La Comarca Lagunera.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	10.85	3.61	16.5	0.0001 **
BLOQUE	2	0.23	0.11	0.54	0.5859 NS
ERROR	108	23.67	0.21		
C.TOTAL	119	37.06			
C.V	10.5 %				
MEDIA	4.4				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo

**Cuadro 9 A.** Análisis de varianza para la variable espesor de pulpa en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	0.14	0.049	3.58	0.0162 **
BLOQUE	2	0.027	0.013	0.98	0.3779 NS
ERROR	108	1.49			
C.TOTAL	119	1.76			
C.V	27.14 %				
MEDIA	0.43				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo

**Cuadro 10 A.** Análisis de varianza para la variable número de lóculos en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	7.29	2.43	5.32	0.0018 **
BLOQUE	2	0.26	0.13	0.29	0.7473 NS
ERROR	108	49.3	0.45		
C. TOTAL	119	57.99			
C.V	16.51 %				
MEDIA	4.09				

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

N. S. = No significativo

**Cuadro 11 A.** Análisis de varianza para la variable sólidos solubles en tomate de cascara bajo tres tratamientos Compost, Vermicompost y Químico.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>FC</b>	<b>F&gt;P</b>
TRATAMIENTO	3	11.26	3.75	3.83	0.5259 NS
BLOQUE	2	11.31	5.65	5.77	0.3531 NS
ERROR	108	106	0.98		
C.TOTAL	119	155.86			
C.V	14.08 %				
MEDIA	7.03				

\*\* = Significativo y altamente significativo al 5 y 1%, respectivamente.  
N. S. = No significativo