

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Fertilizaciones Orgánicas en el Desarrollo del Cultivo de

Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot)

Por:

**LIZBETH CANO MARTAGÓN**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México.

Marzo de 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FITOMEJORAMIENTO

Fertilizaciones Orgánicas en el Desarrollo del Cultivo de

Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot)

Por:

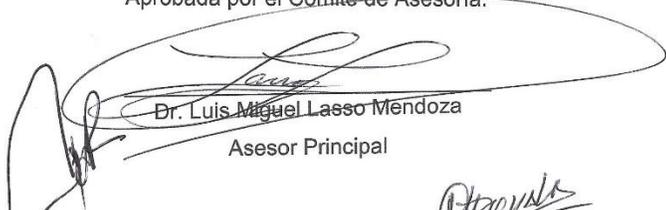
**LIZBETH CANO MARTAGÓN**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRONOMO EN PRODUCCIÓN**

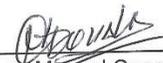
Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza

Asesor Principal

  
M.C. Modesto Colín Rico

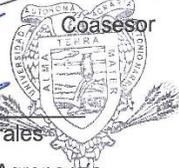
Coasesor

  
M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala

Coasesor

  
Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Marzo de 2016

## DEDICATORIA

Con amor y cariño para las personas que más amo, admiro y respeto en la vida.

### **A mis Padres:**

#### **Usiel Cano Vázquez & Virginia Martagón Aguilar**

Con todo mi amor, cariño y admiración les dedico uno de mis logros que sin ustedes no habría sido posible. A ti mami por ser una mujer ejemplar por ser mi fiel consejera, amiga por siempre escucharme estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida, por tus consejos que me dan las ganas y fuerzas suficientes para ser valiente y pueda enfrentar cualquier obstáculo. A ti papi por ser mi hombre favorito por ser mi amigo, por ser un hombre valiente, porque siempre has sabido ser fuerte, ser un buen ejemplo para mí gracias por estar conmigo en todo por tus consejos que hicieron de mí una mujer de bien y respetuosa. Gracias por el esfuerzo y apoyo moral que siempre me han brindado, para hacer mí sueño realidad, gracias por creer en mí los amo y quiero mucho.

### **A mis Sobrinos**

**Gael y Katherine:** Que con su inocencia alegran nuestras vidas día a día, sus sonrisas que son el motivo que me impulsaron a salir adelante y se sientan orgullosos de mí, mis pequeños. Los amo

### **A mis Hermanos**

**Usiel, Nancy, Yoselim:** Gracias por los bellos momentos que hemos pasado juntos llenos de alegrías y tristezas, por su apoyo en todo el trayecto de mi carrera por creer en mí gracias por sus consejos que fueron de gran ayuda para poder realizar mi sueño realidad, por dejarme aprender de ustedes y ser muy valientes. Los amo

### **A mi Abuela: Blanda**

Gracias por creer en mí y por su incondicional apoyo, todos sus consejos fueron de gran ayuda en mi formación tanto en mi vida como en lo profesional abuelita, gracias por estar con nosotros y cuidarnos. La quiero

### **A Mi Güero**

Gracias por ser siempre un pilar importante en esta etapa de mi vida, por quererme y apoyarme en cualquier decisión a lo largo de mi carrera, gracias por cuidarme, darme valor para seguir adelante, por tus consejos, por creer en mí, por los mejores momentos que hemos pasado juntos y los que vendrán, por todo aquello que perdure en el tiempo. Te amo

## AGRADECIMIENTOS

### A Dios

Gracias Dios por la dicha de vivir y por permitirme lograr una meta más en mi vida profesional, por todas las bendiciones a lo largo de la carrera por guiarme por el camino correcto. Gracias por todo lo que me has dado salud y un bienestar, sobre todo por tener una familia tan maravillosa la cual quiero y amo mucho.

### A mis Padres

A ustedes por hacer que esto fuera posible, por darme la vida, amor, cariño, comprensión y sus sabios consejos los cuales fueron tan necesarios para poder lograr esta gran meta. Gracias por todo el apoyo que me brindaron a lo largo de mi carrera tanto emocionalmente como lo económico son los mejores por permitirme formarme profesionalmente. Los amo.

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi Alma Mater, por darme la oportunidad de crecer en lo personal y profesional en todo este tiempo, gracias por todo lo que me has dado, por ser mi segunda casa. Siempre estaré muy orgullosa de pertenecer a esta gran Universidad.

Al **Dr. Luis Miguel Lasso Mendoza** gracias por todo el apoyo brindado para la realización de este trabajo, por su confianza, amistad y paciencia, gracias por tener siempre la disposición que permitió culminar este trabajo.

Al **M.C. Modesto Colín Rico** gracias por su apoyo por sus asesoramientos, por permitir ser mi asesor de tesis y por su amistad.

Al **M.C. Juan Manuel Cepeda Dovala** gracias por su apoyo por su amistad, asesoramientos en la elaboración de este proyecto y por permitir ser mi asesor de tesis.

Al **Ing. Raúl Vidal García Hernández** gracias por tu amistad y paciencia para el asesoramiento de este trabajo, sobre todo por compartir conocimientos que han sido de gran ayuda.

**A mis compañeros de Generación:**

Neftalí, Asaid, Marcos Alejandro, Marcos Antonio, Juan Hernández, Alfonso Hermilo, José Luis Mejía, Ángel, Iván Bonilla, Geovani, Tomas, Elena, Ronay, gracias por su amistad en mi trayectoria como estudiante y por compartir momentos inolvidables a lo largo de la carrera.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
RESUMEN .....	vi
1 INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos .....	3
1.1.1 Objetivo general.....	3
1.1.2 Objetivo general.....	3
1.1.3 Objetivos particulares .....	3
1.2 Hipótesis .....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia del Cultivo.....	4
2.2 Origen .....	5
2.3 Importancia económica .....	5
2.4 Distribución natural de especies del género <i>Physalis spp</i> en México .....	7
2.5 Taxonomía .....	9
2.5.1 Citología.....	10
2.5.2 Composición química.....	11
2.6 Descripción fisiológica.....	11
2.6.1 Crecimiento y desarrollo .....	11
2.6.2 Floración .....	12
2.6.3 Polinización.....	12
2.6.4 Fructificación.....	12
2.7 Condiciones climáticas y edáficas.....	13
2.7.1 Temperatura .....	13
2.7.2 Humedad .....	13
2.7.3 Tipo de Suelo.....	13
2.8 Labores previas al cultivo.....	14
2.8.1 Barbecho .....	14
2.8.2 Surcado .....	14
2.8.3 Siembra directa.....	14
2.8.4 Edad a trasplante.....	15

2.9 Elementos minerales esenciales.....	15
2.10 Principales Plagas y Enfermedades.....	16
2.10.1 Gusano del fruto. ( <i>Heliothis supflexa</i> Gueneé).....	16
2.10.2 Minador de la hoja. ( <i>Liriomyza</i> spp.).....	17
2.10.3 Gusanos trozadores. ( <i>Faltia</i> spp y <i>Agrostis</i> spp).....	17
2.10.4 Mosquita blanca ( <i>Trialeurodes vaporariorum</i> y <i>Bemisia tabaci</i> Guenn). .....	18
2.11 Enfermedades fungosas.....	18
2.11.1 Cenicilla ( <i>Oidium</i> sp).....	18
2.11.2 Tizón foliar ( <i>Alternaria solani</i> (Ell. & G. Martin) L.R. Jones & Grout.)..	18
2.11.3 Mancha de la hoja ( <i>Cercospora physalidis</i> Ellis.) .....	19
2.11.4 Carbón blanco ( <i>Etyloma australe</i> Speg.) .....	19
2.11.5 Marchitez por fusarium ( <i>Fusarium oxysporum</i> (Shel.) Snyder y Hansen).....	19
2.11.6 Moho gris ( <i>Botrytis cinerea</i> Pers).....	20
2.11.7 Moho blanco o pudrición blanca. ( <i>Sclerotinia sclerotiorum</i> (Lib.) Sacc.) .....	20
2.12 Enfermedades causadas por virus.....	20
2.13 Virus del mosaico común. (CMV).....	21
2.14 Sustancias húmicas .....	21
2.15 Ácidos húmicos .....	22
2.16 Ácidos fúlvicos .....	23
2.17 Importancia en la Agronomía .....	24
2.18 Principales funciones en la planta.....	25
2.19 Auxinas .....	25
2.19.1 Transporte de auxinas .....	26
2.20 Efectos fisiológicos de las auxinas crecimiento y formación de raíces. ....	27
2.21 Fertilización foliar .....	27
2.22 Mecanismos de absorción de nutrimentos .....	28
2.23 Hormonas .....	28
3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
3.1 Localización del área experimental.....	29
3.2 Establecimiento del experimento .....	29

3.2.1 Características de la parcela .....	29
3.2.2 Características del suelo.....	30
3.3 Sustratos que se usaron para germinación.....	30
3.3.1 Peat moss y perlita .....	30
3.4 Material genético.....	31
3.5 Productos químicos requeridos para el tratamiento de plagas y enfermedades.....	31
3.6 Productos utilizados en los tratamientos.....	31
3.6.1 Miya raíz (Mr) (bioestimulador enzimador orgánico).....	31
3.6.2 Miyaction (M) Fertilizante foliar líquido.....	32
3.6.3 Spring soil (Sp) .....	33
3.7 Diseño experimental .....	35
3.8 Modelo experimental.....	35
3.9 Desarrollo del experimento .....	35
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1 Tablas de comparación de medias .....	46
4.2 Análisis de Varianza.....	46
5 CONCLUSIONES.....	48
6 LITERATURA CITADA.....	50

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales estados productores de Tomate de cáscara ( <i>Physalis ixocarpa</i> Brot) en el 2014.....	7
Cuadro 2. Distribución del genero <i>Physalis</i> spp en México.....	8
Cuadro 3. Cantidades de las propiedades químicas del tomate de cáscara.....	11
Cuadro 4. Elementos esenciales y concentraciones internas que se consideran adecuadas para el cultivo <i>Physalis ixocarpa</i> Brot.....	16
Cuadro 5. Características físicas del suelo.....	30
Cuadro 6. Características químicas del suelo.....	30
Cuadro 7. Componentes del producto Miya raíz(Mr).....	32
Cuadro 8. Componentes del producto Miyaction (M).....	32
Cuadro 9. Componentes del producto Spring soil (Sp).....	33
Cuadro 10. Distribución de los productos utilizados en los tratamientos.....	34
Cuadro 11. Comparación de medias del rendimiento ton/ha.....	46
Cuadro 12. Significancia de las variables evaluadas, en el rendimiento total durante el desarrollo del experimento, con la aplicación de tres productos orgánicos.....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferencia entre los ácidos húmicos y fúlvicos.....	24
Figura 2. Localización del área experimental.....	29
Figura 3. Altura de la planta en cm, de tomate verde en respuesta a los 3 productos orgánicos y sus diferentes dosis.....	38
Figura 4. Respuesta de la comparación medias del variable grosor de tallo (mm), en la aplicación de tres productos orgánicos.....	39
Figura 5. Diámetro de la raíz (mm), con la aplicación de tres productos orgánicos.....	40
Figura 6. Numero de Flores, con aplicación de tres productos orgánicos.....	41
Figura 7. Respuesta de la altura de la planta (cm), presentado gráficamente con los productos orgánicos.....	42
Figura 8. Comparación de medias de grosor del tallo (mm) en respuesta a los tratamientos usados en los tres productos orgánicos.....	43
Figura 9. Resultados en respuesta al diámetro de la raíz, con la prueba de tres productos orgánicos.....	44
Figura 10. Numero de Flores, con aplicación de tres productos orgánicos.....	45

## RESUMEN

Tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) ha tomado una importancia sin precedente dentro de las hortalizas producidas en México, esto debido a que es un sustituto del jitomate y por el exquisito sabor que proporciona a los platillos tradicionales, siendo de relevancia sobre todo, para los estados centrales del país. El tomate de cáscara junto con el chile, jitomate, calabaza y camote, fue parte de la alimentación de los pobladores precolombinos. Se encontraron vestigios de su uso como alimento en excavaciones hechas en el valle de Tehuacán, Puebla que data de 900 a 200 años A. C.

La presente investigación, se realizó en el área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, bajo condiciones controladas, dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), la cual se ubica en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se localiza geográficamente a los 25° 21' 13.61" de Latitud Norte y 101° 2' 13.61" de Longitud Oeste, a una altura de 1742 m.s.n.m.

El objetivo fue determinar si los fertilizantes foliares satisfacen las necesidades del tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot). Esto se estableció para reducir el uso inmoderado de agroquímicos y tener una producción de calidad. Se establecieron 5 tratamientos con 3 repeticiones con arreglo factorial completamente al azar. Las variables a evaluar fueron altura de la planta, grosor del tallo, diámetro de la raíz y número de flores. Los resultados que se obtuvieron fueron diferencias altamente significativas entre los diferentes tratamientos y productos evaluados con una diferencia superior al testigo.

Palabras clave: Tomate de cascara, rendimiento, fertilizantes, fertilizaciones orgánicas.

Correo electrónico: [lizcano\\_m15@hotmail.com](mailto:lizcano_m15@hotmail.com)

## 1 INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, brot.) llamado también tomate verde o tomatillo, es un cultivo que se conoce en México desde tiempos precolombinos, según, (Cartujano, 1984) se encontraron vestigios en el valle de Tehuacán, Puebla que datan de 900 a 200 años A. C. Los aztecas lo cultivaban extensamente entre sus milpas de maíz, aunque es muy probable que su cultivo fuese muy rudimentario, por lo que se cree que se desarrollaba en forma silvestre, siendo recolectado para ser consumido en salsa, acompañado con chile de la misma manera como se emplea actualmente y lo llamaban “miltomatl”, que quiere decir “tomate cultivado”. También se le usaba con fines curativos en forma de cataplasma contra úlceras, (García, V.A. 1975-1976).

En la actualidad se tienen registradas como cultivadas cerca de 80 diferentes especies de plantas hortícolas entre las que sobresalen: chile para consumo en verde y en seco, tomate o jitomate, tomate de cáscara, papa, pepinos, melón, calabacita, ajo, cebolla, lechuga, col o repollo y una gran variedad de hierbas anuales: cilantro perejil, berro, anís, menta y tomillo, (García, S.F. 1975). No obstante, el hombre ha jugado un papel importante en el proceso evolutivo de plantas y animales de las que hoy se beneficia la humanidad, gracias al proceso de la domesticación. Las hojas y frutos son considerados útiles en el tratamiento de dolores de cabeza y estómago, el fruto untado con sal sirve para curar las paperas y el jugo tiene propiedades curativas para infecciones de garganta. Los cálices cocidos parecen tener cualidades medicinales contra la diabetes; además, se aplican en compresas sobre el rostro para combatir la sequedad de la piel y arrugas; infusiones de cálices se usan para evitar la caída de cabello, (Martínez, 1993).

De las especies de tomate de cascara que se han reportado en México, sólo (*Physalis ixocarpa*, Brot), se cultiva comercialmente. El tomate de cascara es de relevancia, sobre todo, para los estados centrales del país, (García, R. R. 1995).

El cultivo del tomate de cáscara se ha incrementado por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, debido a su alto grado de rusticidad y por tener

grandes perspectivas en el mercado; llegando incluso, a ser un producto sustituto del jitomate, cotizándose a buen precio y en ocasiones superiores al de éste; además los rendimientos que presenta son altos y su ciclo vegetativo relativamente corto, (SARH, 1978).

La finalidad del proyecto es evaluar la nutrición del tomate de cáscara mediante tres fuentes orgánicas, y seleccionar la dosis óptima de éstos para reducir el uso indiscriminado de fertilizantes químicos. También, hacer un manejo de los cultivos de manera orgánica y tener resultados relevantes para para agricultores de esta especie.

## 1.1 Objetivos

### 1.1.2 Objetivo general

Evaluar la nutrición del tomate de cáscara mediante tres fuentes orgánicas, y seleccionar la dosis óptima de estos para reducir el uso indiscriminado de fertilizantes químicos.

### 1.1.3 Objetivos particulares

- Determinar si los fertilizantes foliares orgánicos satisfacen las necesidades del cultivo, para así reducir el uso de agroquímicos.
- Mejorar el crecimiento, sin tanto uso de químicos.
- Lograr un mejor desarrollo en el cultivo
- Mejorar la nutrición de cada etapa fenológica
- Determinar el aprovechamiento de nutrimentos en el sistema radical de la planta de tomate de cáscara
- Comparar el efecto de las fertilizaciones orgánicas en el desarrollo del tallo

## 1.2 Hipótesis

El uso de fertilizaciones orgánicas con dosis óptimas para el cultivo de tomate de cáscara, permite satisfacer las demandas de nutrimentos y con ellos reducir el uso de productos químicos.

- De la gran variedad de productos que se emplean como enraizadores y fertilizantes foliares que utilizan coadyuvantes (*Enzimas, Hormonas, A.H. Algas*), para el cultivo del tomate de cáscara, es probable considerar uno de manera específica.

## 2 REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Importancia del Cultivo

En la actualidad el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) ha tomado una importancia sin precedente dentro de las hortalizas producidas en México, esto debido a que es un sustituto del jitomate y por el exquisito sabor que proporciona a los platillos tradicionales, siendo de relevancia sobre todo, para los estados centrales del país. El tomate de cáscara junto con el chile, jitomate, calabaza y camote, fue parte de la alimentación de los pobladores precolombinos. Se encontraron vestigios de su uso como alimento en excavaciones hechas en el valle de Tehuacán, Puebla que data de 900 a 200 años A. C. Al tomate de cáscara se le encuentra distribuido en la mayoría de los estados de México en forma silvestre, fomentada, cultivada y domesticada. Es una de las especies vegetales que han sido poco estudiadas, (Cartujano, 1984).

En cuanto a los usos en México, el tomate de cáscara es importante debido a que tiene una gran demanda para la elaboración de diversos platillos tradicionales. Por ejemplo, es utilizado como condimento en un sinnúmero de comidas en forma de salsas agregadas a los guisados, sopas y ensaladas, (Saray, 1977; Peña, 1990; Montalvo, 1996). El cultivo de tomate de cáscara se ha incrementado por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, debido al alto grado de rusticidad y por tener grandes perspectivas en el mercado, llegando incluso a ser producto sustituto del jitomate, cotizándose a buen precio y en ocasiones superiores al de éste; además, los rendimientos que se presentan son rentables y su ciclo vegetativo es relativamente corto, razón por la cual ha cobrado gran importancia en México en las últimas dos décadas, (Peña, 1990), (Santiaguillo *et al.*, 1995).

Actualmente crece en forma silvestre entre los maizales donde subsisten sistemas tradicionales de producción que no implican el uso de herbicidas, recolectándose incluso para su venta en los mercados regionales, (Peña y Márquez, 1990).

## 2.2 Origen

La palabra tomate proviene del vocablo náhuatl "ayacachtomatli" donde etimologías: ayacah (tli) = sonaja, cascabel y tomatl = tomate. Así como su nombre genérico en el idioma maya hace suponer es originaria de América, muy probablemente de México. Además, se tienen evidencias de que crece en forma silvestre en la vertiente de Pacífico, (Cantú, 1983), que va desde Guatemala hasta California EUA, (Cárdenas, 1981).

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot. ) es una especie originaria de México (vertiente del Pacífico), donde es posible encontrársela en forma silvestre, en una franja que va desde Centroamérica, (Guatemala), hasta California ( Saray, 1977), menciona que el centro de origen es el sur de México. Actualmente se encuentra en poblaciones silvestres, arvenses y domesticadas que presentan una variabilidad fenotípica en cuanto al tipo de frutos y hábito de crecimiento, encontrando plantas rastreras, semirastreras y erectas; colores de frutos que varían del amarillo al verde en distintas tonalidades hasta el morado, (Peña y Márquez, 1990).

(Montalvo, 1996). Indica que el tomate de cáscara en México se desarrolla en una altitud que va desde los 1 0 metros sobre el nivel del mar (msnm) en Tres Valles Veracruz, a 2 600 msnm en el estado de México, e indica que se desarrolla en una latitud desde el sur de Baja California (29° 23' LN) hasta el sur del estado de Chiapas (15° 54' LN).

## 2.3 Importancia económica

El tomate de cáscara es una especie hortícola de importancia en México por su amplio consumo en la alimentación de la población, con amplias perspectivas de mejorar dicha importancia al incrementarse el rendimiento y el consumo per cápita, lo que por consecuencia aumentaría los ingresos económicos al mejorarse la productividad, industrialización y exportación.

En la actualidad, el tomate de cáscara se ubica entre las principales cinco especies hortícolas cultivadas en México, solamente superada por el chile *Capsicum annuum* L., la papa *Solanum tuberosum* L., el jitomate *Lycopersicon esculentum* Mill. y la cebolla *Allium cepa* L. La superficie nacional dedicada a este cultivo es de 43,505 ha con un rendimiento promedio aproximado de 14 ton.ha-1 (SIAP, 2014). Aunque diversas investigaciones reportan un potencial productivo de hasta 40 ton.ha-1 (Santiaguillo *et al.*, 1998).

Desde varios puntos de vista, el cultivo del tomate verde es de extraordinario interés nacional. Forma parte de los cuatro productos básicos en la alimentación del mexicano junto con el maíz *Zea mays* L., frijol *Phaseolus vulgaris* L. y chile *Capsicum annuum* L. Su importancia económica va en auge dado que su cultivo se ha extendido a otros países con fines alimenticios y/o comerciales. Asimismo, en la medicina tradicional desde épocas remotas se ha usado para la cura de diversas enfermedades (Villatoro, 1996).

- La cosecha del tomate verde es ligeramente mayor en el ciclo primavera-verano con 52%, el 48 por ciento restante se recaba en otoño-invierno.
- En los últimos tres años agrícolas (2012-2014), el cultivo de esta hortaliza se lleva a cabo en 29 entidades federativas, entre las que destacan:
- Sinaloa, Jalisco y Zacatecas, que aportan 15, 11 y 11 por ciento cada una, respectivamente.

El tomate verde se recolecta todo el año, pero en los meses de enero, febrero y marzo se genera poco más de 37 por ciento del total nacional. (SIAP, 2014).

Estados de la República Mexicana con Mayor Participación en la Producción durante el 2014 se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro. 1. Principales estados productores de Tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en el 2014.

Estados	Sup. Sem. (Ha)	Sup. Cos. (Ha)	Prod. (Ton)	Ren. (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Prod. (Miles de Pesos)
Sinaloa	8,643.94	8,643.94	114,206.50	13.21	1,631.42	186,318.40
Jalisco	5,521.53	5,497.53	68,123.99	12.39	4,888.83	333,046.57
Puebla	4,473.42	4,308.42	44,286.63	10.28	4,766.49	211,091.66
Michoacán	3,330.00	2,718.00	49,099.81	18.06	3,578.08	175,683.12
Nayarit	3,246.50	2,004.31	31,291.58	15.61	2,067.19	64,685.71
Zacatecas	3,070.50	3,070.50	75,604.05	24.62	2,393.10	180,927.78
Sonora	2,949.50	2,944.50	45,396.32	15.42	3,597.57	163,316.63
México	2,696.65	2,686.65	46,282.31	17.23	5,211.62	241,205.60
Morelos	1,994.30	1,994.30	24,420.26	12.24	4,331.89	105,785.86
Hidalgo	1,336.37	1,226.37	12,534.66	10.22	4,188.70	52,503.91
Tlaxcala	1,257.00	1,257.00	16,220.20	12.90	4,904.77	79,556.30
Gto	1,027.00	1,015.00	12,029.18	11.85	2,833.86	34,088.98

Fuente: SIAP. Anuario estadístico de la producción agrícola  
PMR: Peso Promedio Rural.

#### 2.4 Distribución natural de especies del género *Physalis spp* en México

Como centro de origen del tomate de cáscara (*Physalis spp.*), en el territorio de México se encuentra una vasta riqueza genética de esta planta, la cual se manifiesta en un elevado número de especies, poblaciones vegetales bajo diversos estados evolutivos, con diferencias en hábito de crecimiento, en el grado de tolerancia o susceptibilidad al ataque de plagas y enfermedades; frutos de formas variadas, múltiples tamaños y colores. Los factores que han contribuido y en su caso propiciado su formación, son una polinización cruzada y la diversidad

ambiental del país, en conjunción con el devenir de los años. Debido a la diversidad ambiental de México, se le considera como uno de los centros más importantes de diversidad genética vegetal en el mundo, donde además, se ha desarrollado una intensa labor de domesticación en más de 100 especies de plantas (Santiaguillo, H. J. F. 1995).

En México se encuentran aproximadamente 80 especies dentro del género *Physalis* (Santiaguillo, 1994).

Cuadro. 2.0 Distribución del género *Physalis* spp en México.

ESPECIE	ESTADO DE RECOLECCIÓN
<i>P. acutifolia</i>	(M) S Tabasco y Sinaloa
<i>P. amphitrchal</i> (B) S.	Querétaro
<i>P. angulata</i> L	Jal., Gto., Sin., Tab., Col. y Durango
<i>P. arborencens</i> L	Veracruz y Querétaro
<i>P. campanula</i> S	Hidalgo
<i>P. chenopodifolia</i> M	Tlaxcala, México, Distrito Federal e Hidalgo
<i>P. cineracens</i> (D) H	Jalisco, Yucatán, Aguas Calientes y Gto
<i>P. constricta</i> W	Hidalgo
<i>P. cordata</i> M	San Luis Potosí, Jalisco y Zacatecas
<i>P. crassifolia</i> B	Sonora
<i>P. foetens</i> P	Tlaxcala, México, Hidalgo y San Luis Potosí
<i>P. glutinosa</i> S	Durango e Hidalgo
<i>P. gracilis</i> M	Veracruz, Tabasco e Hidalgo
<i>P. greemi</i> V.R	Chihuahua y Michoacán
<i>P. heredifolia</i> A.G	Chihuahua y Zacatecas
<i>P. ixocarpa</i> B	Puebla
<i>P. laqascae</i> R y S	Morelos, Jalisco y Tabasco
<i>P. maxima</i> M	Oaxaca y Jalisco

<i>P. melonocystis</i>	Tabasco
<i>P. mollis</i> N	Zacatecas
<i>P. phyladelphica</i> L	Méx., Ver., Gto., Pue., DF., Tlax., Chis., Oax. y Coah.
<i>P. pubescens</i> L	Veracruz, Yucatán Guerrero y Oaxaca
<i>P. sordida</i> F	Hidalgo, Gto, Coah y Nuevo León
<i>P. stapeloides</i> (R) B	Distrito Federal, Méx, Michoacán, Puebla y Gro
<i>P. subulata</i> R	Tabasco
<i>P. sulphurea</i> (F) W	Distrito Federal y Michoacán
<i>P. virginiana</i> M	San Luis Potosí, Chihuahua y Jalisco
<i>P. volubilis</i> M	Michoacán

Fuente: (Santiaguillo, 1994).

En relación al potencial genético del género *Physalis*, Saray (1982), señala que a pesar de que en México existen poblaciones de tomate de cáscara en diversos grados de domesticación, su conocimiento es escaso, desconociéndose sus características agronómicas más importantes así como su disponibilidad y variabilidad redundando en una incipiente contribución al Fitomejoramiento.

## 2.5 Taxonomía

El tomate de cáscara pertenece a la familia de las solanáceas, en donde se encuentran otras especies de importancia económica como lo son el jitomate, la papa, el tabaco, el chile, la berenjena y otras más (Bukasov, 1963).

El tomate de cáscara *Physalis ixocarpa*, Brot., fue descrito por primera vez por Linneo en 1753 (Saray et al, 1977) y en 1963 por (Mulato 1984) y (Medina 1996), presentando la siguiente clasificación taxonómica:

Reino: Vegetal

Subreino: Plantae

División: Spermatophyta

Clase: Agiospermae

Subclase: Dicotiledónea

Orden: Polemoniales

Familia: Solanaceae

Tribu: Solaneae

Género: *Physalis*

Especie: *Physalis ixocarpa* (Brot.)

Bukasov (1963), menciona que los nombres vulgares del tomate cultivado son: Tomate de cáscara, costomate, tomate verde y ostomatl.

### 2.5.1 Citología.

Menzel (1951), reporta que las principales especies de tomate presentan un número cromosómico de  $2n=24$ , aunque también se encuentran otras de menor importancia con  $2n=48$ .

En México son pocos los estudios cito taxonómicos de esta especie; uno de estos es el realizado por García (1975-1976), quien al estudiar el cariotipo de las formas cultivada y silvestre de tomate de cáscara, encontró que los conteos cromosómicos indican que es una especie diploide con  $2n=24$ , cuyos cromosomas miden de dos a cuatro micras de longitud y sin diferencias visuales entre la forma cultivada y la silvestre.

Un estudio realizado en la Universidad de Colorado en 1967, mencionado por (Saray, 1982) señala que se tiene la presencia de un cromosoma accesorio en

adicción al complemento normal, que es mucho más pequeño que los otros cromosomas de esta planta y puede ser observado durante mitosis y meiosis.

### 2.5.2 Composición química.

El fruto del tomate mexicano contiene sales de hierro, de calcio y de fósforo y varias vitaminas sobresaliendo la vitamina “C” (Venkataratnams, 1956).

Cuadro. 3.0 Cantidades de las propiedades químicas del tomate de cáscara.

Análisis general	gr %	Vitaminas	mg%	Minerales	mg%
Humedad	93.3	Caroteno	0.00	Calcio	22.0
Cenizas	0.44	Tiamina	0.06	Fosforo	11.0
Proteínas	0.75	Rivoflavina	0.05	Fierro	2.9
Extracto etéreo	0.60	Niacina	2.22		
Fibra cruda	1.33	Ac. ascórbico	46.00		
Carbohidratos totales asimilables	3.58				

Fuente: (Saray, 1982).

## 2.6 Descripción fisiológica

### 2.6.1 Crecimiento y desarrollo

Tiene un ciclo de vida de 85 a 90 días desde la siembra a la senescencia; una vez que emerge la semilla, la plántula inicia el crecimiento un poco lento; posteriormente alrededor de los 24 días al crecimiento se acelera y se estabiliza aproximadamente a los 50 días, y es cuando alcanza una altura cercana a los 90 cm; sigue creciendo lentamente y puede llegar a alcanzar un poco más de un metro, a los 70 días la planta empieza a envejecer rápidamente (Saray, 1977).

### 2.6.2 Floración

La diferenciación se inicia aproximadamente entre los 17 y 20 días después de la siembra; las primeras flores aparecen a los 28 o 30 días y continúan floreciendo hasta que la planta muere. Una vez que se inicia la floración se observa una gran producción de flores, de tal forma que a los 56 días se tienen 125 flores por planta. Las anteras no abren uniformemente, sino que normalmente pasan de dos a cuatro días entre la dehiscencia de la primera a la quinta antera. Un poco antes de que se inicie la dehiscencia, los filamentos se elongan considerablemente hasta llegar cerca del estigma. Después la corola, los estambres, el estilo y el estigma persisten en su posición original alrededor de una semana, para después caer (Saray, 1977).

### 2.6.3 Polinización

Se efectúa por medio de insectos, principalmente abejas; en esta planta no es posible la autofecundación, debido a la autoincompatibilidad gametofítica que presenta (Mulato, 1984), la cual está dada por dos genes con múltiples alelos; comportándose entonces como una alógama obligada (de polinización cruzada). Una vez que la flor ha sido polinizada se cierra y no vuelve a abrirse, luego comienza a marchitarse para en seguida caer.

### 2.6.4 Fructificación

El cuajado de los frutos se inicia a los 35 días después de la siembra, a los 45 días inicia una etapa llamada comúnmente cascabel, que es un fruto bien definido en peso y desarrollo. Inmediatamente después de que la corola cae, el ovario y el cáliz comienzan a elongarse, posteriormente este último comienza a envolver al fruto joven y se alarga a su máximo tamaño antes de que el fruto madure. Del total de las flores producidas por una planta sólo un 28 ó 30% llegan a cosecharse en su madurez. (Saray, 1982).

La producción se distribuye uniformemente en la planta, pues las ramificaciones principales producen una mayor cantidad de frutos cosechables en comparación con las ramas laterales y sublaterales. Por otro lado, la caída de frutos se da fuertemente en las ramificaciones sublaterales y laterales (Mulato, 1987).

## 2.7 Condiciones climáticas y edáficas

### 2.7.1 Temperatura

La temperatura optima promedio que demanda el tomate de cáscara es de 20 a 22 °C. Su crecimiento vegetativo requiere de 22 a 25 °C ; con temperaturas de 30 °C el crecimiento disminuye y después de los 40 °C puede cesar; en floración, de 30 a 32 °C, mayores de estas pueden provocar deshidratación del tubo polínico , teniéndose consecuentemente una fertilización incompleta y presentándose frutos mal formados(Saray, 1977).

### 2.7.2 Humedad

Las etapas críticas son: germinación, emergencia y trasplante (en caso de esta última se presenta); el resto del ciclo, incluyendo floración, necesita que el suelo tenga al menos un 60% de la capacidad de campo. En condiciones de sequía, el tomate tiende a emitir rápidamente flores, acelera la maduración de los frutos reduciéndose estos en número y tamaño, adquiriendo algunos de ellos un sabor ácido (Saray 1977).

### 2.7.3 Tipo de Suelo

Este cultivo requiere de suelo arcilloso-arenoso, con disponibilidad de riego en regiones donde la precipitación no sea suficiente para el desarrollo del mismo: el PH puede variar de 5.0 a 7.0 (Castillo, P. I. 1990).

## 2.8 Labores previas al cultivo.

De acuerdo con (Saray y Loya, 1977) nos dicen que para lograr el éxito deseado en el cultivo de tomate de cáscara, es indispensable hacer una buena preparación del terreno, la cual depende en gran parte del cultivo del ciclo anterior.

### 2.8.1 Barbecho

Para una buena preparación del terreno es necesario arar la tierra a una profundidad aproximada de 25 cm y si se considera conveniente, realizar una cruz posterior deben darse los pasos de rastra necesarios para dejar el suelo bien molido, con el fin de lograr un adecuado desarrollo radical. (Saray y Loya, 1977).

### 2.8.2 Surcado

Se recomienda que la distancia entre los surcos sean de un metro, ya que a distancias menores, a pesar de tener mayores densidades de población. No se consigue un incremento significativo de la producción (Saray y Loya, 1977).

### 2.8.3 Siembra directa

El tomate puede ser sembrado directamente en el campo, aunque, algunos problemas de heterogeneidad en la germinación y madurez pueden surgir debido a la falta de control de los factores que afectan la germinación. Para éste sistema se requiere aproximadamente 2 a 3 kg de semilla por hectárea, depositando de 10 a 20 semillas por metro. Se recomienda que la distancia entre matas sea de 50 cm. (Saray y Loya, 1977).

#### 2.8.4 Edad a trasplante

(Pérez, 1991), menciona que se obtiene la mayor altura de planta en el trasplantarse entre 15 y 30 días y el mayor número de flores y frutos en trasplante que en siembra directa.

#### 2.9 Elementos minerales esenciales

En la actualidad 16 elementos se consideran esenciales para el crecimiento y desarrollo de las plantas en todos los cultivos estudiados y en general para las plantas superiores. Estos pueden clasificarse atendiendo a caracteres estructurales, de los que dependen los tipos de enlaces en que intervienen, o también por el papel biológico que desempeñan (Mengel y Kirkby, 2001).

Los elementos esenciales en ocasiones se han clasificado funcionalmente en dos grupos: los que participan en la estructura de un compuesto importante, y los que tienen una función activadora de enzima. Otro ejemplo es el magnesio, ya que es parte estructural de la molécula de clorofila y también activa varias enzimas. La mayoría de los micronutrientes son esenciales debido a que son activadores enzimáticos (Salisbury y Ross, 1992).

Los elementos químicos que la planta absorbe pueden clasificarse también en términos de cantidad o concentración de éstos en la planta y de su requerimiento como fertilizante, no obstante ese criterio puede ser variable ya que depende del genotipo y de las condiciones ambientales en las que se desarrolle (Castro, 1998).

Cuadro. 4.0 Elementos esenciales y concentraciones internas que se consideran adecuadas para el cultivo *Physalis ixocarpa* Brot.

ELEMENTO	FORMAS DE ABSORCIÓN
<b>MACRONUTRIENTES</b>	
C	C0 2; HCOJ-; C03
H	iones
O	H20 y en otros
N	N03-; NH
P	H3PO4
K	K+
Ka	Ca+2
Mg	Mo+2
S	SO4.2
<b>MICRONUTRIENTES</b>	
B	H3B03
Cu	Cu+2
Fe	Fe+2
Mn	Mn+2
Mo	Mo0.j-2
Zn	Zn+2
Cl	Cl *
Na	Na+2

Fuente: (Muñoz y Castellanos, 2003)

## 2.10 Principales Plagas y Enfermedades

### 2.10.1 Gusano del fruto. (*Heliothis supflexa* Gueneé).

Esta especie conocida como "gusano del fruto", es un lepidóptero de la Familia Noctuidae. El adulto es una palomilla de color amarillo pajizo, muy similar a

*H. Virescens*, tal vez un poco menor en tamaño; alas posteriores de blanco puro o a lo más desvanecido en ambos sexos, y con un sombreado grisáceo premarginal, (Carreón, 1975).

Los daños ocasionados por el gusano del fruto pueden llegar a ser hasta del 70% de la producción. Al inicio de la floración aparecen las primeras ovoposiciones y al emerger las larvas se alimentan inicialmente del follaje, y al poco tiempo alcanzan los frutos pequeños, muchos de los cuales pueden ser devorados por un solo gusano (Saray y Loya, 1978).

#### 2.10.2 Minador de la hoja. (*Liriomyza* spp.)

Las especies del género *Liriomyza* se conocen comúnmente como "moscas minadoras de las hojas", pertenecen a la familia agromycidae del orden Diptera. Los adultos son diminutas mosquitas de 2 mm de longitud; de color amarillo con el tórax negro. Los huevecillos son microscópicos, alrededor de 0.25 mm y de forma oval, de coloración blanquecina al principio y gradualmente se oscurecen hasta llegar a una coloración café oscuro al aproximarse a la eclosión; los huevecillos son insertados en los tejidos de las hojas, principalmente en el haz. (Morales, 1974).

#### 2.10.3 Gusanos trozadores. (*Faltia* spp y *Agrostis* spp).

Los adultos de los gusanos trozadores son unas palomillas de color café que varía de intensidad en lagunas partes del cuerpo, mide alrededor de 1.5 cm de largo llegando a tener una longitud aproximadamente de 2.5 cm de extensión.

Esta plaga se presenta invariablemente en cualquier fecha de siembra. Estos gusanos atacan a plantas pequeñas de 5 a 15 cm. de altura, se alimentan de la parte basal del tallo de la planta la trozan completamente y originan su caída; para localizar el gusano basta con escarbar alrededor de la planta 1 o 2 cm. de profundidad que es donde generalmente permanece. (Mecalf y Flint, 1965).

#### 2.10.4 Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* y *Bemisia tabaci* Guenn).

Existen dos especies de éstas mosquitas que se ven con mayor frecuencia. Los huevecillos son depositados por la hembra en número mayor de 100, se encuentran adheridos al envés de las hojas por un tallo pequeño; son de forma elíptica, de color amarillo y son sumamente pequeños.

El daño que ocasionan éstas mosquitas se debe a que tanto el adulto como las ninfas se alimentan chupando la savia de las hojas se cubren de una mielecilla vidriosa y pegajosa, en donde se desarrolla el hongo de la fumagina, cubriendo completamente el follaje e interfiriendo la fotosíntesis (Mecalf y Flint, 1965).

#### 2.11 Enfermedades fungosas.

##### 2.11.1 Cenicilla (*Oidium* sp).

La enfermedad del tomate de cáscara más generalizada en los estados de Morelos y México es la cenicilla, que se presenta generalmente después de la floración (Saray y Loya, 1977).

Aunque las cenicillas son comunes y causan daños considerables en áreas húmedas, frescas o calientes, son aún más comunes y severas en lugares de clima caliente y seco, por bajo estas condiciones el viento fácilmente desprende y disemina los conidios que, por otra parte no necesitan de agua libre para germinar y causar infección, sino sólo se una alta humedad relativa, ya que el agua de lluvia los perjudica pues con ella la mayoría cae al suelo (Romero, 1988).

##### 2.11.2 Tizón foliar (*Alternaria solani* (Ell. & G. Martin) L.R. Jones & Grout.)

Los síntomas más típicos de la enfermedad se presentan en las hojas en forma de manchas circulares de color café, donde destacan anillos concéntricos de color más oscuro. Las hojas severamente atacadas cambian del color verde al amarillo, luego café, se desprenden de las ramas y dejan a los frutos expuestos a

quemaduras de sol. Por lo común las hojas senescentes afectadas se ponen amarillas, se desecan y debilitan o desprenden. En las ramas y tallos de plantas tales como el tomate, aparecen manchas oscuras y profundas y con frecuencia en forma de blanco (Agrios, 1996).

#### 2.11.3 Mancha de la hoja (*Cercospora physalidis* Ellis.)

En México, se ha reportado en los estados de México y Morelos (Mendoza, Z.C. y B. Pinto C. 1985), donde se presenta por lo general casi al final del ciclo del cultivo y puede provocar defoliación.

Los síntomas se caracterizan como manchas foliares de forma circular o subcircular de 310 mm de diámetro, de color café a café grisáceo, en ocasiones presentan anillos concéntricos y al madurar la lesión, ésta se torna más clara y pueden notarse en ello cuando hay clima húmedo un crecimiento difuso de color gris claro que corresponde a la esporulación. Cuando la enfermedad es severa, puede provocar la defoliación de la planta (Mendoza y Pinto 1985).

#### 2.11.4 Carbón blanco (*Etyloma australe* Speg.)

El tomate de cáscara es un cultivo de gran importancia en las regiones de Villa guerrero, México. Donde recientemente una enfermedad de esta hortaliza conocida comúnmente por los agricultores como "ojo de rana", ha alcanzado niveles de epifita, debido a la aplicación de medidas inapropiadas. Anteriormente esta enfermedad se presentaba en esta y otras zonas, actualmente se ha observado en diversas áreas productoras del estado de México y Morelos, donde llega a provocar pérdidas considerables (Piña, 1989).

#### 2.11.5 Marchitez por fusarium (*Fusarium oxysporum* (Shel.) Snyder y Hansen).

El marchitamiento causado por *Fusarium* es una de las enfermedades más prevalentes y dañinas de tomate siempre que las plantas se cultiven intensamente.

La enfermedad es más destructiva en climas cálidos y en suelos cálidos y arenosos de las regiones templadas (Agrios, 1996).

#### 2.11.6 Moho gris (*Botrytis cinerea* Pers).

El moho gris es una de las enfermedades más comunes y más ampliamente distribuidas en hortalizas y frutales a nivel mundial en campo, invernadero, transporte y almacenamiento, provocando enfermedades muy conocidas y ampliamente distribuidas que ocasionan pérdidas considerables. En tomate de cáscara se han observado daños severos durante 1991 en la región sureste del estado de México (Mendoza y Pinto, 1985).

El patógeno penetra a través de heridas y muestra actividad a bajas temperaturas produciendo pérdidas considerables en cosechas que se han mantenido almacenadas durante largos períodos, aun cuando las temperaturas estén entre 0 y 10 °C (Agrios, 1996).

#### 2.11.7 Moho blanco o pudrición blanca. (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib.) Sacc.)

En la mayoría de las zonas ésta puede ser sólo una enfermedad ocasional pero en el Estado de México y algunas áreas de Morelos se ha incrementado su incidencia y daños durante 1991 y 1992; particularmente en las zonas del Estado de México, donde las pérdidas en algunos campos llegaron hasta el 80% (Mendoza y Pinto, 1985).

#### 2.12 Enfermedades causadas por virus.

Aproximadamente el 90% de los virus que infectan plantas están constituidos por ARN de cadena sencilla de sentido positivo. Los genomas de estos virus frecuentemente son segmentados y como regla general cada uno de sus segmentos funciona como molde para la multiplicación, síntesis de proteínas, como genoma viral o formando parte constitutiva de ARN de doble cadena intermediario de alto

peso molecular, denominadas formas replicativas, muy estables a la degradación enzimática.(Agrios, 1996).

#### 2.13 Virus del mosaico común. (CMV)

El mosaico común produce achaparramiento de las plantas, moteado y mal formación de las hojas. Las hojas muestran un ligero moteado o grandes áreas de color verde claro y amarillo, también claro, de forma irregular. Consta de áreas en relieve de color verde oscuro a lo largo de las nervaduras principales de la hoja, mientras que los bordes de ésta se enrollan hacia abajo. Cuando más jóvenes sean las plantas en el momento que son infectadas, quedan más achaparradas y débiles y es mucho menor la cosecha que producen (Agrios, 1996).

#### 2.14 Sustancias húmicas

El término materia orgánica del suelo se refiere al conjunto de sustancias orgánicas que contienen carbón, química y físicamente, sustancias sintetizadas microbiológicamente y químicamente de productos desmenuzados, cuerpos vivos y muertos de microorganismos y pequeños animales que permanecen descompuestos (Schnitzer, 2000).

La humificación de la materia orgánica originada de las sustancias húmicas, las cuales son una mezcla heterogénea de macromoléculas orgánicas, con estructura química, distinta y más estable que su forma original, proviene de la degradación de residuos de planta animales y de la actividad de síntesis de microorganismos. (Schitzer, 2000).

La quelatación es el papel más importante de las sustancias húmicas, los quelatos en cationes y los coloca disponibles para la raíz de la planta, además de que previene su precipitación. Los elementos metálicos son más absorbidos que los

cationes térreos, ya que se compleja el hierro y el zinc más rápidos que el sodio (Orlov, 1995).

Las sustancias húmicas, estimulan absorción de iones en muchas plantas a una concentración de 10 a 100 ppm. Los efectos benéficos en la absorción de nutrientes por las plantas y particularmente en el trasplante y disponibilidad de micro elementos (Zachariakiset, 2001).

### 2.15 Ácidos húmicos

Los ácidos húmicos son una sustancia negra con un alto grado de humificación y estructura compleja, que actúan principalmente sobre las propiedades físicas y químicas del suelo, y que presentan las siguientes características:

- Disgregan las arcillas en suelos muy pesados y con poca aireación y dan coherencia en suelos arenosos.
- Aumenta la permeabilidad y la porosidad del suelo.
- Precipitan en medio ácido.
- Gran capacidad de retención de agua.

Los ácidos húmicos de distintos suelos y la materia orgánica en descomposición presentan estructuras muy complejas semejantes. La forma de las moléculas juega un papel importante en la formación de la estructura del suelo, poseen una estructura flexible y ramificada con multitud de cavidades internas, que determinan su capacidad de absorción frente al agua (Moreno; Torres. 1996).

Los ácidos húmicos en terrenos arcillosos ayudan a mejorar la estructura del suelo, consiguiendo mejorar la permeabilidad del terreno y aumentar la aireación a nivel radicular de la planta. Los suelos arenosos, que suelen tener bajos niveles de materia, ayudan a incrementar el intercambio catiónico de los macro y micronutrientes, mejora la retención de agua y por lo tanto se evita una pérdida de nutrientes por lixiviación (Moreno; Torres. 1996).

Las sustancias húmicas juegan un papel preponderante (Schnitzer, 2000). Estos ácidos se obtiene durante el proceso de humificación de la materia orgánica (Meléndez, 2003) y también se han obtenido de materiales orgánicos fosilizados, como turbas y lignitos provenientes de minas de carbón (Rivero et al ., 2004).

## 2.16 Ácidos fúlvicos

Fúlvico procede de la palabra “fulvus”, amarillo, en referencia al color que suelen mostrar. Los efectos de los ácidos fúlvicos son visibles principalmente en la parte subterránea de las plantas, ya que poseen un extraordinario poder estimulante en la raíz. Por esta razón son utilizados como enraizantes. (Meléndez, 2003).

Los ácidos fúlvicos se distinguen de los ácidos húmicos por su coloración más clara, ya que tiene un contenido de carbono bajo (menos del 50%), su buena solubilidad en agua, alcohol, álcalis y ácidos minerales. Los ácidos fúlvicos pertenecen al grupo de los ácidos hidrocicarboxilos y la hidrosis acida forma sustancias reductoras, tiene alta capacidad de cambio (Hasta 700 meq 100 gr de sustancia), actúan destructivamente sobre minerales, son propensos a formar complejos  $R_2O_3$  que poseen gran movilidad, por lo tanto no existen dudas sobre ácidos fúlvicos, como grupos independientes de minerales húmicos con propiedades distintas a la de los ácidos húmicos (Meléndez, 2003).

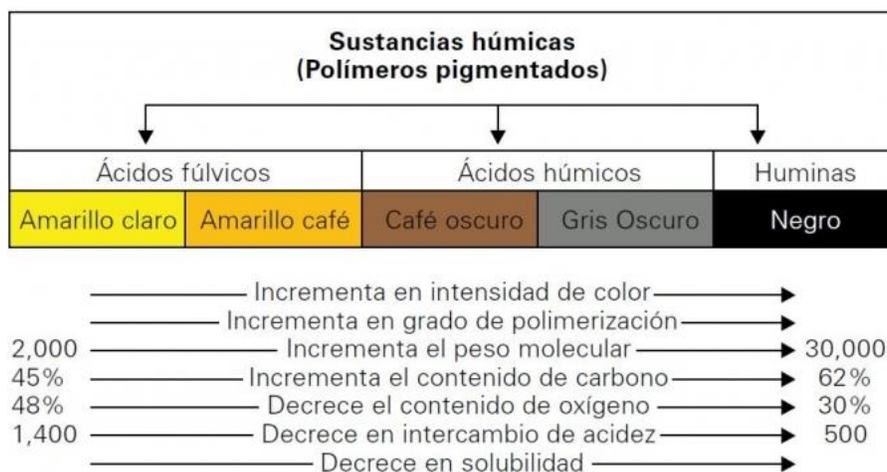
Los ácidos fúlvicos constituyen la fracción de la materia húmica del suelo soluble en agua. En su estudio no se ha profundizado, debido a que para algunos autores, los ácidos fúlvicos no forman parte del verdadero concepto de ácidos húmicos. Sin embargo, su solubilidad, tanto en agua, como en diversos disolventes orgánicos, facilita la aplicación de técnicas usuales de la Química Orgánica, siendo. Por ello su estudio más fácil y más completo que el resto de las fracciones de la materia húmica (Cueva, 2004).

Algunas de estas sustancias son los ácidos fúlvicos (AF), compuestos de bajo peso molecular (900-5000Da) que contienen carbono orgánico (43-52%), oxhidrilos y grupos fenólicos (Schnitzer, 2000). Estos ácidos se obtienen durante el proceso de humificación de la materia orgánica (Meléndez, 2003).

La importancia de los AF en el suelo radica en el mantenimiento de cationes en forma disponible para las plantas, además de favorecer su transporte hacia la raíz (Bongiovanni y Lobartini, 2009). Dan estabilidad a los agregados del suelo (Abiven S., Menasseri S., Chenu C., 2009)

Figura. 1.0 Diferencia entre los ácidos húmicos y fúlvicos.

Propiedades químicas de las sustancias húmicas.



Fuente: (Stevenson, 1982).

## 2.17 Importancia en la Agronomía

Los ácidos fúlvicos son de interés para los productores, debido a que posibilitan un mejor aprovechamiento de fertilizantes foliares y radicales, además de estimular el incremento de la planta. Como resultado de un incremento en cuanto a rendimiento de cosecha, también se obtiene un mejoramiento y recuperación del suelo favorecedor a la formación de agregados y la producción de los microorganismos benéficos en el suelo.

## 2.18 Principales funciones en la planta

La aplicación de los ácidos húmicos en leguminosas y hortalizas, bajo condiciones controladas, estimula el crecimiento vegetal en las plantas, ya que influyen varios mecanismos como: la formación de raíces adventicias, respiración de raíces, síntesis de proteínas, división celular e indirectamente la disponibilidad de iones y su translocación dentro de la planta, cuando se aplican concentraciones bajas de ácidos fúlvicos (Porta *et al.*, 2010).

La composición química de los AF y los grupos funcionales que presenten en su estructura molecular (Zhang *et al.*, 2012), así como del clima son de suma importancia para cualquier planta en general (Spaccini *et al.*, 2002). Los agregados o peds son unidades secundarias de diferentes tamaños, productos del ordenamiento de los granos minerales individuales (arena, limo y arcilla) y la materia orgánica, definidos como estructura del suelo (Porta *et al.*, 2010).

La agregación del suelo se inicia con la formación de complejos órgano-minerales, por la unión de arcillas con grupos funcionales del humus mediante cationes bi- o polivalentes que actúan como puentes o agentes cementantes entre los compuestos inorgánicos y orgánicos de tal manera que la presencia o ausencia de los AF es importante para la formación y estabilidad de los agregados (López *et al.*, 2002).

## 2.19 Auxinas

Este grupo de hormonas, cuyo nombre proviene del término griego que significa “crecer” le es dado a un grupo de compuestos que estimulan elongación. Esta sustancia está químicamente relacionada con el ácido indolacético (IAA) que es la fórmula predominante, aunque se ha visto que existen otras auxinas indolicas naturales en las plantas. Las auxinas se sintetizan principalmente en el ápice del tallo, en las yemas, ramas jóvenes y en general en los meristemas a partir del

aminoácido triptófano. Ayuda a que los tallos débiles se desarrollen y que se formen raíces adicionales de soporte para complementar el sistema radicular, el ácido indolil-3 acético es sintetizado en la planta y está libre formado de proteínas (Dharmasiri, 2005).

Constituyen a un grupo pequeño de hormonas vegetales originariamente identificada por su rol en respuestas trópicas. Actualmente se sugiere que poseen propiedades morfo génicas análogas a hormonas presentes en el reino animal, participando en procesos que incluyen desarrollo de embrión, raíz, fruto, hojas, descendencia del sistema vascular, crecimiento trópico y dominancia apical. En forma natural, las concentraciones más altas de las auxinas se encuentran en los ápices de crecimiento. La auxina natural más común es el ácido indo acético pero dependiendo de la especie, edad de la planta, y las condiciones de crecimiento pueden aparecer otras auxinas naturales en los tejidos (Dharmasiri, 2005).

#### 2.19.1 Transporte de auxinas

El ápice de los tallos es sin duda el tejido por excelencia donde se sintetiza IAA y de donde se puede establecer un gradiente de la hormona hasta la base. Algunas objeciones a esta hipótesis sugieren que el IAA presente en ápices aéreos sería transportado desde semillas por el xilema.

Una evidencia para ello es la presencia de IAA en el exudado en coleoptilos decapitados. Sin embargo, la capacidad de los mismos coleoptilos para sintetizar IAA a partir de Trp, sugiere que en realidad éstos son capaces de producir su propia hormona. IAA ha sido detectado en el cambium, xilema y floema (Rashotte *et al.*, 2003).

## 2.20 Efectos fisiológicos de las auxinas crecimiento y formación de raíces.

Debido a que las auxinas influyen tanto la división, como el crecimiento y diferenciación celular, están involucradas en muchos procesos del desarrollo, en algunos de ellos interactuando con otras fitohormonas. Diversos bioensayos han sido descritos para analizar respuestas a auxinas, los cuales han sido útiles en la identificación de compuestos con actividad típica de auxinas y de plantas mutantes con defectos en la síntesis, metabolismo o respuestas a auxinas. Uno de los ensayos que caracterizan el efecto de auxinas en el desarrollo es la regulación del crecimiento radicular el cual es definido desde el desarrollo embrionario (Jenik y Barton, 2005).

## 2.21 Fertilización foliar

La fertilización foliar se ha convertido en una práctica común e importante para los productores, porque corrige las deficiencias nutrimentales de las plantas, favorece el buen desarrollo de los cultivos y mejora el rendimiento y la calidad del producto. La fertilización foliar no substituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o completar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo.

El abastecimiento nutrimental vía fertilización edáfica depende de muchos factores tanto del suelo como del medio que rodea al cultivo. De aquí, que la fertilización foliar para ciertos nutrimentos y cultivos, bajo ciertas etapas del desarrollo de la planta y del medio, sea ventajosa y a veces más eficiente en la corrección de deficiencias que la fertilización edáfica (Eibner, 1986).

## 2.22 Mecanismos de absorción de nutrimentos

Desde 1877 se demostró que las sales y otras sustancias pueden ser absorbidas a través de las hojas (Franke, 1986),(Johnson (1916) asperjando sus piñas con una solución de sulfato de hierro, logró enverdecer las plantas después de algunas semanas. Esta experiencia tuvo repercusiones con los productores y se empezaron a utilizar sin medida, prácticas de aspersión foliar de algunos micronutrientes.

A pesar de ser una práctica común entre agricultores, todavía a finales de la década de los 40's, no se sabía el mecanismo de absorción foliar de nutrimentos. Aún hoy en día, la expresión "Fertilización Foliar".

Las hojas no son órganos especializados para la absorción de los nutrimentos como lo son las raíces; sin embargo, los estudios han demostrado que los nutrimentos en solución sí son absorbidos aunque no en toda la superficie de la cutícula foliar, pero sí, en áreas puntiformes las cuales coinciden con la posición que se proyectan radialmente en la pared celular. Estas áreas puntiformes sirven para excretar soluciones acuosas de la hoja, como ha sido demostrado en varios estudios. Por lo tanto, también son apropiados para el proceso inverso, esto es, penetración de soluciones acuosas con nutrimentos hacia la hoja (Franke, 1986).

## 2.23 Hormonas

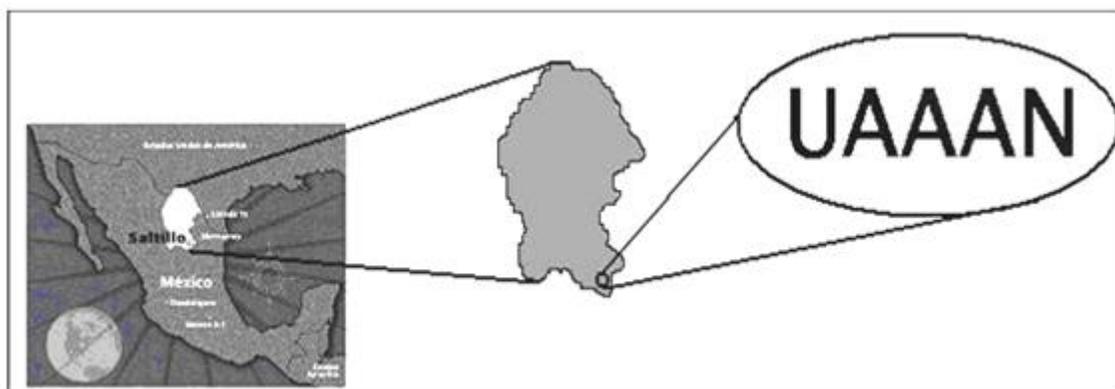
Las hormonas son sustancias químicas producidas por algunas células vegetales; estas hormonas son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas. Las hormonas son sintetizadas en un determinado lugar de la planta donde actúan a muy bajas concentraciones, regulando el crecimiento, desarrollo o metabolismo del vegetal, (Franke, 1986).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización del área experimental

La presente investigación, se efectuó en el área experimental del Departamento de Ciencias del Suelo, dentro de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAN), la cual se ubica en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Se localiza geográficamente a los  $25^{\circ} 21' 13.61''$  de Latitud Norte y  $101^{\circ} 2' 13.61''$  de Longitud Oeste, a una altura de 1742 msnm (figura 2).

Figura 2.0 Localización del área experimental



#### 3.2 Establecimiento del experimento

##### 3.2.1 Características de la parcela

El presente experimento se realizó en un área de 1x10m, en camas de cemento, donde se ocuparon 4 parcelas ubicadas a un costado del Departamento de Ciencias del Suelo. En el siguiente cuadro se muestran las características físicas y químicas del suelo.

### 3.2.2 Características del suelo.

Cuadro 5. Características físicas del suelo

Propiedades físicas	
Textura	Arcillosa
Densidad aparente	0.85 gr/cc
Color	Negro 10YR1/2
Densidad de sólidos	1,71 gr/cc

Cuadro 6. Características químicas del suelo

Propiedades químicas	
M.O	1.75%
PH	6.5
C.E	2.0 mmhos/cc
CIC	20 Meq/100gr
Nitrógeno total	0.0875%
Fosforo aprovechable	6.06 ppm
Potasio	75 ppm
Calcio	15meq/100gr
Magnesio	2.5 Meq/100gr

### 3.3 Sustratos que se usaron para germinación

#### 3.3.1 Peat moss y perlita

El sustrato se define como, todo material solido distinto de los suelos naturales, que colocados en un contenedor en forma pura o mezcla, permite el anclaje soporte de toda la planta.

El mejor sustrato es aquel que proporcione a las raíces las mejores condiciones de desarrollo, en cuanto a retención de agua, aireación, nutrientes y temperatura. Los sustratos pueden ser de materiales sintéticos, orgánicos o minerales, pueden ser químicamente inertes o activos.

### 3.4 Material genético

Se utilizó semilla de tomate verde de la variedad rendidora

### 3.5 Productos químicos requeridos para el tratamiento de plagas y enfermedades.

Para el control de plagas y enfermedades se utilizaron los siguientes productos químicos comerciales, para lo cual se aplicaron de manera preventiva debido a las condiciones ambientales de la región.

Insecticida: Mustang Max (Insecticida Agrícola)

Control: Trips, Pulgón, Mosquita blanca.

Fungicida: Pentaclor

Control: Secadera, Cenicilla.

### 3.6 Productos utilizados en los tratamientos

#### 3.6.1 Miya raíz (Mr) (bioestimulador enzimador orgánico)

Diseñada para promover el desarrollo de la masa radicular y foliar en plántulas y esquejes, sus componentes son totalmente solubles en agua y pueden ser aplicados en aspersiones foliares y fertirriego. Es de rápida absorción, aumenta la masa radicular favoreciendo un mejor anclaje y así una mayor absorción de nutrientes; favorece además el crecimiento de los entrenudos.

Cuadro 7. Componentes del producto Miya raíz (Mr)

Miya raíz (Mr) (bioestimulador enzimador orgánico) o fúlvico	
Ácido fúlvico	9.96%
Boro (B)	0.04%
Acondicionadores y diluyentes	
Naturales	90.00%

### 3.6.2 Miyaction (M) Fertilizante foliar líquido

Es un fertilizante orgánico elaborado a base de ácidos fúlvicos de origen natural y funciona como un activador y liberador de nutrientes del suelo. Mantiene los nutrientes disponibles en la solución del suelo para la planta mejorando la absorción y distribución de nutrientes hacia los sitios de demanda. Incrementa la capacidad de intercambio catiónico y aumenta el aprovechamiento de los nutrientes por la planta, también mejora la actividad microbiana del suelo favoreciendo la micorrización en el sistema radicular; en aplicaciones foliares permite la apertura de estomas y translocación de los nutrientes de la planta.

Cuadro 8. Componentes del producto Miyaction (M)

Miyaction (M) Fertilizante foliar líquido	
Ácido fúlvico	11.07%
Nitrógeno total	0.65%
Fosforo disponible	5.00ppm
Potasio disponible	2.00ppm
Fierro	5.00ppm
Zinc	1.00ppm
Acondicionadores y diluyentes	
Naturales	88.28ppm

### 3.6.3 Spring soil (Sp)

Es un fertilizante de materia orgánica líquida elaborada para activar los microorganismos y mejorar la estabilidad de los nutrientes en el suelo. Su aplicación mejora la actividad microbiana en el suelo, interviene en la protección y desarrollo del sistema radicular de la planta favoreciendo el desarrollo y crecimiento de los cultivos.

Cuadro 9. Componentes del producto Spring soil (Sp)

Spring soil (Sp)	
Materia orgánica (M.O)	20%
Nitrógeno total (NT)	80-87%
Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3-3.5%
Potasio (K <sub>2</sub> O)	0.10-0.15%
Azufre (S)	5-7 ppm
Magnesio (Mg)	100-150 ppm
Calcio (Ca)	90 ppm
Fierro (Fe)	25-28 ppm
Boro (B)	1-1.3 ppm
Zinc (Zn)	2.5-3.5 ppm
Manganeso (Mn)	10-13 ppm
Cobre (Cu)	1-1.5 ppm
Carbohidratos	5.0 %

Cuadro 10. Distribución de los productos utilizados en los diferentes tratamientos en (ppm).

No. De Tratamientos	Miyaction (M) (11.07%)	Spring soil (20-26%)	Miya raiz (9.96%)
T1	0	0	0
T2	0.50 ml/Lt	0.74 ml/Lt	0.80 ml/Lt
T3	1.00 ml/Lt	1.48 ml/Lt	1.60 ml/Lt
T4	1.50 ml/Lt	2.22 ml/Lt	2.40 ml/Lt
T5	175.0 ml/Lt	2.59 ml/Lt	2.80 ml/Lt

		Repetición 1				Repetición 2				
Testigo		T1	T2	T3	T4		T1	T2	T3	T4
		Mr	Mr	Mr	Mr		Mr	Mr	Mr	Mr
		Sp	Sp	Sp	Sp		Sp	Sp	Sp	Sp
		M	M	M	M		M	M	M	M
		25%	50%	75%	100%		25%	50%	75%	100%

		Repetición 3			
Testigo		T1	T2	T3	T4
		Mr	Mr	Mr	Mr
		Sp	Sp	Sp	Sp
		M	M	M	M
		25%	50%	75%	100%

### 3.7 Diseño experimental

En el presente trabajo se realizó un diseño factorial (2x5x3) con un arreglo en parcelas divididas y distribución de bloques al azar.

Este es uno de los diseños más utilizados en experimentos de campo. Su objetivo es agrupar las Unidades Experimentales en bloques uniformes, de tal manera que la variación entre las unidades Experimentales sea mínima aun cuando la variación entre bloques sea alta (Cantú, T. R. 1983).

### 3.8 Modelo experimental

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}, i=1, \dots, t, j=1, \dots, b$$

$\mu$  = Parámetro Media general

$\tau_i$  = Parámetro, efecto del tratamiento i-esimo

$\beta_j$  = Parámetro, efecto del bloque j-esimo

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental en la unidad j del tratamiento i

$$\epsilon_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma^2)$$

### 3.9 Desarrollo del experimento

En las charolas de polietileno de 200 cavidades, que contenían la mezcla de peat moss con perlita (relación 1:1 v/v), como sustrato se germinaron semillas de tomate verde variedad rendidora, se inició la germinación de la semilla a los 20 días de siembra, cuando las plantas presentaron 5 centímetros de altura (con dos pares de hojas verdaderas), fueron trasplantadas en las parcelas.

Después de 60 días del trasplante se realizó la siembra directa de tomate de cáscara con la finalidad de comparar la diferencia entre trasplante y siembra directa de tomate verde. Los tratamientos fueron de igual forma.

Los tratamientos, consistieron en la aplicación vía foliar, de Miyaction, con dosis de 5ppm= 0.50, 10ppm= 1.00, 15ppm= 1.50, 17.5ppm= 175.0 ml/Lt de agua, la cual se utilizaba una bomba manual para la aplicación.

Los tratamientos por banda se realizaron, preparando en un litro de agua las dosis correspondientes de los productos, Spring soil 15ppm= 0.74, 30ppm=1.48, 45ppm= 2.22, 52.5ppm= 2.59 ml/Lt .

Miyaraiz 8ppm= 0.80, 16ppm= 1.60, 24ppm= 2.40, 28ppm= 2.80 ml/Lt las cuales se prepararon en una probeta de un litro donde se realizó la aplicación distribuida uniformemente en cada tratamiento.

Se realizó una serie de labores culturales, los riegos variaron debido a las condiciones del clima y en repetidas ocasiones se presentaron lluvias por lo cual se suspendían riegos.

Después de haber cumplido dos semanas de siembra se procedió a escardar el suelo, con la finalidad de tener el suelo flojo para tener un mejor desarrollo de la raíz esta labor se realizó cada 8 días en todos los tratamientos.

Para el control de algunos insectos se aplicó un insecticida con la finalidad de prevenir cualquier efecto dañino, también se aplicó fungicida como un preventivo para evitar la presencia de hongos.

Se realizaron mediciones a los 100 días donde los parámetros a evaluar son:

- Altura de la planta

Es la distancia que hay desde la base de la planta hasta la última hoja. Esto se determinó en cm, con la ayuda de una regla de 30 cm.

- Grosor del tallo

Se toma de la base de la planta nivel del suelo, con ayuda de un vernier eléctrico.

- Diámetro de la raíz

Este dato se obtiene con la ayuda de un vernier eléctrico y se toma de la raíz de la planta.

- Numero de flores

Se contaron el número de flores que tenía la planta en cada tratamiento.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La interpretación de las gráficas siguientes es en relación al trasplante, nos muestra gráficamente los resultados de los tratamientos.

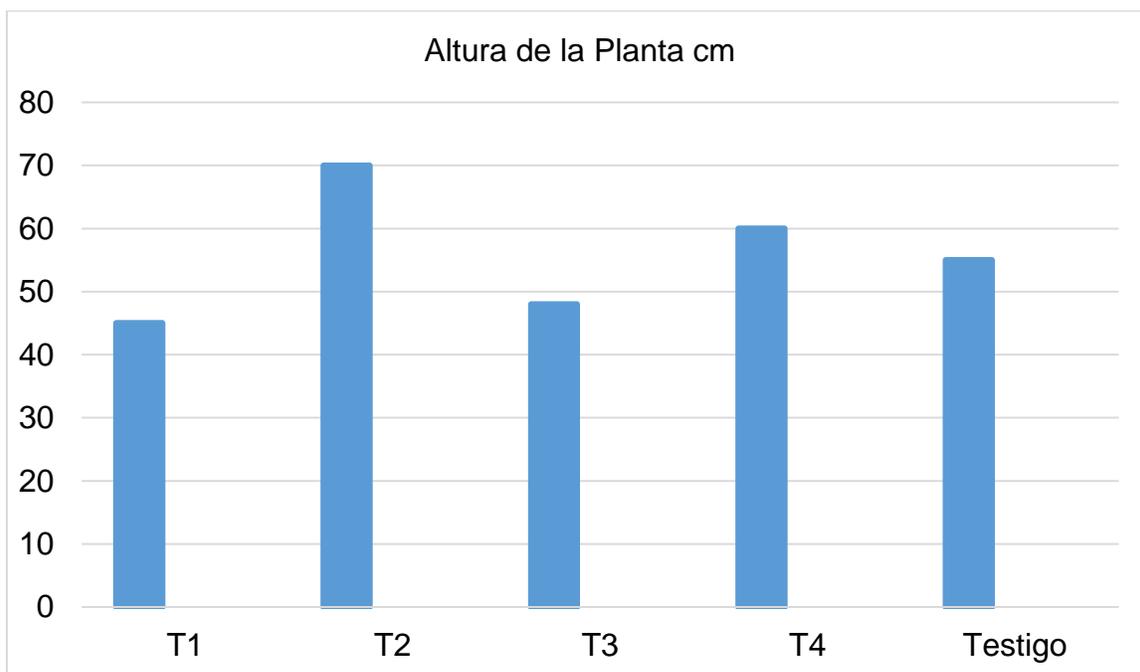


Figura. 3 Altura de la planta en cm, de tomate verde en respuesta a los tres productos orgánicos y sus diferentes dosis.

Los resultados que se obtuvieron en la prueba de comparación de medias con altura de la planta (figura 3.) muestran gráficamente que el T2 con dosis al 50% tuvo mejor altura siendo así el mejor tratamiento que el testigo. El testigo obtuvo respuesta favorable que los tratamientos con las siguientes dosis, T1 al 25%, T3 al 75% y T4 al 100%.

(Jacob, A. and H. Uexküll V. 1969) señalaron que los ácidos fúlvicos influyen en la estructura anatómica de la planta, en particular, acelera la diferenciación de ápice del crecimiento aumenta la permeabilidad de membranas vegetales e incrementa la absorción de los nutrientes.

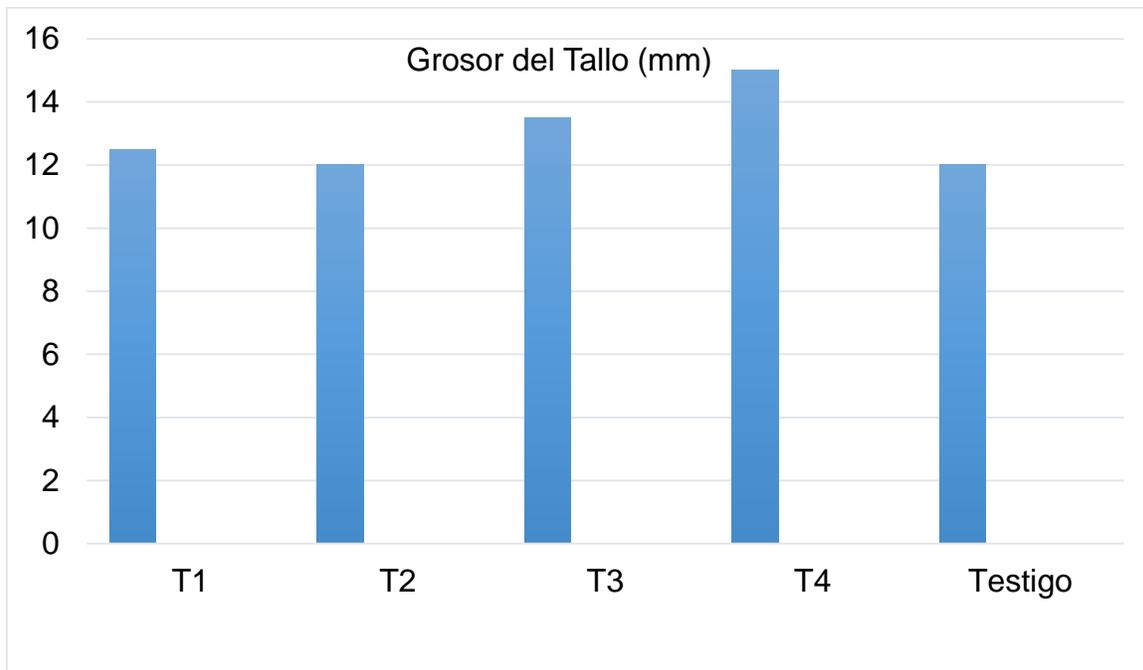


Figura 4. Respuesta de la comparación medias la variable grosor de tallo (mm), en la aplicación de tres productos orgánicos.

En los resultados que se obtuvieron en la comparación de medias (figura 4.) se puede apreciar gráficamente que el tratamiento con mejor resultado fue el T4 con dosis al 100% resultando el mejor tratamiento, superando al testigo, también de igual forma los tratamientos T1 al 25% y T3 al 75% que estuvieron ligeramente por arriba del testigo mostrando mejor grosor en el tallo, el tratamiento T2 al 50% se comportó de igual manera que el testigo lo cual indica que no existió diferencia gráficamente en ese tratamiento.

(Trinidad et al., 1971) mencionan que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de los tallos de varias plantas cuando se aplican con soluciones nutritivas en diversas concentraciones.

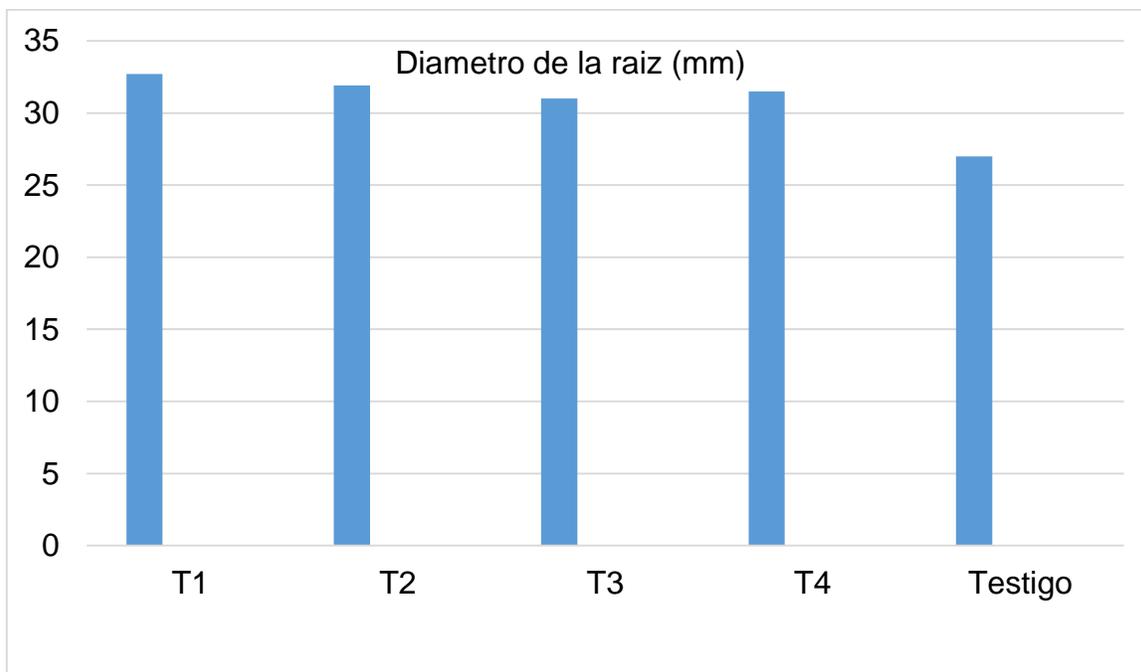


Figura 5. Diámetro de la raíz (mm), con la aplicación de tres productos orgánicos.

Los resultados que se obtuvieron en la medición de esta variable fue el tratamiento T1 con dosis 25% superando a los demás tratamientos, con dosis, T2 al 50%, T3 al 75% y T4 al 100% superando al testigo, siendo este último el más bajo, es decir el de menor diámetro de raíz.

Los ácidos húmicos son fracciones químicas que por sí mismas provocan efectos nutricionales en bioestimulación en el crecimiento y el desarrollo de las plantas (García, 1995).

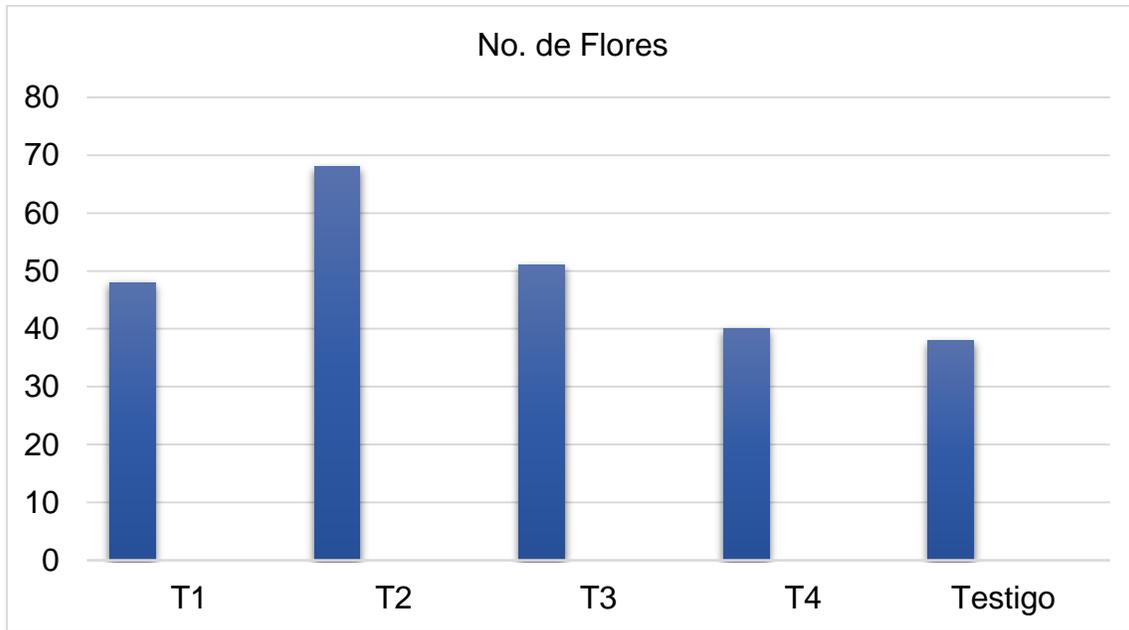


Figura 6. Numero de flores, con aplicación de tres productos orgánicos.

Los resultados que se obtuvieron en la (figura 6.) en la medición de esta variable fue el tratamiento T2 con dosis 50% superando a los demás tratamientos, con dosis, T1 al 25%, T3 al 75% y T4 al 100% superando al testigo, siendo nuevamente el más bajo.

Los ácidos húmicos son fracciones químicas que por sí mismas provocan efectos nutricionales en bioestimulación en el crecimiento y el desarrollo de las plantas (García, 1995).

La interpretación de las gráficas siguientes, es con relación a la siembra directa, la cual nos muestra gráficamente los resultados de los tratamientos.

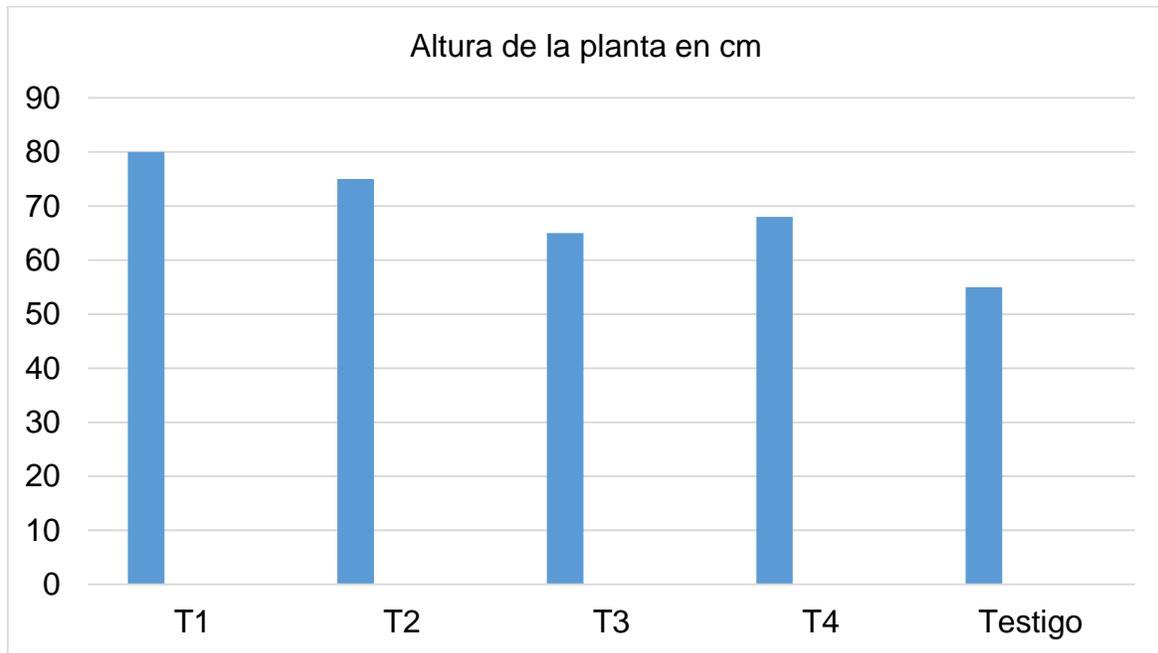


Figura 7. Respuesta de la altura de la planta (cm), presentado gráficamente con los productos orgánicos.

Los resultados que se observaron en la imagen (Figura 7.); el mejor tratamiento fue el T1 con dosis al 25% mostros una mejor altura con respecto al testigo, seguido de los tratamientos T2 al 50%, T3 al 75% y T4 al 100% quienes de igual forma tuvieron un mejor resultado que el testigo, el cual obtuvo un resultado muy bajo en comparación a los demás tratamientos.

(Bongiovanni MD, Lobartini JC 2009), aseguran que los seres vivos sintetizados enzimáticamente, entre otros complejos de la vida; las proteínas. Por lo general las enzimas son proteínas, pero no todos son enzimas, estas tienen facultad de provocar y activar reacciones catalíticas reversibles a la temperatura del organismo vivo.

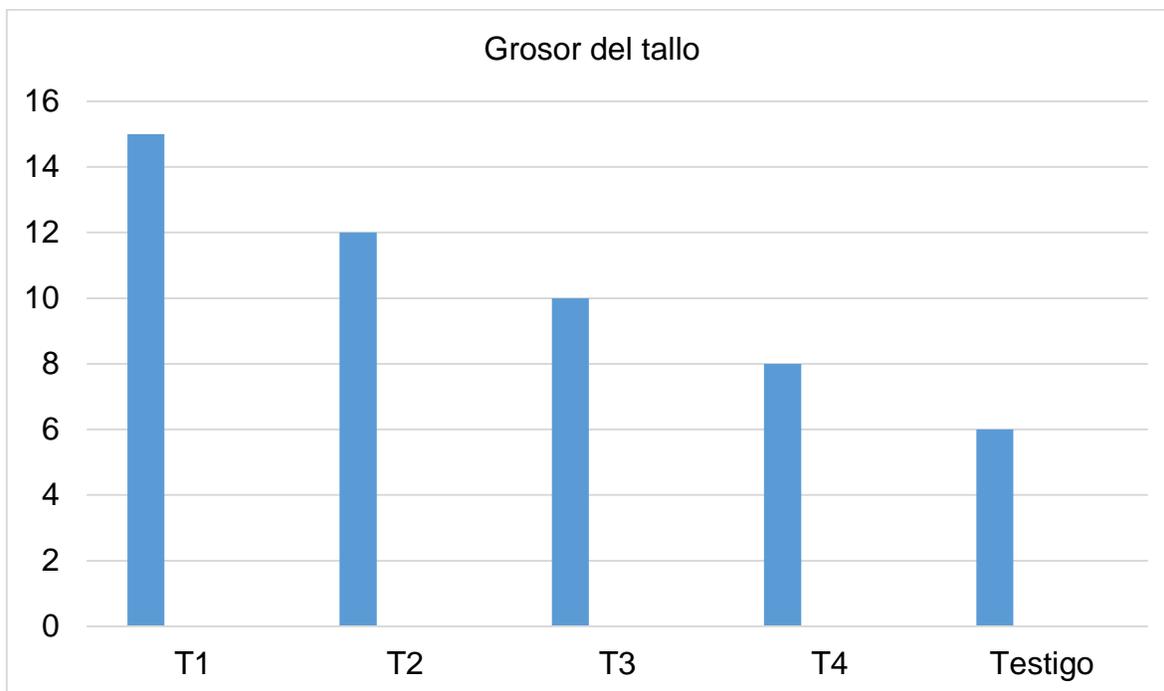


Figura 8. Comparación de medias de grosor del tallo (mm) en respuesta a los tratamientos usados en los tres productos orgánicos.

De acuerdo a los datos obtenidos y gráficamente representados (figura 8.), se puede observar las diferencias entre los tratamientos mostrando el comportamiento del grosor del tallo nos indica que el mejor tratamiento fue el T1 con dosis al 25% siendo superior a los demás tratamientos y de igual forma supera al testigo el cual de acuerdo a la gráfica fue el peor tratamiento. En el segundo el T2 al 50% y T3 al 75% superando al testigo y el T4 al 100% no mostro mucha diferencia con respecto al testigo.

El tallo es el soporte de la planta y el sistema de distribución para el agua y los nutrientes, de ahí es importante que se encuentre en las mejores condiciones, posibles que el diámetro del tallo influye de manera significativa en el rendimiento. (Stevenson, 1982).

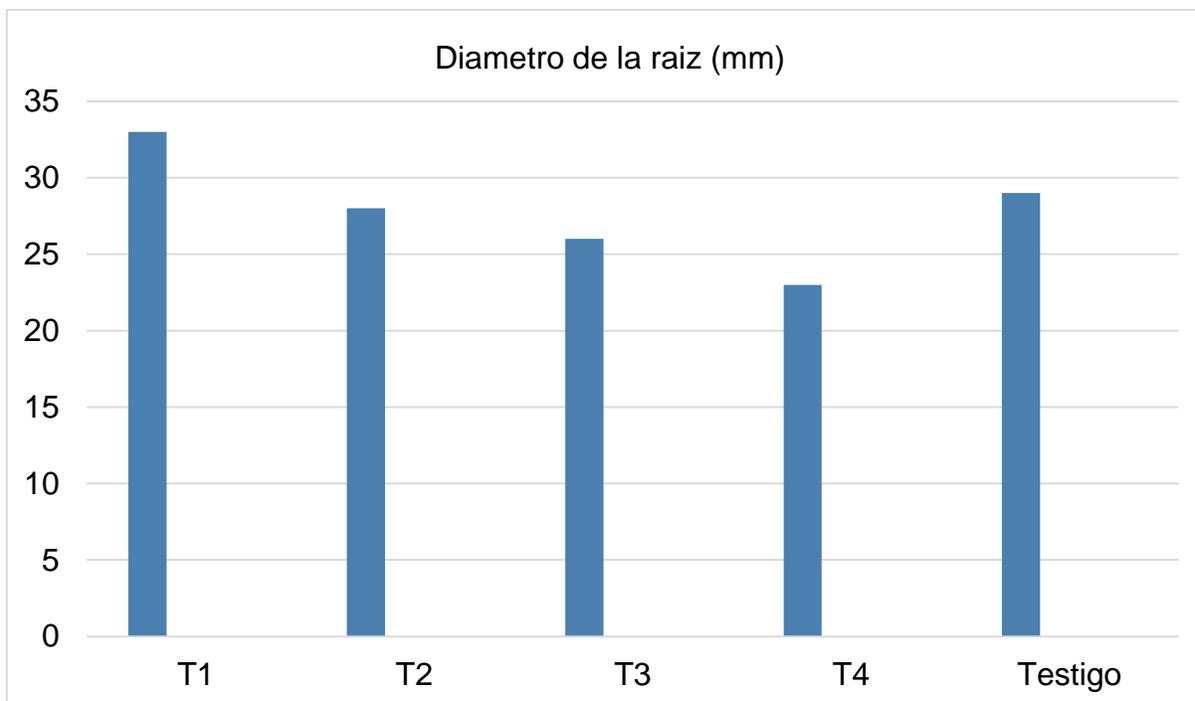


Figura 9. Resultados en respuesta al diámetro de la raíz, con la prueba de tres productos orgánicos.

De acuerdo con los datos obtenidos en la (figura 9.) se muestra la respuesta de cada tratamiento sobre el diámetro de la raíz, podemos ver que nuevamente el tratamiento T1 con dosis al 25% fue el mejor de los tratamientos T2 al 50% y T3 al 75% y el T4 al 100% quedaron por debajo del testigo el cual se ubicó en segundo lugar, lo cual indica que para la variable diámetro de raíz no fue fundamental la aplicación de los productos.

(Davies et al, 2000), demostraron que el déficit de agua en el suelo puede limitar la expansión del fruto en la ausencia de cambios en el estado hídrico de la planta.

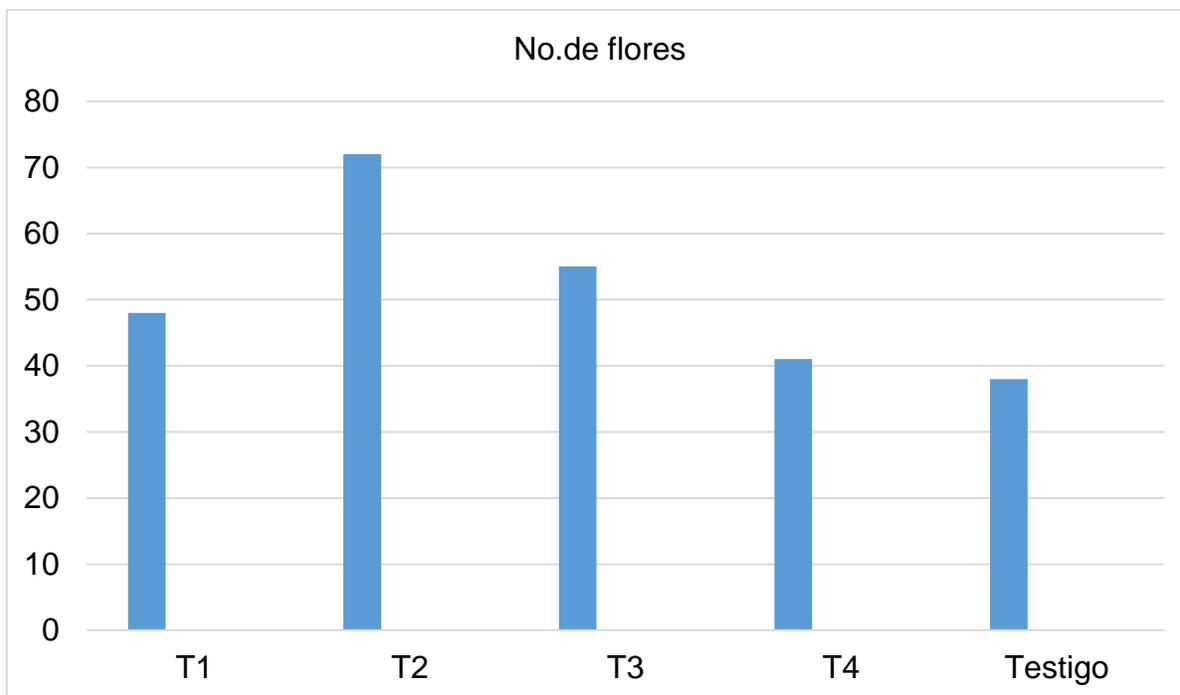


Figura 10. Numero de flores, con aplicación de tres productos orgánicos.

Los resultados que se obtuvieron en la (figura 10.) con los datos en la medición de esta variable fue el tratamiento T2 con dosis 50% se obtuvo una mejor respuesta en lo que al número de flores se refiere, a los tratamientos con dosis, T1 al 25%, T3 al 75% y T4 al 100% superando al testigo, siendo éste el más bajo.

(Davies et al, 2000), menciona: que el orden de magnitud se sustancias húmicas y fúlvicas tanto naturales como comerciales, estimulan la floración en la producción y el crecimiento, lo cual coincide con nuestros resultados favorecidos en la producción de flores.

#### 4.1 Tablas de comparación de medias

Cuadro 11. Comparación de medias del rendimiento ton/ha

Tratamiento	Media
1	51.2823 A
2	40.5000 AB
3	43.7147 AB
4	44.1853 AB
5	33.4570 B

**Nivel de significancia= 0.07**

La prueba de medias nos muestra que el mejor tratamiento fue T1 con dosis al 25%, lo que nos indica que si hubo significancia estadística en los tratamientos ya que se supera al testigo, los tratamientos con dosis T2 al 50%, T3 al 75% y T4 al 100% tuvieron comportamientos similares ya que no tuvieron diferencia entre ellos ni con el testigo, lo superan numéricamente, siendo el que presenta el valor más bajo.

#### 4.2 Análisis de Varianza

Cuadro 12. Significancia de las variables evaluadas, en el rendimiento total durante el desarrollo del experimento, con la aplicación de tres productos orgánicos.

FV	GL	SC	CM	F	P>F
REPETICIONES	2	2052.105469	1031.052734	5.6204	0.152
FACTOR A	1	12375.054688	12485.054688	67.5129	0.011
ERROR A	2	265.894531	183.447266		
FACTOR B	4	872.160156	253.040039	37342	0025
INTERACCION	4	1167.691406	28.4422852	4.5237	0.012
ERROR B	16	1031.351563	66.084473		
TOTAL	29	18105.257813			

**C.V.= 18.11%**

El coeficiente de variación se mostró de la manera normal, ya que no supero la regla, mencionada que el coeficiente de variación tiene que ser menor a 30%.

Para determinar cuál de los tratamientos es el mejor se realizó la prueba múltiple de comparación de medias con método de Tukey al 95% de probabilidad.

## 5 CONCLUSIONES

Con los objetivos planteados y los resultados obtenidos en el presente trabajo se concluye:

- I. Los fertilizantes orgánicos satisfacen las necesidades en el cultivo de tomate de cáscara. Lo cual permite reducir el uso inadecuado de agroquímicos, con lo cual se establecen nuevas dosis de fertilización para una mejor producción y calidad de fruto.
- II. Con base a la hipótesis planteada y los resultados que se obtuvieron en el trabajo experimental, se concluye que los fertilizantes foliares orgánicos y la aplicación de la materia orgánica en el suelo reduce el uso de agroquímicos, por tanto se acepta la hipótesis planteada, ya que la gran mayoría de los tratamientos superaron al testigo, aunque en algunos casos su perioridad no fue estadística si no numérica
- III. Las variables de altura de la planta, grosor de la raíz, diámetro de la raíz y número de flores definen al factor de rendimiento satisfactorio en tratamientos con diferentes dosis superando al testigo, destacando mayormente el tratamiento al 25% en siembra directa.
- IV. Las sustancias húmicas aumentan el crecimiento y desarrollo de las plántulas de tomate verde.

- V. Los tres productos orgánicos mostraron resultados en lo siguiente:  
En el trasplante la variable altura de la planta en el T2 con dosis al 50% fue el mejor, en cuanto al número de flores en el T2 con dosis al 50%, el T4 al 100% fue en cuanto al grosor del tallo fue el que mostro los mejores resultados, el diámetro del raíz fue T1 con dosis al 25%.
- VI. La presencia e importancia que se obtuvieron de las auxinas, se permitió comprender con más precisión cómo actúan ya que regulan múltiples procesos fisiológicos en las plantas, aunque no son los únicos compuestos con esa capacidad. Se logró observar los procesos fisiológicos: crecimiento, floración, enraizamiento, en el T2 con dosis 25% en número de Flores ya que todo esto es de gran importancia para la producción.
- VII. La inducción floral que se obtuvo en el experimento le sirvió a la planta para alterar el desarrollo de los meristemos aéreos, empezando así la producción de flores.

## 6 LITERATURA CITADA

- Abiven S, Menasseri S, Chenu C (2009) The effects of organic inputs over time on soil aggregate stability - A literature analysis. *Soil Biol. Biochem.* 41: 1-12.
- Agrios, G.N. 1996. *Fitopatología*. Segunda Edición. Editorial Límusa. México, D.F.
- Bongiovanni MD, Lobartini JC (2009) Efecto de sustancias orgánicas solubles del suelo sobre la absorción de hierro en plántulas de girasol. *Suelo* 27: 171-176.
- Bukasov, S.M. 1963. *Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia*. Lima, IICA, Pub. Mise. N° 20.
- Cantú, T. R. 1983. *El cultivo de tomate de cáscara (Physalis spp)*. Tesis profesional. UANL. Monterrey, Nuevo León, México.
- Cárdenas, Ch. I. E. 1981. *Algunas técnicas experimentales con tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot)*. Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados, Chapingo México.
- Carreón, Z.M. 1975. *Heliothis subflexa G., el gusano del fruto en el estado de Morelos, avances sobre taxonomía, biología y toxicología*. Tesis de licenciatura. Dpto. de Parasitología. E.N.A. Chapingo, México.
- Castillo, P. I. 1990. *Estudio de dos densidades de población, dos sistemas de manejo y tres arreglos topológicos en tomate de cáscara (Physalis ixocarpa, Brot.)*. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 75 p.
- Cueva, L. 2004. *Efecto de las sustancias húmicas en el crecimiento y producción de banano cavendish en la zona de baba*. Tesis de grado. Facultad de ciencias agrarias. Universidad agraria del ecuador. P.80.
- Davies W. J. 2000. Regulation of leaf and growth in plants in drying soil: exploration of the plants chemical signaling system and hydraulic architecture to increase the efficiency of water use in agricultura of *Experimental botany* 51: 1617-1626.

- DHARMASIRI N, S DHARMASIRI & M ESTELLE. 2005 a. The F-box protein TIR1 is an auxin receptor. *Nature* 435: 441-445.
- Eibner, R. 1986. Foliar fertilization, importance and prospects in crop production. pp. 3-13. In: A. Alexander (ed.). *Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization* by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- Franke, W. 1986. The basis of foliar absorption of fertilizers with special regard to the mechanism. pp. 17-25. In: A. Alexander (ed.). *Foliar fertilization. Proceedings of the First International Symposium of Foliar Fertilization* by Schering Agrochemical Division. Berlin. 1985.
- García, R. R. 1995. Determinación de las propiedades mecánicas del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) para su manejo. DIMA. UACH. Chapingo. México. 85 p.
- García, S.F. 1975. El género *Physalis* (solanáceas) en el Valle de México. Tesis Profesional. IPN de México. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. México, D.F.
- García, V.A. 1975-1976. Citotaxonomía del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot). *Avances en la enseñanza y la investigación*. ENA. Chapingo, México.
- Jacob, A. and H. Uexküll V. 1969. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Tercera edición. Alemania. pp: 45-65.
- JENIK PD & MK BARTON. 2005. Surge and destroy: the role of auxin in plant embryogenesis. *Development* 132: 3577-3585.
- Johnson, M.O. 1916. The spraying of yellow pineapple on manganese soil with iron sulfate solutions. *Hawaii Agr. Expt. Sta. Press Bull.* 5 1.
- Kononova. M., *Materia orgánica del suelo. Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación*. Traducido por Enriqueta Bordas, primera edición en lengua castellana. Barcelona:Oikos Tau, 1982.

- López, C. R. 2002. Comportamiento de sustancias húmicas de diverso origen en la física de un suelo limo-arcilloso y en la fisiología del tomate. Buevavista saltillo, Coahuila, México.
- Martínez D., M. L. 1993. Systematics of *Physalis* ( Solanaceae ). Tesis. Doctor of Philosophy. The University of Texas at Austin. pp: 44-57.
- Medina, C. J. 1996. Aplicación de micronutrientes en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 103 p.
- Meléndez G, Soto G (2003) Taller de Abonos Orgánicos-Residuos Orgánicos y la Materia Orgánica del Suelo. [www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf](http://www.cia.ucr.ac.cr/pdf/Memorias/Memoria%20Taller%20Abonos%20Org%C3%A1nicos.pdf).
- Mendoza, Z.C. y B. Pinto C. 1985. Principios de Fitopatología y enfermedades causadas por hongos. UACH. Chapingo, México
- Mengel K and E. A. Kirkby. 2001. Principles of Plant nutrition. 5th. Ed. Kluwer Academic Pub. Netherlands. 849 p.
- Menzel, Y. M. 1951. The Cytotaxonomy and genetics of *Physalis* The Blandy Experimental Farm, University of Virginia. Proc. Amer. Phil. Soc.
- Metcalf, C.L. y W.P. Flint. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Editorial. CECSA. México.
- Montalvo, H. L. 1996. Manejo de cubiertas, sustratos e intervalos de riego en la producción de plántula de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 127 p.
- Morales, R.G. 1974. El minador de la hoja del tomate (*Liriomyza munda* Frick). Segundo simposium Nacional de Parasitología Agrícola. Mazatlan, Sinaloa. México.
- Moreno; Torres. 1996. Evaluación de fertilizantes orgánicos en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) variedad de CHF1- Chapingo. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México.
- Mulato, B. J. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) variedad rendidora en la región de Zacatepec, Morelos. 11 Dinámica del desarrollo en base a los muestreos en pie e

- investigación del sistema radical. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México. 116 p.
- Mulato, B.J. et al. 1987. Tomate de cascara: desarrollo y fenología. Revista Chapingo. Serie Horticultura. Chapingo México.
- Muñoz R, J, J.; J. Z. Castellanos. 2003. Manual de Producción Hortícola en Invernadero. Instituto Nacional de Capacitación Agraria. INCAPA. Primera edición. México D.F. pp: 182- 184.
- Orlov, D. S. 1995. Humic Substances of Soil and General Theory Humification. A. A. Publishers, Old Post, Road, Brookfiel, Vt. USA.
- Peña, L. A.; Márquez, S. F. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara. Resúmenes del XIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Ciudad Juárez. Chihuahua. México. 320 p.
- Peña, L.A. y F. Marquez S. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cáscara. Revista Chapingo. Serie Horticultura. Chapingo, México.
- Pérez, G. M.T. 1991. Edades a trasplante en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en Chapingo. Tesis profesional. UACH. Chapingo, México.
- Piña, A.J.J. 1989. Etiología y control del carbón del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en Luvianos y Villa Guerrero, México. Tesis de Maestría en Ciencias. UACH. Chapingo, México.
- Porta CJ, Poch RM, López AMY (2010) Introducción a la Edafología: Uso y Protección del Suelo. MundiPrensa. México. 535 pp.
- RASHOTTE AM, J POUPART, CS WADDELL & GK MUDAY. 2003. Transport of the two natural auxins, indole-3-butyric acid and indole-3-acetic acid, in *Arabidopsis*. *Plant Physiology* 133: 761–772.
- Rivero C, Senesi N, D’Orazio V (2004) Los Ácidos Húmicos de Leonardita sobre las Características Espectropicas de la Materia Orgánica de un Suelo en la Cuenca del Lago de Valencia. Instituto de Edafología. Universidad Central de Venezuela. pp. 134, 135.
- Romero, C.S. 1988. Hongos fitopatógenos. Patronato Universitario. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

- Salisbury, F. B.; C. W. Ross. 1992. Fisiología vegetal. Editorial Iberoamérica. México D.F. pp: 127-148.
- Santiaguillo, H. J. F. 1995. Estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).
- Santiaguillo, H.J.F. y R. López M. 1994. Distribución, colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis* spp), en México; Revista Chapingo. Serie horticultura. UACH. Chapingo México.
- Saray, M. C. R.; Loya R. J. 1977. El cultivo del tomate en el estado de Morelos. INIACIAMEC. Circular Núm. 57. Chapingo, México. 24 p.
- Saray, M.C.R. 1977. Tomate de cáscara, algunos aspectos sobre su fisiología e investigación. Campo Agrícola Experimental Zacatepec, Morelos. México.
- Saray, M.C.R. 1982. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocaropa* Brot.). Tesis de Maestría. C.P. Instituto de enseñanza e investigación en ciencias agrícolas. Chapingo, México.
- Saray, M.C.R.y R.J. Loya. 1978. El cultivo del tomate de cáscara en el Edo. de Morelos. Revista campo. México.
- SARH. 1978. El cultivo del Tomate de cáscara en el estado de Hidalgo. Editorial Instituto de Investigaciones Agrícolas. Circular CIAMEC. No. 109. México.
- Schnitzer M (2000) A Life time perspective on the chemistry of soil organic matter. Adv. Agron. 68: 1-58.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (Siap) 2014
- Spaccini R, Piccolo A, Mbagwu JSC, Zena TA, Igwe CA (2002) Influence of the addition of organic residues on carbohydrates content and structural stability of some highlands soils in Ethiopia. Soil Use Manag. 18: 404-411.
- Stevenson, F. j. 1982. Humus chemistry. Jonh wiley. New york.

- Trinidad S., A., R. Núñez E y F. Baldovinos de la P. 1971. Aplicaciones foliares de Fe, Mn, Zn y Cu en los árboles de durazno. Memorias del V Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Guadalajara, Jal.
- Venkataratnams L. 1956. Tomatillo or mexican husk tomato. Mysore.Agr.
- Zachariankis, M. Tzorakakis, E., kritsotakis, I., siminis, C. I. and manios, V. 2001. Humic substances stimulate plant growth and nutrient accumulation in grapevine rooststocks. Acta horticulturae. p.549
- Zhang L, Luo L, Zhang S (2012) Integrated investigations on the adsorption mechanisms of fulvic and humic acids on three clay minerals. Coll. Surf. A: Physicochem. Eng. Asp. 406: 84-90.