

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Uso de Productos Orgánicos y la Nutrición Completa en la Producción de
Tomate de Cáscara (*physalis ixocarpa Brot*)

Por:

ERIC NOE ANGUIANO MORENO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Octubre, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Uso de Productos Orgánicos y la Nutrición Completa en la Producción de
Tomate de Cáscara (*physalis Ixocarpa Brot*)

Por:

ERIC NOE ANGUIANO MORENO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:

Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Asesor Principal

MC. Blanca Elizabeth Zamora Martínez

Coasesor

Ing. Carlos Ramos Velis

Coasesor

Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Octubre 2021




Declaración de no plagio

El autor es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos;

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante


Eric Noel Anguiano Moreno

Firma y Nombre

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Doy gracias a Dios, por concederme y llenar de bendiciones mi vida, por darme fortaleza para seguir adelante en los momentos difíciles, y permitirme tener a mi lado a una hermosa familia, porque siempre me guio y llevo por el buen camino para seguir superándome.

A mi Alma Terra Mater

A la “Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro”, por abrirme las puertas y brindarme el apoyo suficiente, para seguir superándome, haciéndome sentir como en mi segunda casa, dentro de todo lo que me ha ofrecido se encuentra el comedor, dormitorios, gimnasios, biblioteca, laboratorios, aulas de aprendizaje, invernaderos y campos para la siembra los cuales se utilizan para practicar, me llevo muy buenos y gratos recuerdos en mi mente y sobre todo en mi corazón de esta noble y prestigiosa universidad, de manera en la que eh adquirido conocimiento para salir adelante y enfrentar los retos de la vida diaria. Estoy muy orgulloso de haber formado parte de esta gran institución.

¡¡¡Buitres por Siempre!!!

Al Dr. Leobardo Bañuelos Herrera

Por todo el apoyo y confianza brindada para este trabajo de investigación, gracias por sus consejos, sugerencias y aportar sus conocimientos y paciencia, además de sus clases en las cuales asistí durante mi estancia en la universidad, de las que saque un buen provecho, mi respeto y admiración, espero contar con su amistad siempre.

A la M C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez

Por el apoyo brindado, durante la realización de este trabajo de investigación, por su paciencia y consejos, el cual me sirvieron de mucho en todo momento, mi respeto y admiración.

Al ING. Carlos Ramos Velis

Por aceptar ser parte del comité de asesores de este trabajo, además de conformar parte del jurado de evaluación de este.

A la MC. Gabriela Gonzáles Moreno

Por brindarme su amistad y conocimientos en nuestra formación académica, además de aceptar ser parte del jurado en la presentación de este trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres

Hermelinda Moreno Jiménez

Marcial Anguiano López

Gracias por apoyar mis sueños y estar incondicionalmente para mí, me siento muy orgulloso de ser su hijo, admiro su trabajo y esfuerzo, ustedes fueron y serán mi motivación principal día con día, gracias por la manera en que me educaron y por confiar siempre en mí, solo espero que se sientan orgullosos de mí, los amo.

A mi madre, por darme la vida y brindarme su cariño incondicional, ha sido para mí la mejor madre, mujer y amiga, guiándome por el buen camino con sus consejos y a veces regaños, usted que siempre se ha preocupado por mi bienestar, darme alimento y los cuidados para vivir y así poder seguir cumpliendo mis metas, aunque no se lo diga seguido, usted sabe que la quiero mucho.

A mi padre, por enseñarme de buenos valores, guiándome por el camino correcto con su ejemplo, admiro todo su esfuerzo y trabajo con el que ha podido sacarnos adelante como familia, es por usted que estoy donde me encuentro, y por el que también eh aprendido el gusto por el campo y la agricultura, tengo en usted el mejor maestro y amigo, mi gran ejemplo a seguir, solo espero llegar a ser la mitad de lo que usted ha logrado.

A mis hermanos

Ana Yenifer

Mauricio Damián

Por su apoyo y motivación, apoyándome de distintas maneras como familia, siempre se los agradeceré de corazón, este logro también es suyo.

A mi sobrina

María Yuritzie Anguiano

Porque a su corta edad me ha enseñado a ser una persona más paciente y cariñosa, siempre motivándome y dándome animo suficiente aun en los momentos más difíciles, además de que se ganó mi cariño con su abundante amor y alegría.

A mis abuelos

Concepción López Hernández (+)

Rafael Anguiano Espinoza (+)

Ana María Jiménez Tovar (+)

Espiridion Moreno Pulido (+)

Que, aunque ya no estén entre nosotros, y no allá tenido la oportunidad de convivir mucho tiempo con ellos, sé que estarán muy orgullosos de mí por este logro, desde donde se encuentren, que Dios los tenga en su gloria.

*A toda mi familia, tías, tíos, primas, primos que me apoyaron y motivaron de alguna manera para continuar y concluir satisfactoriamente, especialmente a mi tío **Armando Moreno Jiménez** por su apoyo y su confianza depositados sobre mí, necesarios para poder cumplir con los objetivos.*

*A todos los maestros de la **UAAAN**, con los cuales tuve el honor de llevar clases y aprender de ellos valores, disciplina y las herramientas necesarias para salir adelante en lo profesional, tanto como en nuestra vida diaria.*

*A la maestra **Nicolasa Sánchez Zarate**, por su amistad, consejos, motivación y todo el apoyo brindado, para poder continuar y concluir mis estudios a nivel profesional de manera satisfactoria.*

*A todos mis queridos amigos de la universidad, **Amairani, Briseida, Paulina, Diego, Juan Uriel, Darinel**, a quienes llegué a ver como hermanos y los cuales me brindaron su amistad durante estos años como estudiante en la universidad y con los que compartí grandes momentos y experiencias. **Adry, Briain**, Muchas gracias por su amistad incondicional, por su apoyo y motivación para concluir satisfactoriamente la etapa de prácticas profesionales y con esto, el bonito periodo en la **UAAAN**.*

*Por haber tenido la suerte de coincidir en tu camino, al recibir tu amistad, motivación y apoyo al momento de realizar este trabajo y durante mi estancia en la universidad, por ser muy **Dulce Carolina**, es que guardo cientos de recuerdos, miles de pensamientos, un millón de sentimientos y billones de agradecimientos, gracias por ser la maravillosa persona que eres, nunca cambies.*

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-------------|
| AGRADECIMIENTOS | i |
| DEDICATORIAS..... | ii |
| ÍNDICE DE CONTENIDO | iv |
| ÍNDICE DE CUADROS..... | vii |
| ÍNDICE DE FIGURAS..... | viii |
| RESUMEN..... | x |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1 Objetivos | 3 |
| 1.2 Hipótesis..... | 3 |
| II. REVISION DE LITERATURA | 4 |
| 2.1 Historia. | 4 |
| 2.2 Origen..... | 5 |
| 2.3. Importancia económica. | 5 |
| 2.4. Clasificación taxonómica | 6 |
| 2.5. Habito de crecimiento..... | 6 |
| 2.6. Morfología | 7 |
| 2.6.1. Raíz. | 7 |
| 2.6.2. Tallo..... | 7 |
| 2.6.3. Hoja. | 7 |
| 2.6.4. Flor..... | 7 |
| 2.6.5. Fruto. | 7 |
| 2.6.6. Semilla. | 7 |
| 2.7 Requerimientos Climáticos y edáficos..... | 8 |
| 2.7.1. Clima..... | 8 |
| 2.7.2. Humedad | 8 |
| 2.7.3. Necesidades hídricas..... | 8 |
| 2.7.4. Suelo..... | 9 |
| 2.7.5. pH | 9 |
| 2.8. Manejo del Cultivo | 9 |
| 2.8.1. Preparación del terreno | 9 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8.2. Densidad de siembra | 10 |
| 2.9. Arreglo topológico | 10 |
| 2.9.1. Siembra | 10 |
| 2.9.2. Época de plantación | 11 |
| 2.10. Deshierbes | 12 |
| 2.11. Control fitosanitario | 12 |
| 2.12. Fertilización | 12 |
| 2.12.1. Fertilización orgánica y mineral | 13 |
| 2.13. Agricultura orgánica | 13 |
| 2.13.1. Sustancias húmicas | 13 |
| 2.13.2. Lixiviado de lombriz | 15 |
| 2.14. Nutrición vegetal..... | 17 |
| 2.14.1. Macronutrientes | 17 |
| 2.14.2. Micronutrientes | 18 |
| 2.15. Cosecha | 19 |
| 2.16. Plagas | 20 |
| 2.16.1. Pulga saltona | 20 |
| 2.16.2. Mosca blanca <i>Bemisia vaporium</i> y <i>Bemisia tabaci</i> Guenn..... | 20 |
| 2.16.3. Gusano de fruto | 21 |
| 2.17. Enfermedades | 21 |
| 2.17.1. Secadera de plántula | 21 |
| 2.17.2. Cenicilla | 22 |
| 2.17.3. Marchitez por fusarium | 22 |
| III. MATERIALES Y METODOS | 23 |
| 3.1. Ubicación del sitio experimental..... | 23 |
| 3.2.1. Clima..... | 23 |
| 3.2.2. Suelo..... | 23 |
| 3.3. Material vegetal..... | 24 |
| 3.4. Preparación de terreno..... | 24 |
| 3.5. Establecimiento de la parcela Experimental..... | 24 |
| 3.6. plantación..... | 25 |
| 3.7. Tutorio | 25 |

| | |
|---|-----------|
| 3.8. Fertilización | 26 |
| 3.9. Sistema de riego y riegos aplicados | 26 |
| 3.10. Control fitosanitario | 26 |
| 3.11. Aplicaciones foliares..... | 27 |
| 3.12. Control de malezas | 27 |
| 3.13. Cosecha | 27 |
| 3.14. Diseño experimental..... | 27 |
| 3.15. Modelo estadístico | 28 |
| 3.16. Descripción de tratamientos | 28 |
| 3.17. Variables evaluadas y forma de medición | 30 |
| 3.17.1. Número de frutos (NF) | 30 |
| 3.17.2. Peso de fruto (PF)..... | 30 |
| 3.17.3. Diámetro polar (DP) | 30 |
| 3.17.4. Diámetro ecuatorial (DE) | 31 |
| 3.17.5. Diámetro de tallo (DT)..... | 31 |
| IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 32 |
| 4.1. Número de frutos (NF)..... | 32 |
| 4.2. Peso de frutos (PF) | 36 |
| 4.3. Diámetro polar (DP) | 40 |
| 4.4. Diámetro ecuatorial (DE)..... | 44 |
| 4.5. Diámetro de tallo (DT) | 49 |
| V. CONCLUSIÓN | 53 |
| VI. LITERTURA CITADA..... | 54 |

ÍNDICE DE CUADROS

| Cuadro No. | Título | Página |
|-------------------|---|---------------|
| 2.13.1. | Composición porcentual de nutrientes en el humus de lombriz..... | 16 |
| 3.5.1. | Distribución del experimento en campo..... | 25 |
| 3.16.1. | Descripción de tratamientos aplicados en el cultivo de tomate de cáscara..... | 29 |
| 4.1.1. | Cuadros medios de las variables y su significancia de acuerdo con los factores evaluados y sus interacciones..... | 32 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| Figura No. | Título | Página |
|-------------------|---|---------------|
| 4.1.1. | Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable número de frutos (NF)..... | 34 |
| 4.1.2. | Respuesta del tomate de cáscara al factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable número de frutos (NF)..... | 35 |
| 4.1.3. | Respuesta del tomate de cáscara a la interacción del factor A (productos orgánicos) y el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable número de frutos (NF)..... | 36 |
| 4.2.1. | Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable peso de fruto (PF)..... | 38 |
| 4.2.2. | Respuesta del tomate de cáscara al factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable peso de fruto (PF)..... | 39 |
| 4.2.3. | Valores medios de peso de fruto, de acuerdo con la interacción factor A (productos orgánicos) y factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable (PF)..... | 40 |
| 4.3.1. | Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable diámetro polar (DP)..... | 42 |
| 4.3.2. | Respuesta del tomate de cáscara al factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable diámetro polar (DP)..... | 43 |
| 4.3.3. | Valores medios de diámetro polar, de acuerdo con la interacción factor A (productos orgánicos) y factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable (DP)..... | 44 |
| 4.4.1. | Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable diámetro ecuatorial (DE)..... | 46 |
| 4.4.2. | Respuesta del tomate de cáscara al factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable diámetro ecuatorial (DE)..... | 47 |
| 4.4.3. | Valores medios de diámetro ecuatorial, de acuerdo con | |

| | | |
|---------------|--|----|
| | la interacción factor A (productos orgánicos) y factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable (DE)..... | 48 |
| 4.5.1. | Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable diámetro de tallo (DT)..... | 50 |
| 4.5.2. | Respuesta del tomate de cáscara al factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable diámetro de tallo (DT)..... | 51 |
| 4.5.3. | Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo con la interacción factor A (productos orgánicos) y el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable (DT)..... | 52 |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en el campo experimental ubicado en la parte posterior del edificio "La Gloria", Saltillo Coahuila. Los objetivos de esta investigación fueron; determinar la capacidad de extracción de fertilizante, que permita buen rendimiento y calidad en el cultivo de tomate de cáscara, utilizando a la vez fuentes orgánicas buscando evitar la salinización del suelo y obtener un mejor aprovechamiento de los nutrientes. El cultivo fue establecido bajo las condiciones de campo abierto con riego por goteo, donde se utilizó la variedad Tequisquiapan, realizando un trasplante a 40 cm entre plantas con una distancia entre surcos de 1.2 m. El diseño experimental empleado fue un bloques al azar con arreglo factorial, A x B (5 x 3), 15 tratamientos, 3 repeticiones y 45 unidades experimentales, se emplearon 3 plantas por unidad experimental. Factor A (productos orgánicos), A1: sin Humatos, A2: 0.25 cc/L, A3: 0.50 cc/L, A4:1.0 cc/L y A5: lixiviado de lombriz, Factor B (capacidades de extracción de fertilizantes), B1: 250, B2: 500 y B3: 1000 Kg de fertilizante/Ha/año. Las variables evaluadas fueron: Número de frutos (NF), Peso de frutos (PF), Diámetro polar (DP), Diámetro ecuatorial (DE), Diámetro de tallo (DT). Los resultados obtenidos para la variable número de frutos (NF), para el factor A, se encontró una respuesta estadística no significativa, en el factor B, al utilizar una dosis de 1,000 Kg/Ha/año de extracción de fertilizante, muestra los mejores resultados, se puede apreciar un 4.68% superior en comparación con una capacidad de extracción de 250 Kg/Ha/año. Para la variable peso de fruto (PF), los mejores resultados se obtuvieron al utilizar una dosis de 0.50 cc de Humatos/L, sin embargo, se puede observar un aumento de 6.28% en el peso de frutos por planta al utilizar una capacidad de extracción de 1,000 Kg/Ha/año de fertilizante. Para la variable diámetro polar (DP), para el factor A, se encontró que al no aplicar dosis de Humatos ni lixiviado de lombriz, se obtuvo un mayor diámetro, reportando una media de 4.09 cm, en el factor B, empleando una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante /Ha/año, se observó un aumento en 2.50%, con un valor medio de 4.10 cm de diámetro polar de los frutos a comparación de la capacidad de extracción de 250 Kg/Ha/año. Para la variable diámetro ecuatorial (DE), para el factor A no se encontró diferencia estadística significativa, sin embargo, se puede observar un aumento de 1.9%, cuando se comparó con las dosis donde no se aplicaron Humatos ni lixiviado de lombriz, en el factor B se muestra una respuesta estadística significativa, donde el mejor resultado se obtuvo al manejar 500 Kg de fertilizante/Ha/año, reportando una media de 4.75 cm, superando la capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizante/Ha/año en un 2.59%. En la variable diámetro de tallo (DT), para el factor A, se puede observar un aumento del 6.18% cuando se aplicó una dosis de 1.0 cc/L de Humatos, que cuando no se aplicaron productos orgánicos, en el factor B se encontraron los mejores resultados cuando se manejó una capacidad de extracción 500 Kg de fertilizante/Ha/año, reportando un valor de 2.05 cm de diámetro de tallo.

Palabras clave: Tomate de cáscara, capacidad de extracción, Humatos

I. INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*physalis ixocarpa* Brot.) conocido también como “tomate verde”, “tomate fresadilla” o “tomatillo”, es una especie mexicana, que se cultiva en la mayor parte del país y su producción es destinada al mercado nacional e internacional. Se produce con fines comestibles, medicinales, industriales y ornamentales, del que se obtienen productos como salsas, bebidas, mermeladas y botanas, las cuales forman parte de la gastronomía mexicana como un complemento de las comidas tradicionales, además de que la cáscara o cáliz es utilizada con fines medicinales en la reducción de la fiebre, problemas respiratorios y dolor de oídos, la demanda de este fruto se ha ido incrementando considerablemente con un aumento promedio de 4.7 % al año (SNICS, 2013).

En la República Mexicana el cultivo de tomate de cáscara ocupa el quinto lugar después de las hortalizas de mayor consumo, con una superficie sembrada de 41 mil 317.56 hectáreas, de las cuales se obtuvo una producción de 778 mil 425.18 toneladas para el 2018, divididas en 28 estados, donde destacaron en su producción Sinaloa con un total de 164,468 t, seguido por zacatecas con 87,975.8 t, jalisco con 84,093.5 t, Puebla con 56,667.7 t, Sonora con 46,990.4 t y Michoacán con 44,965.3 t. (SIAP, 2018). El rendimiento medio nacional es de 18.8 t*Ha⁻¹, el cual es considerado bajo, de acuerdo con el rendimiento potencial de 40 t*Ha⁻¹, la causa de los bajos rendimientos se debe en parte al uso de sistemas de producción tradicionales, empleo de variedades nativas de bajo potencial productivo, técnicas de producción ineficiente y problemas de comercialización derivados de la sobreoferta del producto especialmente en algunas épocas del año (Peña y Santiaguillo, 1999).

Se comercializa en fresco colocando los frutos dentro de cajas de madera, con una capacidad de 18 Kg, tiene una demanda a nivel nacional durante todo el año, por lo que se tienen que hacer siembras en todos los meses en todo el país, muy poco tomate verde se comercializa fuera del país. Después de México el principal consumidor es estados unidos, donde se sabe que las personas que lo consumen son principalmente originarias de México, el mercado de la nostalgia (López, C. J.Y et al, 2016).

El tomate verde es utilizado para la elaboración de salsas, debido a su sabor ácido y dulce a la vez, ya que permite disfrazar o disminuir un poco el picor de los chiles al momento de la preparación de las comidas, aunque las variedades de color morado suelen llamar la atención de algunos consumidores que prefieren un sabor más intenso y con su característico color que le permite realizar comidas tradicionales y hacerlas más llamativas, por otra parte, el tomate milpero por sus características en cuanto a su forma y sabor que agregan en la cocina, llega a alcanzar precios mayores que el tomate de fresadilla común (SNICS, 2013). El cultivo se distribuye desde climas templados a cálidos y posee una buena tolerancia a las sequias y al frío, estableciéndolo tanto en el ciclo de primavera-verano, como de otoño-invierno. La cosecha del tomate de cáscara en promedio es ligeramente mayor en el ciclo primavera-verano con 52%, el otro 48 por ciento restante se realiza en otoño-invierno. En 2018 hubo dos periodos de mayor oferta, el más grande fue de enero a marzo y el segundo, de septiembre a noviembre (SMATTCOM, 2019). En promedio en los últimos tres años agrícolas (2017-2019), el cultivo de esta hortaliza se llevó a cabo en 28 de las 33 entidades federativas, entre las que sobresalen Sinaloa (21.13%), Zacatecas (11.30%), Jalisco (10.80%), Puebla (7.28%), Sonora (6.04%), Michoacán (5.78%) y el Estado de México (5.58%). Desde marzo del 2019, el precio del tomate de cascara se ha mantenido en un rango entre \$10.00 y \$12.57, con una tendencia a la baja. El tomatillo se recolecta todo el año, pero en los meses de enero, febrero y marzo se genera poco más del 37 % de la producción total nacional.

El uso indiscriminado de fertilizantes químicos en la agricultura puede llevar a potencializar los rendimientos en los cultivos, pero ha llevado también a un empobrecimiento del suelo y disminución de los componentes biológicos, lo que conlleva en consecuencia a una contaminación del medio ambiente. En los últimos años los productores de tomate de cascara en México, han pasado por un principal problema en relación con la fertilización, utilizando dosis altas de fertilizante, sin tomar en cuenta el uso desmedido, debido a la falta de información sobre las cantidades adecuadas que requiere el cultivo para su desarrollo y crecimiento óptimo causando con esto, una salinización en el suelo lo que impide un buen desarrollo y crecimiento de las plantas, afectando con esto en consecuencia la calidad y rendimiento de frutos.

Para darle solución a este problema, es necesario realizar un análisis de suelo, así como el conocimiento de sus requerimientos en elementos nutritivos antes de establecer el cultivo, eso con la finalidad de determinar la fórmula de fertilización a manejar, con esto se pretende ahorrar una cantidad considerable de fertilizantes, además de formular un paquete agronómico orientado a un manejo más eficiente de estos, que permita evitar que el suelo se contamine con el uso excesivo de fertilizantes y se desarrolle el cultivo, de manera más amigable con el ambiente, como consecuencia de un uso adecuado de nutrientes, y un uso responsable de estos, también con mejoradores orgánicos que ayuden a obtener mejores rendimientos.

1.1 Objetivos

- Incrementar el rendimiento y calidad del tomate de cáscara, sin aumentar los gastos en la producción.
- Disminuir costos en la producción de tomate de cáscara, sin abusar de los fertilizantes inorgánicos, utilizando a la vez fuentes orgánicas para evitar salinizar el suelo y un mejor aprovechamiento de los nutrimentos.
- Manejar la nutrición completa al cultivo, como una alternativa de mejora del rendimiento y calidad en los frutos.

1.2 Hipótesis

- a) Al menos un tratamiento influirá positivamente en la calidad y rendimiento del tomate de cáscara.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El género *Physalis* pertenece a la familia Solanaceae que incluye especies económicamente importantes como el chile (*Capsicum annum L.*), el tomate (*Solanum lycopersicum L.*), el tabaco (*Nicotiana tabacum L.*), la papa (*Solanum tuberosum.*). De este se considera que existen aproximadamente 100 especies, de las que más del 50% son endémicas de México, por esta razón se considera el centro de origen y diversidad del taxon (Santiaguillo *et al.*, 2009).

El tomate de cáscara se encuentra dentro de las hortalizas con más popularidad, contando con una importante superficie sembrada en México, ocupando a nivel mundial, el quinto lugar con 41 mil 317.56 hectáreas. De los treinta y tres estados que conforman a México, se siembra en 28 estados de la República Mexicana, donde sobresalen Sinaloa, Zacatecas, Jalisco, Puebla, Sonora y Michoacán (SIAP,2019).

2.1 Historia.

El cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*), también conocido como tomate verde, tomatillo y tomate de fresadilla, es una hortaliza de la familia de las solanáceas, que el hombre ha venido manejando desde tiempos precolombinos. Se tienen evidencias que los aztecas y los mayas lo recolectaban y cultivaban dentro de la milpa, de ahí su nombre náhuatl “miltomatl”, dándole un uso alimenticio y curativo (Saray, 1982).

A México se le reconoce como centro de origen, diversidad y domesticación del género *Physalis* ya que está representado por 50 especies (García *et al.*, 2015). La especie *Physalis ixocarpa* ha sido fuente alimenticia

desde épocas prehispánicas, su distribución se le ubica desde Estados Unidos hasta Nicaragua (Sánchez et al., 2006).

2.2 Origen

La palabra tomate proviene del vocablo náhuatl “ayacachtomatl” 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 género está representado por alrededor de 90 especies, setenta de las cuales se consideran endémicas de México, por lo que es considerado como su centro de origen y diversidad (Martínez 1998).

El tomate de cáscara (*physalis ixocarpa*, brot.) es una especie originaria de México (vertiente del pacífico), donde es posible encontrarse de 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. En la actualidad se encuentra en poblaciones silvestres, arvenses y domesticadas que presentan una variabilidad fenotípica en cuanto al tipo de frutos y habito de crecimiento, encontrando plantas rastreras, semirastreras y erectas; colores de frutos que varían del amarillo al verde en distintas tonalidades hasta morado, (peña y Márquez, 1991).

2.3. Importancia económica.

El cultivo de tomate de cáscara es importante en los estados del centro de México, por ser ampliamente consumido, utilizándose como condimento en un sin número de comidas; en forma de salsas acompañadas de guisados, ensaladas, sopas, etc. Su consumo viene desde el tiempo de la cultura maya y

de los aztecas más recientemente, donde ya constituía parte integral de la dieta de aquellos pueblos junto con el maíz, el frijol y el chile (Cárdenas, 1981).

SARH (1978) reporta que el cultivo de tomate de cáscara se ha incrementado en los últimos años, por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, según su alto grado de rusticidad y por tener una alta demanda en el mercado, llegando a ser sustituto del tomate, cotizándose a buen precio y en algunas ocasiones superando al de este; regularmente, los rendimientos que presenta son altos y su ciclo vegetativo, relativamente corto.

2.4. Clasificación taxonómica

| | |
|----------|----------------------|
| Subreino | Embryophita |
| División | Espermatophyta |
| Clase | Angiospermae |
| Subclase | Dicotiledonea |
| Orden | polemoleales |
| Familia | Solanacea |
| Genero | <i>Physalis</i> |
| Especie | <i>Ixocarpa Brot</i> |

Clasificación taxonómica (benson, 1957)

2.5. Habito de crecimiento

Las plantas de tomate son principalmente herbáceas de habito de crecimiento postrado, semi- erectas a erectas. De ciclo anual o perene, que producen frutos tipo baya, cubiertos completamente por el cáliz al que se le llama cáscara u hoja, otra característica importante es su ciclo de vida corto que va de 85 a 96 días, es de fácil manejo y alta redituabilidad (Vargas *et al*, 2015).

2.6. Morfología

De acuerdo con lo que señala Saray (1977), la morfología de la planta de tomate verde, presenta las siguientes características:

2.6.1. Raíz. Típica a columnar, también presenta ramificaciones secundarias profundas, que pueden alcanzar más de 60 cm.

2.6.2. Tallo. El tallo es estriado, herbáceo o ligeramente leñoso en la base; ramas primarias de 0.8 a 1.3 cm de diámetro, los primeros días de vida se presentan pelos esparcidos en el tallo hojas y ramas, estos se van perdiendo a la vez que va creciendo la planta.

2.6.3. Hoja. Son hojas compuestas, erectas, alternadas, de forma ovalada de 5 a 10 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho, base atenuada, ápice agudo, con márgenes irregulares dentados, en promedio se presentan 6 dientes por cada lado, son hojas pecioladas cuyo peciolo es de 4 a 6.5 cm de largo.

2.6.4. Flor. Las flores son bisexuales, perfectas o hermafroditas; estas son solitarias y salen de la dicotomía de las ramas, son pequeñas, pentámeras, con bordes de color amarillo brillante; la garganta produce cinco puntos de color café-negro; las anteras son azules o azul verde; la corola de 1 a 2.69 cm de diámetro; su color es amarillo aunque algunas veces es púrpura y descolorida en el centro; a campanulada o circular, lóbulos plegados; estambres insertados en la base de la corola; el estigma presenta dos hendiduras, casi bilobulado.

2.6.5. Fruto. Baya amarilla o verdusca, de tamaño variable, de 1 a 6 cm de diámetro, de sabor ácido o dulce. El cáliz mide de 1.8 a 4.3 cm de largo por 2.5 a 6 cm de ancho, con 10 nervaduras que algunas veces son color morado, pero en general son del mismo color que el fruto; los peciolos miden de 0.6 a 1.0 cm de largo (García, citado por Verduzco, 1982).

2.6.6. Semilla. Son muy pequeñas de un color crema pálido, tienen forma circular y su diámetro es menor de 3 mm y su espesor menor de 0.5 mm, testa lisa, el peso de 1000 semillas alcanza un promedio de 1.3 g y un fruto contiene aproximadamente 300 de ellas (Saray y Loya, 1977).

2.7 Requerimientos Climáticos y edáficos

2.7.1. Clima

El tomatillo es un cultivo de clima cálido, sensible a heladas en cualquier etapa de desarrollo. La temperatura óptima para el desarrollo del cultivo es alrededor de los 12 a 18°C, y el desarrollo se perjudica por debajo de los 12°C. La presencia de altas temperaturas durante la floración provoca una pobre cuajado de frutos (Smith y Jiménez, 1999).

2.7.2. Humedad

Saray y Loya en (1977), mencionan que las etapas críticas del tomatillo son: germinación, emergencia y trasplante (en caso de que así se practique), 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 flores rápidamente, acelera la maduración de frutos reduciendo su tamaño y número, dándole a algunos de ellos un sabor ácido. La humedad relativa óptima es entre los 60 y 80%, la alta humedad relativa favorece el desarrollo de enfermedades foliares y dificultan la fecundación como también agrietamiento del fruto (Calderón, 1989.)

2.7.3. Necesidades hídricas

No se puede establecer un calendario, ya que las necesidades de agua de la planta dependen de muchos factores como la textura del suelo, duración del ciclo de desarrollo del cultivo, temperatura, entre otros. Es conveniente aplicar los riegos oportunamente para conseguir un buen desarrollo y crecimiento de las plantas. Se debe tener en cuenta el intervalo de tiempo entre riegos permita que el terreno quede en condiciones de trabajarlo (Verdejo, 1987).

2.7.4. Suelo

Smith y Jiménez (1999), señalan que hay una variedad de suelos que pueden ser utilizados en la producción de tomatillo. Este cultivo prefiere un suelo arcillo-arenoso para las plantaciones tempranas ya que se calientan más rápido en primavera. Los suelos más pesados pueden ser bastante productivos a medida que se tenga un buen drenaje y que los riegos se apliquen de manera cuidadosa.

2.7.5. pH

Gajon, (1956). Menciona que el pH óptimo para el cultivo de tomate de cáscara se encuentra en un rango que puede variar de 5.0 a 7.0

2.8. Manejo del Cultivo

2.8.1. Preparación del terreno

De acuerdo con Saray y Loya (1978), mencionan lo siguiente; para lograr el éxito que se desea alcanzar en el cultivo de tomate de cáscara, es indispensable hacer una buena preparación del terreno, la cual depende en gran parte el cultivo del ciclo anterior.

2.8.1.1. Barbecho: para una buena preparación de terreno es necesario arar la tierra a una profundidad aproximada de 25 cm y si es conveniente, realizar una cruz posterior, a continuación, deben darse los pasos de rastra necesarios para dejar el suelo bien mullido, con el fin de lograr un adecuado desarrollo del sistema radicular. (Saray y Loya, 1978).

2.8.1.2. Surcado: Se recomienda que la distancia entre los surcos sea entre 1 a 1.2 metros, ya que, a distancias menores a pesar de tener una mayor densidad de población, no se consiguen un incremento significativo de la producción. En caso de temporal, es conveniente hacer los surcos altos, mayores de 20 cm para evitar el exceso de humedad con buen drenaje. (Saray y Loya, 1977).

2.8.2. Densidad de siembra

Según Saray y Loya (1978), para producción comercial, el mejor ancho de surco es de un metro la mejor distancia entre plantas es 0.5 m, con dos plantas por sitio. En el estado de Morelos esta recomendación es muy utilizada, en importantes estados productores de tomatillo, como Guanajuato, Jalisco y Michoacán, se usan surcos de 1.4 m de ancho y 0.6 a 0.7 m entre plantas, aunque se dejan de tres a cuatro por sitio. Garay y Garzón (1979), estudiando la influencia de distancia entre surcos y entre plantas de tomate de cascara, concluyeron que los rendimientos más altos de fruto comercial se tienen de 1.00 a 1.50 m entre surcos y 40 cm entre plantas.

2.9. Arreglo topológico

2.9.1. Siembra

Reyes (2002), menciona que el tomate de cascara puede ser establecido en el terreno definitivo mediante siembra directa o por trasplante. El sistema más utilizado para la producción comercial es el de trasplante, lo que permite evadir heladas y hacer uso más intensivo del suelo. Sin embargo, las plantas provenientes de siembra directa son más vigorosas, aunque se requiere mayor cantidad de semilla, la cual no siempre está disponible y resulta más costoso.

a) 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. Cuando se usa un equipo de siembra de precisión se requiere aproximadamente 400-500 g de semilla por hectárea, usando un equipo mecánico de 500-800 g*ha⁻¹ y manualmente de 800-1,000 g*ha⁻¹, se recomienda que la distancia de plantas sea preferentemente de 50 cm.

b) Trasplante.

Para la realización del trasplante, se puede utilizar planta producida en almácigo o en charolas de plástico y de nieve seca con diferente número de cavidades. Al sembrar de manera directa en los semilleros, se utiliza un sustrato como peat Moss o polvillo de coco (previamente humedecido); después se colocan entre 1 y 2 semillas por cavidad, a una profundidad de tres veces su grosor, (aproximadamente 5-8mm), se cubren las semillas y se riegan con un aspersor. Se coloca el semillero en un lugar oscuro, el sustrato debe de mantener la humedad y la temperatura debe de mantenerse entre 18-22°C.

El trasplante se lleva a cabo cuando la planta tiene aproximadamente 10-15 cm, de alto, se colocan 4 plantas por metro lineal, en sistema de plantación se requieren entre 22,000 y 24,000 plantas por hectárea, la raíz deberá tener humedad suficiente, así como también el terreno al momento de plantar.

2.9.2. Época de plantación

Depende de la región agrícola, sembrándose todo el año en el país debido a la demanda de este fruto. Para regiones productoras de clima cálido de Morelos, Guerrero, Jalisco y Michoacán, las siembras de riego se realizan comúnmente entre los meses de septiembre a diciembre, para que las heladas no los afecten, con esto se busca evitar pérdidas o un mal desarrollo del cultivo. Para las regiones templadas de los estados de Hidalgo, México, Guanajuato y Puebla las siembras de riego se realizan entre los meses de mayo, junio y julio, (Peña, 1991).

2.10. Deshierbes

Aguado (1991), al estudiar el tomate de cáscara variedad rendidora concluyó que bajo el sistema de trasplante el periodo crítico de competencia entre el cultivo y la maleza se ubica a partir de los 15 hasta los 45 días, después de haber realizado este. El cultivo de tomatillo tiende a aumentar su altura y reducir su rendimiento, a medida que se incrementa el tiempo con presencia de malezas durante el ciclo del cultivo.

2.11. Control fitosanitario

Para el control de plagas y enfermedades, se recomienda eliminar maleza y residuos de cosecha y hojas afectadas, también realizar aplicaciones preventivas, cuando las condiciones ambientales sean favorables, o al detectar los primeros síntomas. Se pueden aplicar fungicidas a base de azufre (Sultron 725, 2.5-3.0 L/Ha), en caso de problema con hongos, al observar problemas con enfermedades bacterianas, aplicar bactericidas a base de cobre Cupravit (2.0-4.0 Kg/Ha), Oxiclورو de cobre + Mancozeb (Cupravit Mix 2.0-4.0 Kg/Ha), en el caso de virus es necesario eliminar malezas, que sirven como hospederos de insectos vectores de estas enfermedades, las plantas de tomatillo afectadas por virus se tendrán que eliminar para que no se siga propagando por todo el cultivo.

2.12. Fertilización

La mayor parte del cultivo de tomate verde, se establece bajo un sistema convencional, donde la nutrición se realiza con la aplicación de fertilizantes inorgánicos, con mayor porcentaje de nitrógeno, fósforo y potasio. Las dosis de fertilización varían de 120 a 240 Kg de nitrógeno, 60 a 150 Kg de fósforo y 150 a 200 Kg de potasio por hectárea. La planta demanda una fuerte cantidad de elementos menores, debido a la gran cantidad de flores y frutos, por lo que se recomienda la aplicación de quelatos de hierro y zinc, así como fuentes de magnesio y azufre (INTAGRI, 2020).

2.12.1. Fertilización orgánica y mineral

La fertilización racional, se debe a la utilización de fertilizantes orgánicos y minerales, que se complementan. Los orgánicos, aunque también aportan nutrientes actúan sobre todo como mejoradores de las propiedades fisicoquímicas de los suelos y su actividad biológica, se utilizan todos los recursos orgánicos que estén al alcance del agricultor (estiércol, restos de cosecha, composta, etc.), deben incorporarse al suelo en cantidades adecuadas, previendo su mineralización y la cantidad de nutrientes que pueden liberar en cada momento, los fertilizantes minerales, en cambio aportan la mayor parte de los nutrientes que la planta necesita, permiten producir plantas sanas y vigorosas, que después se pueden incorporar al suelo, manteniendo así un elevado contenido de humus (García *et al*, 2009).

2.13. Agricultura orgánica

La agricultura orgánica es una estrategia de desarrollo que trata de cambiar algunas de las limitaciones encontradas en la producción convencional, se fundamenta no solo en la mejora del suelo y un fomento al uso de insumos locales, sino también un mayor valor agregado a los productos finales (FAO, 2005). La agricultura orgánica, se compone principalmente de la incorporación de materia orgánica, la cual refiere a la totalidad de los compuestos de origen orgánico que se superponen a la fracción mineral del suelo. Está compuesta de moléculas pequeñas, grasas y ceras, polisacáridos, sustancias húmicas, enzimas y la biomasa de microorganismos de origen vegetal y animal. La materia orgánica es benéfica para el suelo y una forma de incrementarla es con la adición constante y sistemática de abonos o fertilizantes orgánicos (Inpofos, 2001).

2.13.1. Sustancias húmicas

Hace referencia a una fracción de dicha materia orgánica, que engloba un grupo de sustancias, de color oscuro, muy resistente al ataque microbiano, de

alto peso molecular, de naturaleza coloidal y propiedades ácidas; el humus está formado por sustancias húmicas y no húmicas, aunque los términos humus y sustancias húmicas, son empleados como sinónimos por algunos autores (Stevenson, 1994).

Las sustancias húmicas, son compuestos orgánicos de coloración generalmente oscura, formados de la descomposición y transformación de restos de plantas mediante la actividad microbiana, que tienen grandes efectos en la fertilidad del suelo. Mejoran la actividad microbiana, por lo que se incrementa la producción de sustancias que ayudan a la formación de la estructura del suelo o pertenecen a los reguladores del crecimiento de las plantas; incrementan la capacidad de retención de humedad, aumentan la capacidad de intercambio iónico, elevan la disponibilidad de microelementos por medio de la quelatación, contribuyen en la formación de la estructura granular y con esto en la aireación y drenaje de los terrenos, auxilian en la degradación o inactivación de sustancias tóxicas como son los metales pesados y pesticidas, mejoran la capacidad amortiguadora del suelo, por lo que adecúan el pH y pueden disminuir el nivel de salinidad o cantidad de sales disueltas. Con base a esto se puede mejorar la eficiencia de los fertilizantes químicos y como consecuencia, disminuir las dosis aplicadas y los impactos ambientales negativos (Rodríguez, 2017).

Estas sustancias están formadas por ácidos orgánicos, que, según sus características, se agrupan en ácidos húmicos y ácidos fúlvicos principalmente. Los métodos para su extracción de manera comercial se realizan a partir de la Leonardita; un mineral formado por descomposición de materia orgánica, hace millones de años. Los ácidos húmicos es la fracción de las sustancias húmicas que son solubles en medio alcalino, pero insolubles en medio ácido. Mientras que los ácidos fúlvicos es la parte de las sustancias húmicas que son solubles tanto en medio alcalino como en medio ácido, (INTAGRI, 2017), también reporta que el uso de sustancias en la agricultura trae grandes beneficios al suelo y al cultivo.

Mejora las propiedades físicas y químicas del suelo como: porosidad, capacidad de intercambio catiónico, fertilidad química del suelo, actividad microbiana, entre otras. Por otra parte, ayudan al crecimiento de las plantas, ya que son absorbidas por los cultivos, intervienen en el metabolismo de estas, mejoran la síntesis de proteínas y estimulan o actúan de manera similar a las hormonas vegetales.

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 orgánica, ayudan a incrementar el intercambio catiónico de los macro y micronutrientes, mejora la retención de agua y por lo tanto se evita la pérdida de nutrientes por lixiviación (moreno; Torres. 1996).

2.13.2. Lixiviado de lombriz

Es un fertilizante que se emplea como abono orgánico natural, el cual contiene gran cantidad de elementos o nutrientes, siendo abono ideal para su aplicación en todos los cultivos, ya sea por medio de riego o por aplicación en forma foliar, que resulta de la dilución de los elementos más aprovechables y solubles en agua que se utiliza para las lombrices rojas californianas (*Eisenia. Foetida*), a partir del proceso de digestión e ingestión, a su vez procesan desechos, los cuales provocan la transformación biológica, química y física de los residuos orgánicos sólidos residuales, con alto contenido orgánico.

El humus resultante de la descomposición de la materia orgánica es una fuente de reserva de alimentos para la planta, por la formación de complejos fosfo-húmicos, de esta manera el fosforo se encuentra disponible en las plantas, además, el humus disminuye la retrogradación del potasio, es una fuente de gas carbónico y favorece a la acción de abonos minerales (Gross, 1986).

Cuadro 2.13.1. Composición porcentual de nutrientes en el humus de lombriz:

| composición | Porcentaje |
|-------------------------|-------------------|
| pH | 6.8-7.2 |
| Nitrógeno | 1-2.6% |
| Fósforo | 2-8% |
| Potasio | 1-2.5% |
| Calcio | 2-8% |
| Magnesio | 1-2.5% |
| Materia orgánica | 30-70% |
| Carbono orgánico | 14-30% |
| Ácidos fúlvicos | 14-30% |
| Ácidos húmicos | 2.8-5.8% |
| Sodio | 0.02% |
| Cobre | 0.05% |
| Hierro | 0.02% |
| Manganeso | 0.006% |
| Relación C/N | 10-11% |

Tomado de (Garandilla *et al*, 2001)

Mengesha *et al*, (2017) menciona que la aplicación de lixiviados de lombriz forman un medio ambiente ideal para el desarrollo de organismos benéficos como: bacterias, hongos, protozoarios, que limitan el desarrollo de patógenos y enfermedades, reduciendo sensiblemente el riesgo en el crecimiento de hojas, ramas y raíces, de este modo estimula la humificación propia del suelo y su enriquecimiento en la microflora y microfauna ya que incorpora y descompone los residuos orgánicos presentes en el suelo.

Algunas facultades del lixiviado de lombriz

- a) Retiene la humedad del suelo por largo tiempo.
- b) Es prácticamente neutro, el pH se encuentra entre 6.8 y 7,8.
- c) Aumenta significativamente la producción de clorofila en las diferentes plantas.
- d) Disminuye a gran escala la conductividad eléctrica de los suelos salinos.
- e) Mejora radicalmente el pH en los suelos.
- f) Nivelan la producción de hongos que se encuentran en el suelo.
- g) Opera como potenciador de la actividad de varios fertilizantes o pesticidas del mercado.

- h) Aumenta la producción en los cultivos.
- i) Es asimilado sin problema por raíz y estomas.
- j) Incita a un mayor desarrollo radicular.
- k) Reduce el tiempo de recuperación de una planta dañada, o que haya sido expuesta a la sequía o con follaje descolorido.

2.14. Nutrición vegetal

Todos y cada uno de los elementos nutritivos juegan un papel específico en la nutrición vegetal. El oxígeno, el carbono, el hidrógeno, el nitrógeno, el fósforo y el azufre son los constituyentes básicos de los tejidos vegetales y participan en las reacciones bioquímicas básicas del metabolismo. El fósforo es un constituyente esencial del ATP (Trifosfato de adenosina), y está ligado a los procesos de producción y consumo de energía. Los cationes, calcio, potasio y magnesio regulan los potenciales osmóticos, la permeabilidad de las membranas celulares y la conductividad eléctrica de los jugos vegetales. Por otra parte, los micronutrientes son catalizadores de numerosas reacciones del metabolismo vegetal.

García *et al* (2009), menciona que los nutrientes químicos son esenciales para las plantas, debido a que con su aporte esta se desarrollará de manera más adecuada, ya que para producir alimento es necesario el aporte de fertilizantes inorgánicos, los que se dividen principalmente en macro y micronutrientes, con base a las cantidades en que la planta requiere, a cada uno de ellos.

2.14.1. Macronutrientes

El Nitrógeno, es factor de crecimiento y desarrollo, además es constituyente de los compuestos orgánicos de los vegetales, es necesario para la formación de aminoácidos, proteínas y enzimas. El fósforo estimula el desarrollo y crecimiento de las raíces, favoreciendo la floración y cuajado de los frutos, interviene en el transporte, almacenamiento y transferencia de energía, además de formar parte de fosfolípidos y enzimas, también es considerado factor de

precocidad, ya que activa el desarrollo inicial de los cultivos y favorece la maduración. El potasio, en la planta es muy móvil y juega papeles múltiples, mejora la actividad fotosintética, aumenta la resistencia de la planta a la sequía, heladas y enfermedades, además promueve la síntesis de lignina, favoreciendo la rigidez y estructura de las plantas, aumenta el peso y tamaño en los granos de los cereales y en los tubérculos. El azufre, es componente de aminoácidos azufrados como la cisteína y la metionina, forman parte de vitaminas proteínicas, coenzimas y glicósidos, además de participar en las reacciones de oxidoreducción, formando parte de la ferredoxina. El calcio, es necesario en la división y crecimiento de la célula, además de ser un elemento estructural de paredes y membranas celulares, es componente básico para la absorción de los elementos nutritivos, juega también un papel importante junto con el magnesio, en la activación de las enzimas del metabolismo de glúcidos y proteínas. El magnesio, forma parte de la molécula de la clorofila, siendo por tanto esencial para la fotosíntesis y para la formación de otros pigmentos, favorece el transporte y acumulación de azúcares en los órganos de reserva y del fósforo hacia el grano, al igual que el calcio, es constituyente de las paredes celulares, influye en los procesos de óxido-reducción (García *et al*, 2009).

2.14.2. Micronutrientes

El hierro, interviene en la síntesis de la clorofila, así como en la captación y transferencia de energía en la fotosíntesis y en la respiración, además actúa en reacciones de óxido-reducción, como la reducción de nitratos. El manganeso, está ligado al hierro en la formación de clorofila, además de participar en el metabolismo de carbohidratos. El zinc, es fundamental en la formación de auxinas, que son hormonas de crecimiento, participa en la síntesis de ácidos nucleicos, proteínas y vitamina C, tiene un efecto positivo en el cuajado, maduración y agostamiento. El cobre, participa en la fotosíntesis y en el metabolismo de proteínas. El boro, interviene en el transporte de azúcares, como también participa en la regulación interna del crecimiento por las

hormonas vegetales, en la fecundación, en la absorción del agua, en la síntesis de ácidos nucleicos y el mantenimiento de la membrana celular. El molibdeno, interviene en la fijación de nitrógeno del aire en las leguminosas, al igual que en la transformación de nitratos en el interior de la planta. El cloro, tiene una actividad ligada a la fotosíntesis y participa en el mantenimiento de la turgencia celular (García *et al*, 2009).

Von Liebig en 1840, propuso la ley del mínimo, enunciando que el rendimiento de la cosecha está determinado por el elemento nutritivo que se encuentra en menor cantidad, además, un exceso en cualquier otro nutriente no puede compensar la deficiencia del elemento nutritivo limitante. Esta ley deja en evidencia la relación entre los elementos nutritivos y la necesidad de alcanzar una riqueza suficiente en cada uno de ellos, para que pueda obtenerse el rendimiento óptimo.

La interacción entre elementos nutritivos, es positiva cuando el efecto producido por un conjunto de dos factores, en este caso los nutrientes, es superior a la suma del efecto de los dos factores considerados aisladamente (García *et al*, 2009).

2.15. Cosecha

Saray (1977), menciona que el número de cortes en el tomate de cascara, varía dependiendo el vigor y carga de la planta, pero por lo general se le dan de 4 a 6 cortes en el ciclo. Estos deberán de iniciarse cuando los primeros 3 o 4 frutos de la mayoría de las plantas hayan madurado, lo cual ocurre aproximadamente de los 55 a 70 días después de la siembra. Por lo general la cosecha dura de 30 a 35 días. Los frutos maduros aptos para ser cosechados, se reconocen fácilmente porque llenan completamente la “bolsa” que los cubre y en ocasiones la llegan a romper.

Los últimos dos cortes del tomatillo se caracterizan de ser frutos pequeños, probablemente debido a la demanda tan fuerte y a la escases de fotosintatos. La producción de botones florales y flores continua en cada etapa, pero muy

pocas de estas estructuras llegan a producir frutos idóneos para ser cosechados, debido a la caída y al poco tiempo, para su desarrollo en la floración al final del ciclo del cultivo (Cartujano, 1987).

2.16. Plagas

2.16.1. Pulga saltona *Epitrix cucumeris* Harris.

Es insecto de color café y mide de 2 a 3 mm de longitud, brinca con mucha agilidad cuando se mueve el follaje de las plantas, de ahí su nombre. Esta plaga causa serios daños al cultivo del tomatillo, lo ataca desde que emerge, y en las primeras 4 semanas es cuando puede causar un mayor ataque. El daño más importante lo causan los adultos, caracterizándose por pequeños agujeros que hacen en las hojas de manera que cuando la infestación es demasiado fuerte, pueden ocasionar la muerte de la planta o no deja que esta se desarrolle bien y al final el rendimiento se reduce en forma considerable. Sin embargo, si no se combate oportunamente puede devorar completamente el follaje, causando la muerte de la planta (reyes, 2002).

2.16.2. Mosca blanca *Bemisia vaporium* y *Bemisia tabaci* Guenn.

Existen dos especies de estas mosquitas, que se ven en el campo con mayor frecuencia, ambas del orden Homóptera y de la familia aleyrodidae. Los huevecillos, son depositados por las hembras en un número mayor de 100, se encuentran adheridos al envés de las hojas por un tallo pequeño (Metcalf y Flint, 1965).

En infestaciones severas, las hojas sufren una clorosis muy marcada, el crecimiento se detiene y en ocasiones la planta muere. Estos insectos son considerados importantes, por ser vectores de la enfermedad virosa conocida como enchinamiento del tomate, que ocasiona graves trastornos a la planta y merma importante de la producción (León, 1982).

2.16.3. Gusano de fruto *Heliothis virescens*.

Las larvas completamente desarrolladas miden aproximadamente 35 mm, siendo de color verde amarillento a café oscuro, la cabeza de color café amarillento, con manchas pigmentadas, existen bandas oscuras a lo largo del cuerpo arriba de los espiráculos, debido a la pigmentación en la cutícula y numerosas microespinas de color oscuro (Bustos, 1976).

Los daños ocasionados por el gusano del fruto pueden llegar a ser hasta el 70% de la producción. Al inicio de la floración aparecen las primeras oviposiciones y al oclisionar, las larvas se alimentan rápidamente del follaje, y al poco tiempo alcanzan los frutos pequeños, muchos de los cuales pueden ser devorados por un solo gusano (Carreón, 1975). Después de la cuarta muda, la larva se introduce en el suelo y se convierte en pupa, algunos días después de la pupa, emerge el adulto que oviposita en las plantas para iniciar un nuevo ciclo de vida (Saray y Loya, 1977).

2.17. Enfermedades

La aplicación oportuna de los fungicidas-bactericidas y la frecuencia en la aplicación de estos, está basada en el conocimiento de la relación que existe entre diversos factores ambientales; temperatura, humedad relativa, precipitación, etc. y el desarrollo de la enfermedad. Conociendo lo anterior, se puede pronosticar su incidencia, y así prevenirlas, evitando aplicaciones innecesarias en épocas inoportunas y contaminación del ambiente.

2.17.1. Secadera de plántula *Rhizoctonia solani* Khun.

También conocida como “damping off” o ahogamiento, es ocasionada por los hongos que viven en el suelo. Se desarrolla bajo condiciones de humedad alta en el suelo y su incidencia en invierno es mayor, es responsable de la reducción de plantas en el campo, en muchos cultivos hortícolas.

Las condiciones que propician la secadera son: sobrepoblación, riegos pesados, suelos con mal drenaje, ambiente nublado y fresco. Las plántulas durante las dos primeras semanas después de emerger son susceptibles al ataque de los patógenos.

2.17.2. Cenicilla. *Oídium sp.*

La enfermedad del tomate verde más generalizada en los estados de Morelos y Guanajuato 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, 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 solo de una alta humedad relativa, ya que el agua de lluvia los perjudica debido a que la mayoría de los conidios caen al suelo (Romero, 1988).

2.17.3. Marchitez por fusarium *fusarium oxysporum*.

El marchitamiento causado por fusarium es una de las enfermedades más prevalentes y dañinas de tomatillo, siempre que las plantas se cultiven intensamente. La enfermedad es más destructiva en climas cálidos y en suelos cálidos y arenosos que son comunes en las regiones templadas (Agrios, 1996).

III.MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación del sitio experimental.

El trabajo de investigación se estableció en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en la localidad de Buenavista, en el municipio de Saltillo Coahuila, México. Se llevó a cabo en el campo experimental de la misma, ubicado en la parte posterior del edificio La Gloria, con una localización geográfica de 25° 01' 09" latitud Norte y 101° 01' 55" longitud Oeste, y una altitud de 1,760 msnm.

3.2. Características del sitio experimental.

3.2.1. Clima.

El clima del lugar se clasifica como seco, semicálido, con una temperatura media anual de 14 a 18°C y una precipitación media anual que va desde los 300 a los 400 milímetros; la dirección en que soplan los vientos predominantes con sentido noreste y registran una velocidad promedio de 22.5 Km/h. la frecuencia de heladas inicia en el mes de noviembre y termina generalmente en febrero, con un rango de 2 a 3 días de granizo, y nevadas esporádicas, generalmente cada 2 ó 3 años.

3.2.2. Suelo.

Las características y tipo de suelo se determinan en base al análisis de suelo, caracterizado con una textura franco-arcillosa con una conductividad promedio de 2.14 mmhos/cm, un pH 8.52, y 4.03% de materia orgánica (MO).

3.3. Material vegetal.

El material genético que se utilizó fue plántula de tomatillo variedad Tequisquiapan, variedad con alto potencial de rendimiento, su fruto es de tamaño mediano a grande y su cáscara es de color verde intenso adherida a la fruta, uniforme, con un ciclo de 85 días.

3.4. Preparación de terreno.

Una vez determinado el sitio experimental para la investigación, se continuó a acondicionar el terreno para el establecimiento del trabajo. Eliminando malezas de forma manual, debido a la dimensión de la superficie que era pequeña por lo que se utilizó un azadón.

La preparación de terreno se realizó después de la limpieza, eliminando malas hierbas. Estas labores se hicieron el mismo día, esto con la finalidad de exponer el suelo al ambiente y generar condiciones no favorables a posibles patógenos y reducir en consecuencia la incidencia de plagas y enfermedades antes de la realización de la plantación.

La preparación del suelo se inició con el paso de arado de discos, con la finalidad de voltear la tierra, ayudando también a aflojar el terreno, que, por su poco uso, este se encontraba compactado, posterior a este se hizo un paso de rastra, para nivelar el terreno y deshacer los terrones que dejó el arado, finalmente se pasó la cultivadora con rejas tipo alas para la formación del surco, donde se iba hacer la plantación.

3.5. Establecimiento de la parcela Experimental.

La superficie donde se llevó a cabo la investigación, fueron dos surcos de 1.2 metros de ancho con una longitud de 37 metros de largo. El diseño experimental, se consideró un espacio, para el efecto de bordo, con la finalidad de minimizar los factores externos, como corrientes de aire, ataque de plagas y

enfermedades, etc., que influyen sobre el comportamiento y que es una condición obligada en los diseños experimentales.

Se establecieron 15 tratamientos con tres repeticiones cada uno, dando un total de 45 unidades experimentales a establecer, cada una con 1.2 metros de surco, estableciendo 4 plantas por unidad experimental, utilizando 180 plántulas en total, en todo el trabajo.

Cuadro 3.5.1 Distribución del experimento en campo.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| E | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | | |
| B | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | B |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | T | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 6 | 6 | 7 | 7 | 8 | 8 | 9 | 9 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| E | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | R | | |
| B | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | B | | | |

EB= efecto de bordo

3.6. plantación.

La plantación se llevó a cabo por medio de trasplante en el mes de julio del 2019, colocando las plántulas de tomatillo a 40 centímetros de separación entre una y otra, estableciendo una sola hilera, una vez que ya se había instalado el sistema de riego y el acolchado plástico.

3.7. Tutoreo

Se realizó, utilizando estacas, colocadas en el centro de la cama a 3 metros de separación, sosteniendo de estas rafia, pasando por debajo de las ramas del tomatillo y manteniéndola en la medida de lo posible en su posición vertical, se

instaló en dos tiempos, la primera a los 40 días después del trasplante y la segunda a los 21 días después del establecimiento de la primera, con la finalidad de servir de soporte al cultivo y evitar la pérdida de fruto y manejo adecuado de las plantas.

3.8. Fertilización

Las fertilizaciones se hicieron de forma manual, considerando y de acuerdo con los diferentes tratamientos, cuidando de hacerlas de manera uniforme, para regar y fertilizar lo mejor posible toda la superficie de cada unidad experimental y regando en la parte media de las hileras del surco.

3.9. Sistema de riego y riegos aplicados

Se estableció un sistema de riego con tubería de PVC, con riego de agua proveniente de un pozo profundo, potable sin cloro, al que se le adaptó un sistema de cintilla con 30 cm de distancia entre emisores para realizar los riegos.

Se utilizaron 56 m de cintilla, la que se instaló en el centro de los surcos, esto se hizo con la finalidad de facilitar y eficientar la aplicación de los riegos.

Los riegos se hicieron cada tercer día con el objetivo de mantener un buen nivel de humedad en el suelo. Hubo días donde se detuvo el riego por situaciones favorables, provocada por la presencia de lluvias.

3.10. Control fitosanitario

Para el control fitosanitario se utilizó cipermetrina a dosis de 1.5 cc por litro, realizándose 2 aplicaciones durante el periodo del cultivo, para evitar la reproducción e incremento de las plagas en el cultivo y evitar que afecte el desarrollo de las plantas.

3.11. Aplicaciones foliares

Debido a las condiciones climáticas adversas, se presentaron dos granizadas que afectaron severamente al cultivo, para ayudarlas un poco a recuperarse de una manera más rápida, se realizó una aplicación de una mezcla de lixiviado de lombriz, melaza y elementos menores, para favorecer su rápida recuperación y evitar la pérdida de las plantas.

3.12. Control de malezas

Los deshierbes se hicieron constantes de manera manual, procurando tener el cultivo siempre en las mejores condiciones, lo principal fue evitar la competencia con hierbas no deseadas como son las malezas, que sirven como hospederas de plagas y enfermedades. En el desarrollo de esta actividad cultural se aprovechó para aflojar el suelo y aporcar con un poco de tierra a las plantas, proporcionándole aireación a la raíz y soporte a las mismas.

3.13. Cosecha

La cosecha se realizó manualmente, comenzando con la primer cosecha a los 55 días después del trasplante, se hizo por la mañana procurando que la temperatura no fuera elevada, para evitar la deshidratación y mantener la turgencia del fruto, como su calidad, tomando como referencia el tamaño óptimo para su consumo, por lo que se midieron por separado cada uno de los tratamientos.

3.14. Diseño experimental

El trabajo fue establecido a campo abierto, por lo que las condiciones ambientales eran variables, lo que de acuerdo con las características del sitio experimental para analizar los resultados, se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial A x B, Factor A (Productos Orgánicos), Factor B (Capacidad de extracción de fertilizante), en el cultivo de tomatillo, la

combinación de factores dio como resultado 15 tratamientos y se establecieron 3 repeticiones por tratamiento tomando en cuenta el testigo, lo que originó un total de 45 unidades experimentales.

Se realizó el análisis de varianza (ANVA) con el paquete estadístico SAS 9.0 (Statistical Analysis System, 2002), y para determinar los niveles de significancia, se realizó con las pruebas de tukey ($P \leq 0.05$).

3.15. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + r_k + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ij} = efecto de la media general

μ = media de tratamientos

α_i = efecto de la i-esima del factor A (productos orgánicos)

β_j = efecto de la j-esima del factor B (Capacidad de extracción)

$\alpha\beta_{ij}$ = interacción entre el factor A y el factor B

r_k = efecto de repeticiones

ε_{ijk} = Error entre niveles de factores y repeticiones.

3.16. Descripción de tratamientos

Se siguió un modelo estadístico factorial de 5 x 3 dando un total de 15 tratamientos, ilustrados en el cuadro 3.16.1.

Factor A (productos orgánicos)

A1= Sin Humatos

A2= Humatos 0.25 cc/L

A3= Humatos 0.50 cc/L

A4= Humatos 1.0 cc/L

A5= Lixiviado de lombriz 2 cc/L

Factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes)

B1= formula a 250 Kg de fertilizantes/Ha/año

B2= formula a 500 Kg de fertilizantes/Ha/año

B3= formula a 1,000 Kg de fertilizantes/Ha/año

Cuadro 3.16.1. Descripción de tratamientos aplicados en el cultivo de tomate de cáscara.

| Tratamientos | Combinación de Factores | Descripción |
|---------------------|--------------------------------|--|
| 1 | A ₁ B ₁ | 0 + 250 kg de fertilizante/Ha/año |
| 2 | A ₁ B ₂ | 0 + 500 kg de fertilizante/Ha/año |
| 3 | A ₁ B ₃ | 0 + 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año |
| 4 | A ₂ B ₁ | 0.25 cc Humatos + 250 kg de fertilizante/Ha/año |
| 5 | A ₂ B ₂ | 0.25 cc Humatos + 500 kg de fertilizante/Ha/año |
| 6 | A ₂ B ₃ | 0.25 cc Humatos + 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año |
| 7 | A ₃ B ₁ | 0.50 cc Humatos + 250 kg de fertilizante/Ha/año |
| 8 | A ₃ B ₂ | 0.50 cc Humatos + 500 kg de fertilizante/Ha/año |
| 9 | A ₃ B ₃ | 0.50 cc Humatos + 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año |
| 10 | A ₄ B ₁ | 1.00 cc Humatos + 250 kg de fertilizante/Ha/año |
| 11 | A ₄ B ₂ | 1.00 cc Humatos + 500 kg de fertilizante/Ha/año |
| 12 | A ₄ B ₃ | 1.00 cc Humatos + 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año |
| 13 | A ₅ B ₁ | Lixiviado de lombriz + 250 kg de fertilizante/Ha/año |
| 14 | A ₅ B ₂ | Lixiviado de lombriz + 500 kg de fertilizante/Ha/año |
| 15 | A ₅ B ₃ | Lixiviado de lombriz + 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año |

3.17. Variables evaluadas y forma de medición

3.17.1. Número de frutos (NF)

Es una variable que está relacionada con la capacidad reproductiva de las plantas, una planta bien nutrida, mejorará su capacidad reproductiva y en consecuencia producirá más flores y posteriormente una mayor cantidad de frutos.

Para esta variable se realizó el conteo total de frutos por tratamiento, tomando en cuenta el número total de plantas y al final el número total de frutos, se dividió entre el número de plantas de la unidad experimental, para obtener un valor medio, que fue el dato que se sometió a evaluación.

3.17.2. Peso de fruto (PF)

Esta variable está relacionada directamente con el rendimiento y calidad, ya que, al producir frutos de mayor peso, será posible obtener un incremento en el rendimiento por hectárea, lo que permitirá obtener mayores ingresos al productor, facilitando su venta y distribución de este, provocado por su peso.

Para realizar la evaluación de esta variable se tomaron 10 frutos al azar de cada unidad experimental, para la medición se utilizó una báscula digital para obtener el valor en gramos y el dato sometido a evaluación fue un valor medio.

3.17.3. Diámetro polar (DP)

Es una variable importante, debido a que influye en la apariencia y calidad del fruto, dándole uniformidad en cuanto al tamaño y forma, lo cual son características que hacen más atractivos los frutos para el consumidor, al momento de realizar su compra, además de que también se relaciona con el rendimiento, ya que al tener un mayor diámetro por consecuencia tendrá un peso elevado, beneficiando al productor al momento de su venta.

Esta variable se midió en cada una de las cosechas realizadas, se tomaron 10 frutos al azar de cada tratamiento, en cada una de las repeticiones, se realizó con un vernier tomando el fruto y midiéndolo el fruto en la parte media.

3.17.4. Diámetro ecuatorial (DE)

Es una variable de importancia para el productor, ya que define calidad y tamaño de frutos, permitiendo con esto ser más atractivo para los consumidores por su apariencia al momento de su compra, también favorece el rendimiento, debido a que mientras mayor sea el diámetro del fruto, este será capaz de obtener un mayor peso y por consecuencia obtener un incremento en el rendimiento.

Para realizar la evaluación de esta variable, se tomaron 10 frutos al azar de cada tratamiento, en cada una de las tres repeticiones, con un vernier tomando el fruto y midiendo de polo a polo.

3.17.5. Diámetro de tallo (DT)

Es una variable de importancia, siendo parte fundamental de la planta, que sirve como soporte para la carga de frutos, así como también ser capaz de soportar factores ambientales como lluvias fuertes, granizadas o vientos, que pueden dañar considerablemente la estructura de las plantas, además de que permite la conducción de agua y nutrientes dentro de sus sistemas de conducción provocando un mejor desarrollo y crecimiento de las plantas.

Esta variable se evaluó desde la primer semana en que se estableció el cultivo, las mediciones fueron realizadas con un vernier a una altura de 2 cm arriba de la base de la planta, se midió el total de plantas tomando las 4 plantas de cada tratamiento.

IV.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Número de frutos (NF)

Es una variable que está relacionada directamente con el rendimiento, siempre y cuando el incremento en el número de frutos no reduzca el tamaño de estos, si esto sucede, que se reduzca el tamaño de los frutos, entonces no tendrá el impacto esperado en el incremento del rendimiento, por lo que, se debe de incrementar el número de frutos, pero conservar el tamaño de estos. También se relaciona de alguna manera con la eficiencia de la polinización en las flores, la que está relacionada con la actividad de los insectos polinizadores, entre los que se encuentran las abejas, las que tienen una gran importancia para la agricultura, además de la tasa de fecundación de los óvulos, porque es posible que haya buena polinización con una baja fecundación de los óvulos, lo que provocaría formación de frutos pequeños y deformes, o bien que la planta los aborte, como consecuencia de una deficiente nutrición.

4.1.1. Cuadrados medios de las variables y su significancia de acuerdo con los factores evaluados y sus interacciones.

| F. V | GL | NF | PF | DP | DE | DT |
|---------|----|------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| REP | 2 | 1290.956 ^{NS} | 33.689 ^{NS} | 0.0054 ^{NS} | 0.0465 ^{NS} | 0.197 ^{''} |
| A | 4 | 190.965 ^{NS} | 11.144 ^{NS} | 0.0031 ^{NS} | 0.0172 ^{NS} | 0.0244 ^{NS} |
| B | 2 | 188.022 ^{NS} | 43.088 ^{NS} | 0.0334 ^{NS} | 0.0686 [*] | 0.0163 ^{NS} |
| A*B | 8 | 314.883 ^{NS} | 21.978 ^{NS} | 0.0137 ^{NS} | 0.0264 ^{NS} | 0.021 ^{NS} |
| ERROR | 28 | 430.670 | 13.522 | 0.0114 | 0.0169 | 0.0241 |
| C.V (%) | | 19.971 | 7.381 | 2.637 | 2.760 | 7.67 |

NS= No significativo; *= significativo; **= altamente significativo; FV fuentes de variación, GL grados de libertad, NF número de frutos, PF peso de frutos, DP diámetro polar, DE diámetro ecuatorial, DT diámetro de tallo.

Al realizar el análisis de varianza no se encontró una respuesta estadística significativa entre tratamientos, lo que significa que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, (cuadro 4.1.1).

Para el factor A (productos orgánicos), no se obtuvo diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las dosis aplicadas de Humatos y el lixiviado de lombríz, son similares cuando estas se aplican al suelo. Al realizar una comparación porcentual de la respuesta a la aplicación de estos productos orgánicos, se obtuvo que, el testigo, donde no se manejaron los Humatos, ni lixiviado de lombríz, se obtuvo una media de 105.6 frutos/planta, mientras que, cuando se aplicó una dosis de Humatos de 0.25 cc/L, se incrementó el número de frutos a 108, superando al testigo en un 2.2%, cuando se aplicaron Humatos a una dosis de 0.5 cc/L, se redujo el número de frutos, incluso menor que el testigo en un 4.42%, mientras que el tratamiento donde se manejaron los Humatos a una dosis mayor de 1.0 cc/L, esta superó ligeramente al testigo, en tan solo un 1.26% y cuando se aplicó el lixiviado de lombríz, la respuesta fue mucho menor que el testigo en 8.21%, generando solo una cantidad de 97 frutos/planta. Estos resultados coinciden a los obtenidos por Sibaja en 2019, quien, trabajando con calabacita, encontró que la mejor respuesta en el rendimiento se obtiene cuando los Humatos son manejados a dosis bajas, que cuando son aplicados a dosis altas. Los Humatos por sí solos, no hacen aportaciones importantes de nutrientes al suelo, por lo que sus beneficios son limitados, no siendo así cuando se aplican mezclados con fertilizantes, donde los efectos son satisfactorios, debido a que los Humatos, cumplen una acción quelante (quelatación de los minerales) en los elementos nutritivos y en consecuencia los pone disponibles para las plantas.

Para el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), no se obtuvo diferencia estadística significativa, lo que indica que independientemente de la capacidad de extracción utilizada son estadísticamente similares entre sí, (cuadro 4.1). Al analizar numéricamente los datos se encuentra que, habiendo tomado como testigo la dosis más baja de 250 Kg de fertilizante/Ha/año en

donde se obtuvieron 102.6 frutos, se observó que cuando se aplicaron 500 Kg/Ha/año de fertilizante, disminuyó el número de frutos en un 1.56%, sin embargo, el tratamiento que reportó el mayor número de frutos fue en el que se utilizaron 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, superando al testigo en un 4.68% logrando una media de 107.4 frutos/planta en comparación con el testigo, (figura 4.1.2.). estos resultados obtenidos es posible que se deban a que la planta para tener una eficiente polinización y en consecuencia un mejor amarre de frutos deberá de tener un abasto y consumo eficiente de nutrientes, para que la planta sea capaz de asegurar un considerable número de frutos/planta, disminuyendo el aborto y pérdida de frutos, obteniendo en consecuencia una producción satisfactoria para el agricultor. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Pérez (2015), quien trabajó con chile habanero y reporta un incremento en el número de frutos/planta, usando una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante por año. Resulta interesante por qué el tratamiento en donde se aplicaron 500 Kg de fertilizante/Ha/año, haya reportado un resultado menor, que la dosis más baja de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, es probable que esto haya sido consecuencia de la heterogeneidad del suelo que imperaba en el sitio experimental, porque no se encuentra otra explicación a el hecho de que se hayan obtenido valores más altos en el tratamiento de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, como se observa en (la figura 4.1.2).

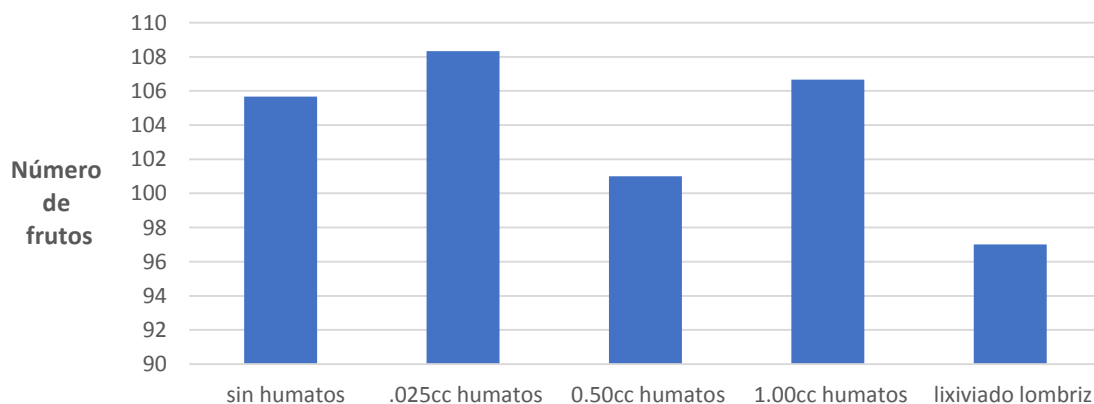


Figura 4.1.1. Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable número de frutos (NF).

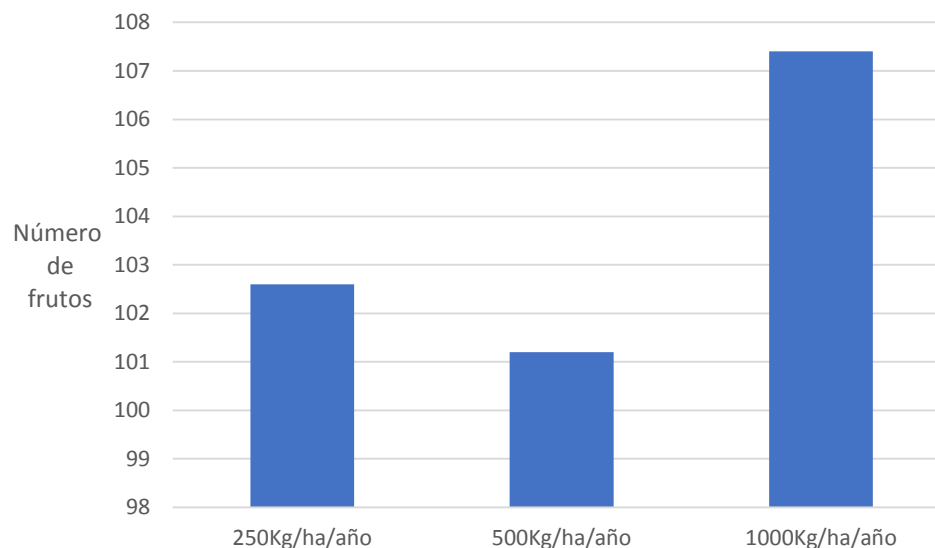


Figura 4.1.2. Respuesta del tomate de cáscara al factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable número de frutos (NF).

Al analizar los resultados de la interacción de los factores A (productos orgánicos), con el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), tampoco se encontró una respuesta estadística significativa, esto demuestra que los factores son independientes y no están relacionados, (Figura 4.1.3), Sin embargo, numéricamente se tienen tres tratamientos que sobresalen respecto al número de frutos, en el que se identifica al tratamiento con 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, el que no lleva Humatos ni lixiviado de lombriz, otro tratamiento está formado por 0.25 cc de Humatos/L con 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año y también se tiene el tratamiento con lixiviado de lombriz más 250 Kg de fertilizante/Ha/año, reportando una media de 113 frutos/planta, estos tratamientos mencionados superan al tratamiento donde se utilizaron 250 Kg de fertilizante/Ha/año, que es el tratamiento considerado como el testigo, superándolo en un 14.14%; sin embargo, desde el punto de vista económico, es conveniente aplicar dosis bajas de fertilizantes, además de que al agregarle un componente orgánico como los Humatos o el lixiviado de lombriz, es posible obtener un resultado satisfactorio para el productor, por lo que, el tratamiento donde se aplicó lixiviado de lombriz con 250 Kg de fertilizante/Ha/año obtuvo

uno de los mejores resultados en esta variable, además de que es una baja concentración de fertilizante, lo que hace suponer que el cultivo de tomatillo no necesita disponer de altas cantidades de fertilizante para obtener un buen número de frutos, también se compone de lixiviado, que su uso ayudará de alguna manera a mejorar las propiedades del suelo, entre las que se consideran las características físico-químicas del suelo, como también ayudarán a que se aproveche de manera más eficiente el fertilizante que se aporta en las plantas, ver (figura 4.1.3).

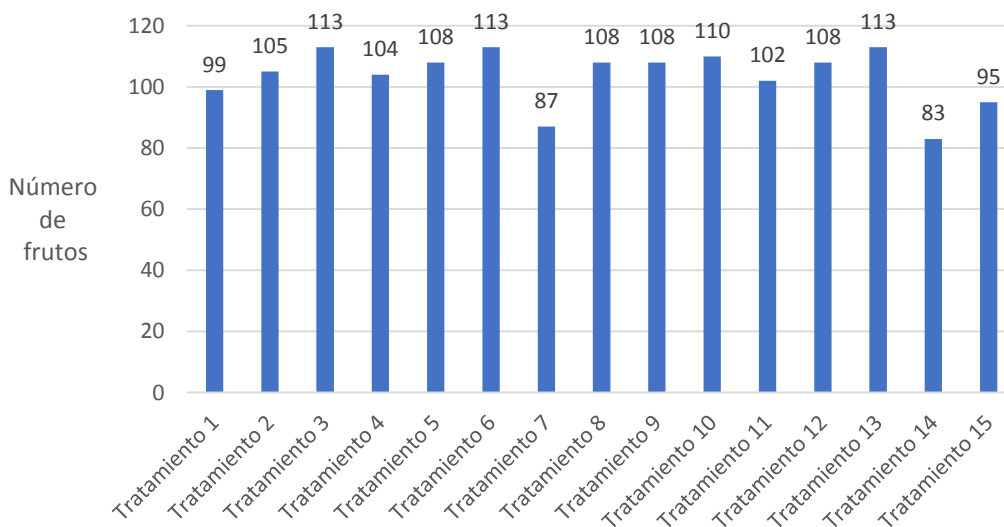


Figura 4.1.3. Respuesta del tomate de cáscara a la interacción del factor A (productos orgánicos) y factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable número de frutos (NF).

4.2. Peso de frutos (PF)

Esta variable es muy importante para el productor de tomate de cascará, debido a que impacta directamente en el rendimiento y calidad de los frutos que se obtendrá en la producción, es importante en el proceso de producción, lograr producir frutos de mayor peso, lo que se verá reflejado en el rendimiento por hectárea. Al tener mayor peso en los frutos, se tendrá en consecuencia un incremento importante en la cosecha, lo que permitirá la obtención de mayores

ingresos, debido al mejor precio al realizar la venta, lo que beneficiará el productor en sus ingresos y que se verá reflejado en una mayor utilidad.

Al realizar el análisis de varianza no se encontró una respuesta estadística significativa entre tratamientos, lo que indica que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, (cuadro 4. 1.1).

Para el factor A (productos orgánicos) no se tuvo diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las dosis utilizadas son similares en su respuesta, sin embargo, al hacer una comparación porcentual de la respuesta con respecto al testigo, se encontró que al aplicar Humatos a una dosis de 0.25 cc/L, la respuesta fue muy semejante al testigo, reportando una media de 49 g de peso por fruto, mientras que donde se aplicaron las dosis de 0.50 cc de Humatos/L y lixiviado de lombriz, se tuvieron incrementos con respecto al testigo de 4.08% y 2.65%, respectivamente y cuando se utilizó una dosis de Humatos de 1 cc/L, se obtuvo una respuesta de 0.8% por debajo del testigo, la dosis de Humatos que reporta la mejor respuesta que la de 0.50 cc/L, reportando una media de 51 g de peso medio por fruto. Esto tal vez se deba a que, al aplicar sustancias húmicas al suelo, se mejora la estructura del suelo y ayuda al desarrollo y crecimiento de las plantas, desde un punto de vista económico, es recomendable, ya que los Humatos no son costosos y permite la obtención de frutos de buen tamaño, además de que mejoran las propiedades físico-químicas del suelo. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Chen y Aviad en 1990, en donde mencionan que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales, estimulan el crecimiento de tallos de varias especies, cuando se aplican con soluciones nutritivas a diversas concentraciones. Esto tal vez se deba a que las sustancias húmicas, actúan en el suelo o bien en los microorganismos que se encuentran en el mismo, permitiendo una buena relación entre la raíz de la planta y donde se establece el cultivo, obteniendo beneficios, los que se verán reflejados en una buena producción.

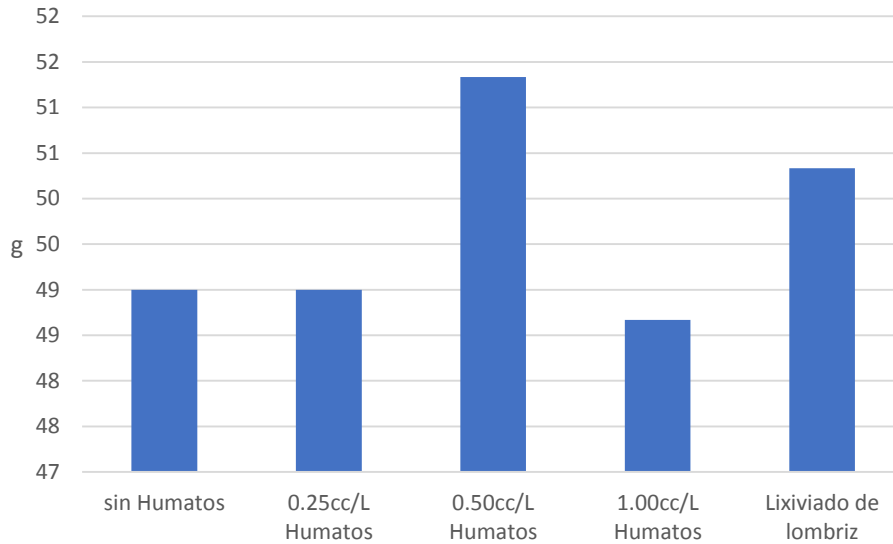


Figura 4.2.1. Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable peso de fruto (PF).

Para el factor B, no se tuvo diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las dosis empleadas son similares entre sí, al hacer una comparación porcentual de la respuesta con respecto al testigo, considerando como tal a la capacidad de extracción más baja de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, que reportó una media de 47.8 g, cuando se manejó una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, reportó una media de 50.8 g en peso de fruto, obteniendo una respuesta semejante al aplicar una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, superando al testigo en un 6.28%, ver (figura 4.2.2). Esta respuesta es posible que se deba a que, para obtener un mayor peso en los frutos, la planta de tomate de cascara necesitará un consumo eficiente de fertilizantes, lo que provocará obtener un fruto con más semilla y provocará que el fruto tenga un peso considerable y en consecuencia provocará un buen rendimiento del cultivo, atrayendo con esto, además a los consumidores y así lograr colocarse de manera favorable en el mercado, obteniendo beneficios para el productor. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Pérez (2015), quien, trabajando con chile habanero, menciona que usando una capacidad de extracción de 1,000 Kg de

fertilizante/Ha/año, se incrementó el peso de trutos, por lo que el rendimiento final se vio beneficiado de buena manera.

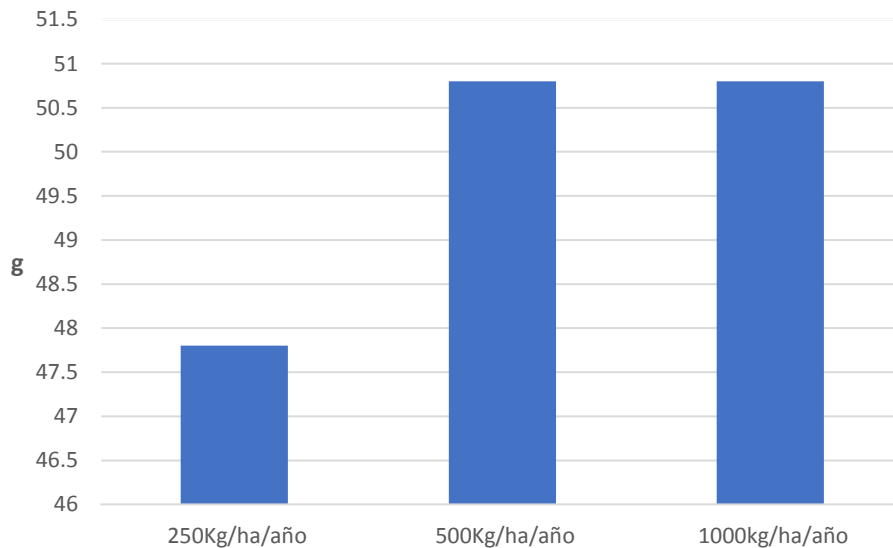


Figura 4.2.2. Respuesta del tomate de cáscara al factor B, (Capacidad de extracción de fertilizante), para la Variable peso de fruto (PF).

Para la interacción de los factores A (productos orgánicos), con el factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), tampoco se encontró respuesta estadística significativa lo que indica un comportamiento independiente entre los factores, (Figura 4.2.3). Sin embargo, numéricamente se tienen dos tratamientos que sobresalen los tratamientos, en el que se identifica el tratamiento con 0.50 cc de Humatos/L más 500 Kg de fertilizante/Ha/año, y el otro tratamiento con 0.50 cc de Humatos/L más 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, respectivamente, reportando ambos tratamientos una media en peso de fruto de tomatillo con 54 g, superando al tratamiento considerado como testigo, en un 14.89% siendo al que se aplicaron 250 Kg de fertilizante/Ha/año, desde el punto de vista económico resulta mejor aplicar el tratamiento con 0.50 cc de Humatos/L más 500 Kg de fertilizante/Ha/año, ya que al aplicar una cantidad menor de fertilizantes, evitará que se aumente la concentración de sales en el

suelo, además de que aplicando bajas cantidades de fertilizante es posible obtener frutos con un peso aceptable, mejorado con el uso de sustancias húmicas las cuales permitirán un mejor aprovechamiento de los nutrientes por las plantas, lo que resultará benéfico para el productor al momento de realizar la cosecha, esto también se verá reflejado en un ahorro importante de insumos de importancia como son los fertilizantes y en consecuencia, el impacto ambiental que también será menor.

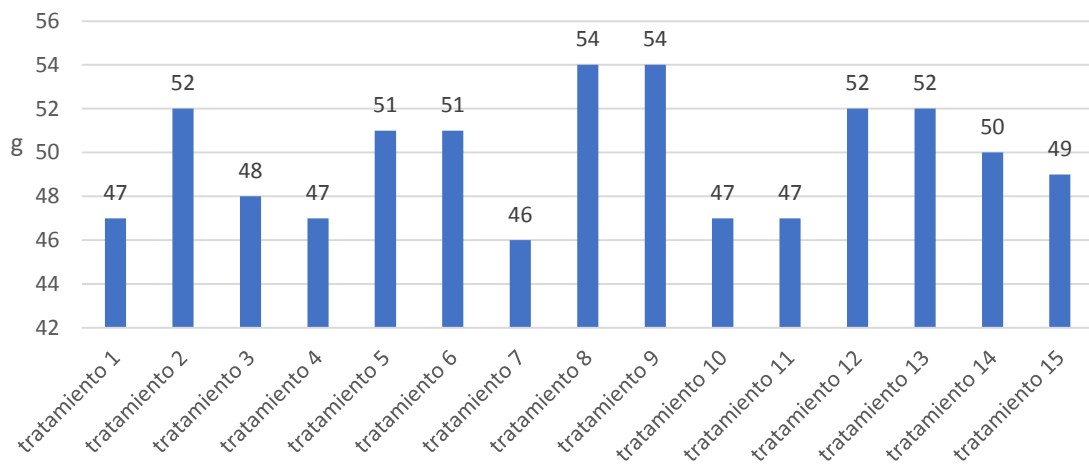


Figura 4.2.3. Valores medios de peso de fruto, de acuerdo con la interacción factor A (productos orgánicos) y factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable peso de frutos (PF).

4.3. Diámetro polar (DP)

Esta variable es importante, debido a que influye en la calidad de fruto por apariencia del mismo, dándole uniformidad en tamaño y forma, lo que hace más atractivos los frutos para el consumidor, al momento de realizar su compra, además de que tiene un impacto favorable en el rendimiento, al momento de ser cosechado, ya que, al tener un diámetro polar considerable, de acuerdo con las características del tomate verde, se tendrá un producto más atractivo para la venta y con esto obtener una remuneración superior para el productor.

Al realizar el análisis de varianza no se encontró una respuesta estadística significativa entre tratamientos, lo que significa que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, (cuadro 4. 1.1.).

Para el factor A (productos orgánicos), no se encontró una diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las dosis empleadas de Humatos y lixiviado de lombriz son similares en su respuesta. Al realizar una comparación porcentual de la respuesta a la aplicación de estos productos orgánicos, se obtuvo que el tratamiento testigo donde no se aplicaron Humatos, ni lixiviado de lombriz, se obtuvo una media de 4.09 cm en diámetro polar, siendo superior a los tratamientos en los que fueron aplicados dosis de 0.25 cc/L, 50 cc/L y 1.00 cc de Humatos/L, y al aplicar lixiviado de lombriz, reportando un 1.05%, 0.88%, 0.88% y 1.12%, respectivamente, en relación con el testigo, estos resultados es posible que se deba a que al no aplicar ningún componente orgánico al suelo, la planta de tomatillo desarrolló un fruto con mayor diámetro polar, esto no quiere decir que sea el mejor tratamiento, ya que no son las características que se buscan en el tomate de cascara, sin embargo, en este cultivo no se requiere de que los frutos tengan un mayor diámetro polar, ya que perdería características que busca el mercado, por otra parte, desde el punto de vista económico, resulta más conveniente utilizar las dosis donde se manejaron lixiviados de lombriz, que reportan una media de 4.05 cm y el tratamiento donde se aplicaron Humatos a una dosis de 0.25 cc/L, en el que se obtuvo una media de 4.05 cm de diámetro polar, por lo que, resulta más adecuado según las características que pide el consumidor, ya que son más económicos y el uso de estos fertilizantes orgánicos, beneficiarán a las plantas ayudando a hacer uso más eficiente de los nutrientes que se encuentran en el suelo.

Para el factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), no se tuvo diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las capacidades de extracción utilizadas, son similares en su respuesta estadística, al hacer la comparación porcentual habiendo tomado como testigo la capacidad de

extracción más baja de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, que reportó una media de 4 cm de diámetro, al aplicar una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, logró superar ligeramente al testigo en un 1.85%, sin embargo, cuando se utilizó una capacidad de extracción de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, superó al testigo en un 2.50%, siendo la mejor respuesta reportando 4.10 cm de diámetro polar en los frutos. Esta respuesta es posible debido a que el cultivo de tomatillo no necesita de grandes cantidades de fertilizante para obtener un mayor tamaño de diámetro polar, además de que, en la producción de tomate de cascara no se desea obtener frutos con demasiado diámetro polar, ya que el fruto perdería características importantes del fruto llegando a afectar la calidad, por lo que el productor busca obtener frutos de calidad, y en consecuencia conseguir un buen rendimiento. Los resultados obtenidos en este trabajo no coinciden con Jiménez en (2019), quien, al trabajar en el cultivo de calabacita, menciona que, para obtener frutos de calidad con mayor diámetro polar, donde se utilizó una capacidad de extracción de 1,500 Kg de fertilizante/Ha/año. Sin embargo, los resultados obtenidos coinciden con lo que reportaron Segura *et al.*, 2009 y Contreras *et al.*, 2013, donde mencionan que altas capacidades de extracción afectan la calidad del fruto y por consecuencia se tendrá un bajo rendimiento.

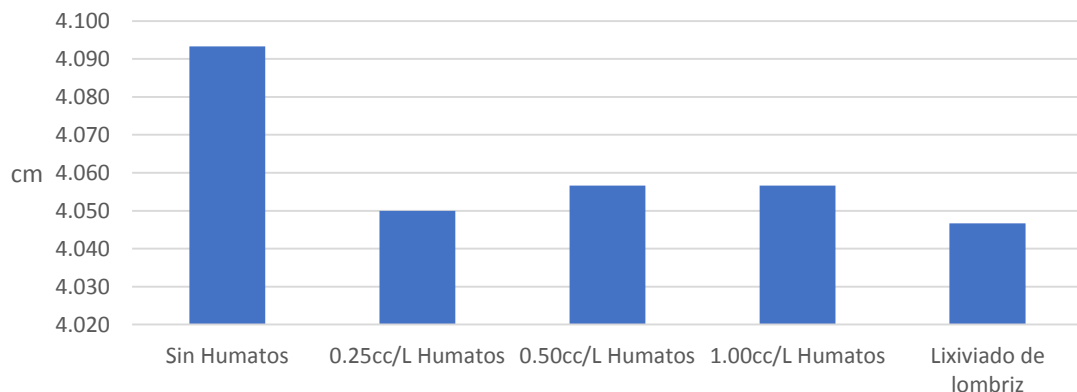


Figura 4.3.1. Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable diámetro polar (DP).

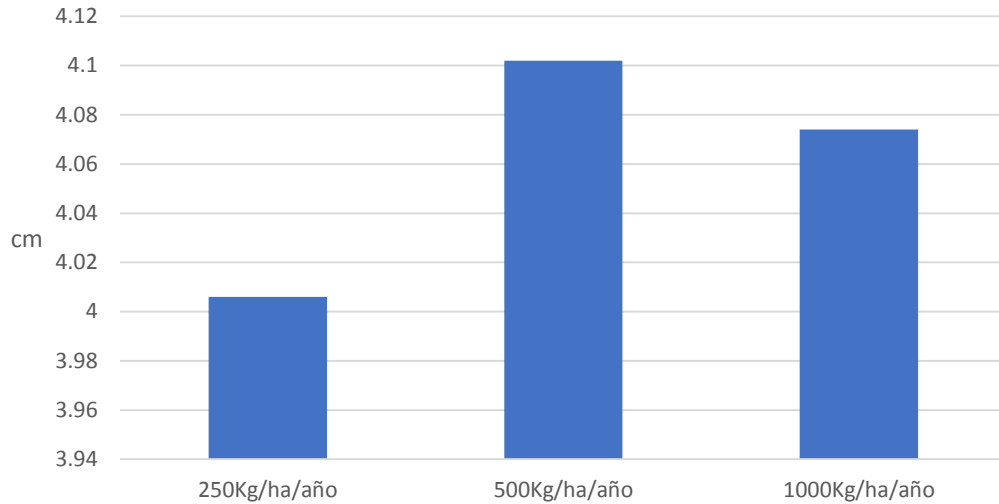


Figura 4.3.2. Respuesta del tomate de cáscara al factor B, (capacidad de extracción de fertilizantes), para la Variable diámetro polar (DP).

Al analizar los resultados de la interacción de los factores A (productos orgánicos), con el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), no se encontró respuesta estadística significativa, lo que demuestra un comportamiento independiente entre los factores y no están relacionados, (Figura 4.3.3). Al comparar numéricamente los tratamientos se obtuvo, que al aplicar el tratamiento con 500 Kg de fertilizante/Ha/año, reportó una media de 4.19 cm de diámetro polar sobresaliendo en un 3.45%, en comparación con el tratamiento de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, que se consideró como el tratamiento testigo, esto demuestra que al aplicar bajas cantidades de fertilizantes, es posible obtener frutos de tomate de cáscara con un diámetro polar considerable, dentro de las características que busca el consumidor. Estos resultados obtenidos, es posible que se deban a que el cultivo de tomate de cáscara no necesita de cantidades altas de fertilizantes para producir frutos con diámetro polar considerable, además de que con esto lograr salinizar el suelo donde se produzca este cultivo.

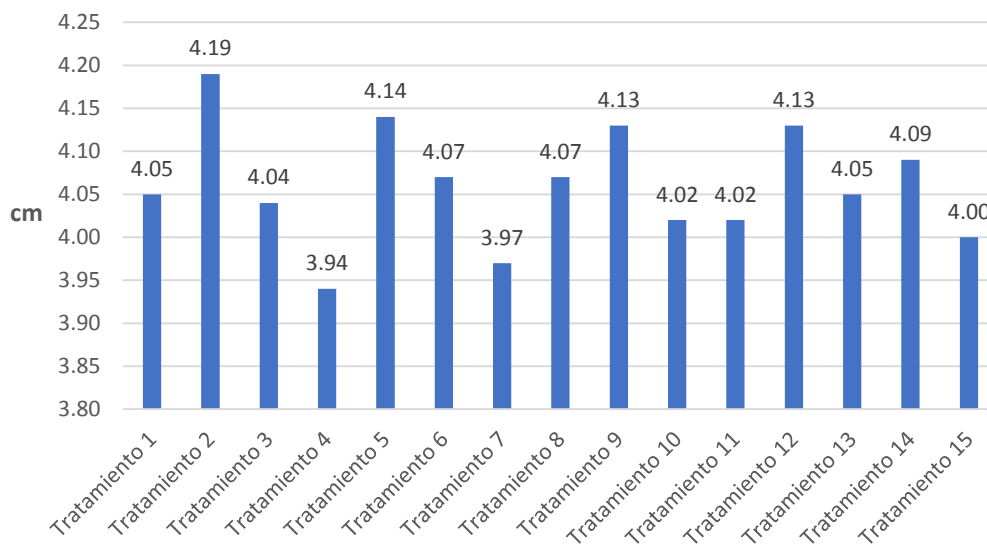


Figura 4.3.3. Valores medios de diámetro polar, de acuerdo con la interacción factor A (productos orgánicos) y factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable diámetro polar (DP).

4.4. Diámetro ecuatorial (DE)

Esta variable es importante, debido a que define de alguna manera la calidad y el tamaño de los frutos, además de que está relacionada con el rendimiento, esto indica de una manera, que los frutos con mayor diámetro ecuatorial obtendrán en consecuencia un mayor peso por su forma ensanchada, influyendo de manera favorable en el rendimiento. Un fruto con mayor tamaño, peso y forma aceptable es más llamativo para el consumidor, debido a que son las principales características del fruto de tomatillo que exige para su compra, por lo que esta variable es importante, ya que el consumidor busca frutos de calidad por su apariencia.

Al realizar el análisis de varianza de los datos, se encontró una respuesta estadística significativa entre tratamientos, lo que indica que son estadísticamente diferentes entre ellos. (cuadro 4.1.1.), esta diferencia estuvo influenciada o determinada principalmente por el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes).

Para el factor A (productos orgánicos), no se obtuvo diferencia estadística significativa, por lo que se considera que la respuesta en todas las dosis aplicadas de Humatos y el lixiviado de lombriz, fueron similares cuando se aplicaron al suelo. Al realizar una comparación porcentual de la respuesta a la aplicación de estos productos orgánicos, se obtuvo que, el testigo donde no se aplicaron Humatos ni lixiviado de lombriz, se obtuvo una media de 4.66 cm, en el diámetro ecuatorial de los frutos, que cuando se aplicó una dosis de 0.25 cc de Humatos/L, reportando una media de 4.73 cm, superando al testigo en tan solo un 1.5%, al aplicar la dosis de Humatos de 0.50 cc/L, se obtuvo un incremento marginal de 0.09 cm, superando al testigo en un 1.9%, además de que supera ligeramente a la dosis de Humatos de 0.25 cc/L en un 0.42%, siendo en consecuencia, la dosis de Humatos, en la que se obtuvo un diámetro ecuatorial mayor, con un valor medio de 4.75 cm; cuando se aplicó una dosis de Humatos de 1.0 cc/L, contrario a lo esperado, se redujo el diámetro ecuatorial del fruto, solo superando al testigo en un 0.85%, y cuando se aplicó lixiviado de lombriz, la respuesta fue mayor que el testigo en un 1.5%, reportando una media de 4.73 cm de diámetro ecuatorial. Esto no coincide con los resultados obtenidos por Alarcón *et al* (2018), quienes, trabajando con tomates, respecto a esta misma variable, encontraron, que la mejor respuesta se obtiene cuando los Humatos son utilizados a dosis más altas, que al usar dosis bajas. Esta diferencia entre los resultados obtenidos en el presente trabajo y el realizado en tomate por Alarcón *et al* (2018), se debe en principio a que son especies diferentes y que probablemente los tipos de suelo hayan influido de alguna manera. Sin embargo, estos resultados coinciden con los reportados por Sibaja (2019), donde trabajando con calabacita Zucchini, menciona que, al manejar dosis bajas de sustancias húmicas, obtuvo un incremento favorable con respecto a la variable de diámetro ecuatorial en los frutos.

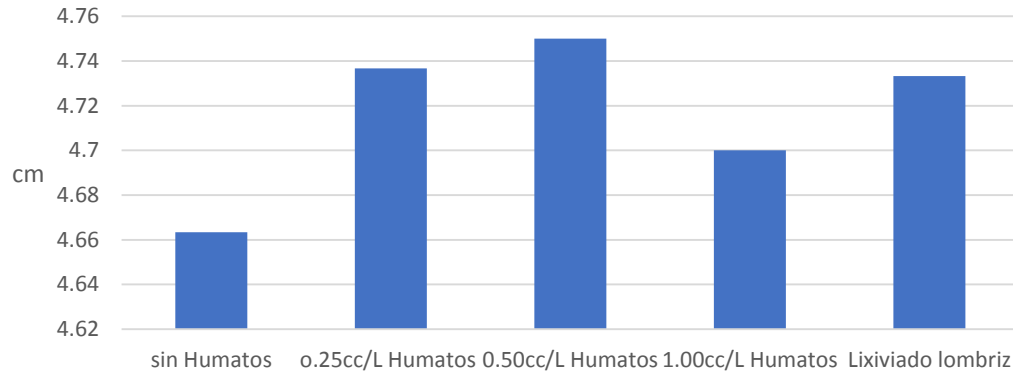


Figura 4.4.1. Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable diámetro ecuatorial (DE).

Al analizar los datos para el factor B (capacidad de extracción de fertilizante), se obtuvo una respuesta estadística significativa, (cuadro 4.1.), lo que indica, la influencia que ejercen las cantidades en que son aplicados los fertilizantes sobre esta variable, tomando como testigo el tratamiento más bajo, en el que se manejó una capacidad de extracción de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, el que reportó una media de 4.63 cm de diámetro ecuatorial, al hacer la comparación porcentual con respecto al testigo, se obtuvo que fue superado por los demás niveles, cuando se aplicaron 500 Kg de fertilizante/Ha/año, superó al testigo en un 2.59%, siendo el mejor resultado, reportando una media de 4.75 cm de diámetro ecuatorial, sin embargo, donde se manejaron 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, este fue ligeramente inferior al mejor valor obtenido, con tan solo un 0.20%, es posible que el resultado reportado, se deba a que, para obtener frutos con diámetro ecuatorial de tamaño satisfactorio para el productor, es necesario proporcionar cantidades de fertilizantes razonables, para un eficiente abastecimiento de nutrientes para la planta y como consecuencia, producir frutos con calidad demandada por el consumidor. Estos resultados coinciden con lo reportado por Pérez (2015), quien menciona que el mejor resultado para la variable diámetro ecuatorial en el cultivo de chile habanero, fue en el que se utilizó fertilización de presembrado y una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año.

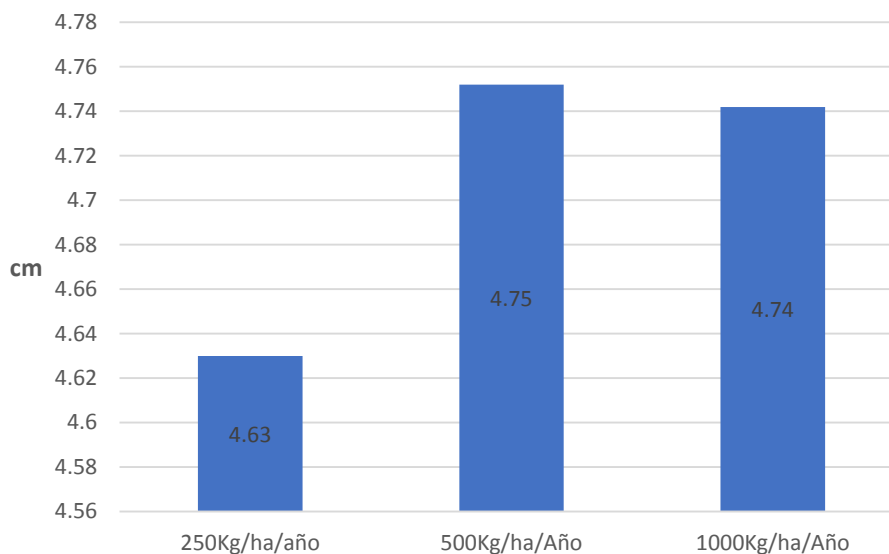


Figura 4.4.2. Respuesta del tomate de cáscara al factor B, (Capacidad de extracción de fertilizantes), para la Variable diámetro ecuatorial (DE).

Para la interacción de los factores A (productos orgánicos), con el factor B (Capacidad de extracción de fertilizante), tampoco se encontró una respuesta estadística significativa, lo que indica que el comportamiento de los factores es independiente, (figura 4.4.3). Sin embargo, al realizar una comparativa porcentual de los resultados, se encontró, que el tratamiento compuesto por Humatos a una dosis de 0.50 cc/L más 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, sobresale de los demás tratamientos con una media de 4.89 cm de diámetro ecuatorial del fruto, superando en un 7% al tratamiento testigo, que registra un media de 4.57 cm de diámetro ecuatorial, (figura 4.4.3). Sin embargo, desde el punto de vista económico, se obtuvieron dos tratamientos que están ligeramente por debajo del mejor resultado, en un 2.04% comparado con el mejor tratamiento, el primer tratamiento que se compone de una dosis de Humatos de 0.25 cc/L más 500 Kg de fertilizante/Ha/año, y el otro tratamiento compuesto con lixiviado de lombriz más 250 Kg de fertilizante/Ha/año, respectivamente, arrojaron una respuesta similar con una media de 4.79 cm, por lo que, resulta más conveniente para el productor, utilizar en la practica el tratamiento donde se utilizó lixiviado de lombriz más 250 Kg de

fertilizante/Ha/año, debido a que al aplicar menores cantidades de fertilizante, es posible obtener frutos con un diámetro ecuatorial aceptable para el consumidor, esto tal vez se deba a que con bajas concentraciones de fertilizantes, la planta de tomatillo es capaz de producir un mayor número de semillas en el fruto, ayudando con esto a que el tomatillo genere más pulpa, por lo que se tendrá en consecuencia un aumento en tamaño y en el peso, además de que también se evitará la acumulación de altas concentraciones de sales en el suelo, que pueden llegar a afectar la producción, además de que este tratamiento, al estar compuesto de lixiviado de lombriz, puede llegar a provocar un efecto benéfico en la estructura del suelo, ayudando con esto a favorecer un uso eficiente de los fertilizantes y con esto obtener una respuesta favorable en lo que corresponde al diámetro ecuatorial en el fruto del tomate de cascara. Estos resultados coinciden con lo mencionado por Nostoc, (2017), donde afirma que el lixiviado de humus de lombriz aumenta la capacidad de extracción de nutrientes por las plantas, proporcionándole un mayor porte y vigor, además de que, el lixiviado contiene los mismos microorganismos que se encuentran en el humus sólido, causando beneficios similares con un efecto más visible y rápido que el humus sólido.

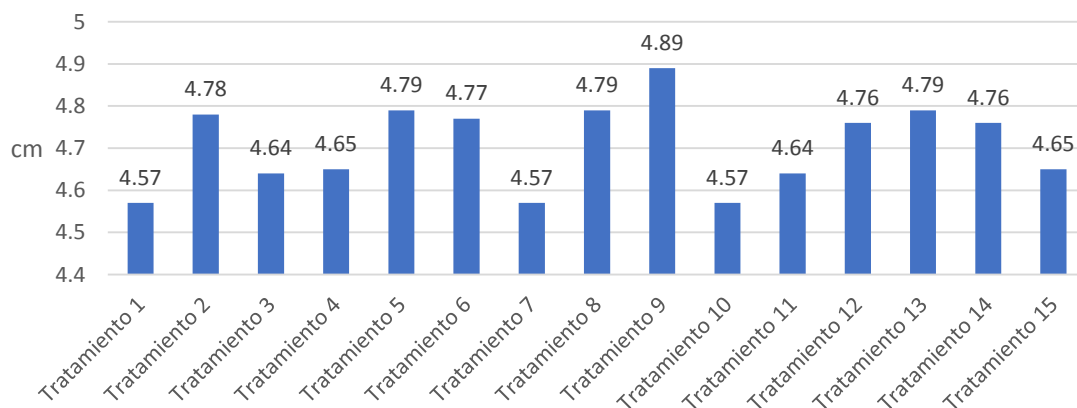


Figura 4.4.3. Valores medios de diámetro ecuatorial, de acuerdo con la interacción factor A (productos orgánicos) y factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable diámetro ecuatorial (DE).

4.5. Diámetro de tallo (DT)

Esta variable es importante, ya que es parte fundamental de la planta, un tallo de mayor diámetro permitirá que la planta tenga un mejor soporte para la carga de frutos, así como ser capaz de soportar factores ambientales como lluvias fuertes o vientos de velocidad considerable, además de que el tener un mayor diámetro, permitirá que los sistemas de conducción de agua y nutrientes sean capaces de provocar un buen desarrollo y crecimiento en las plantas, por lo que permitirá tener en consecuencia un incremento en el número de tallos secundarios para una mayor producción de flores y en consecuencia un buen rendimiento y calidad de frutos.

Al realizar el análisis de varianza no se encontró una respuesta significativa entre tratamientos, lo que significa que todos los tratamientos son estadísticamente iguales, (cuadro 4. 1.1.).

Para el factor A (productos orgánicos), no se tuvo diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las dosis empleadas de Humatos y lixiviado de lombriz son similares en su respuesta al aplicarlas al suelo, (figura 4.5.1). Al realizar una comparación porcentual de la respuesta a la aplicación de estos productos orgánicos, se obtuvo que, tomando como testigo, al nivel donde no se manejaron Humatos, ni lixiviado de lombriz, se registra una media de 1.94 cm de diámetro en el tallo, mientras que al aplicar una dosis de Humatos de 0.25 cc/L, se incrementó el diámetro del tallo con 1.99 cm, superando al testigo en un 2.58%, al aplicar una dosis de Humatos de 0.50 cc/L, reportó una media de 2.05 cm, superando al testigo en un 5.67%, al utilizar la dosis de lixiviado de lombriz, supero al testigo en un 4.64%, sin embargo cuando se utilizó una dosis de Humatos de 1.0 cc/L, se obtuvo una media de 2.06 cm de diámetro de tallo, superando al testigo en un 6.18%, obteniendo la mejor respuesta de acuerdo a esta variable, superando ligeramente las dosis donde se aplicaron Humatos a una dosis de 0.50 cc/L y el lixiviado de lombriz, estos fertilizantes orgánicos ayudarán a recuperar el suelo agrícola donde se cultiva, además de que no son costosos y se obtienen

buenos resultados en lo que respecta al diámetro en el tallo. Estos resultados coinciden con los reportados con Chen y Aviad (1990), quienes, al trabajar con tomate, mencionan que las sustancias húmicas y fúlvicas naturales estimulan el crecimiento de los tallos de varias especies cuando se aplican con soluciones nutritivas en diversas concentraciones.

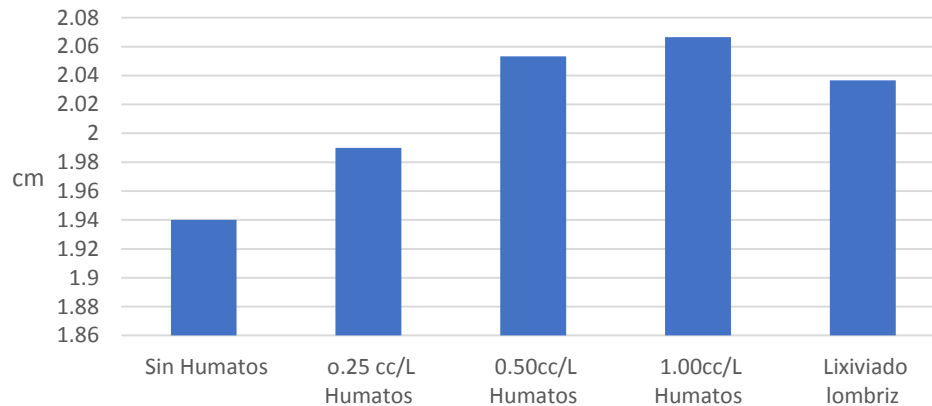


Figura 4.5.1. Respuesta del tomate de cáscara al factor A (productos orgánicos), para la variable diámetro tallo (DT).

Para el factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), no se obtuvo una diferencia estadística significativa, por lo que se considera que todas las capacidades de extracción empleadas, son similares en su respuesta, (figura 4.5,2). Al hacer una comparación porcentual con respecto al testigo, tomando la capacidad de extracción más baja de 250 Kg de fertilizante/Ha/año, reportó una media de 2.01 cm de diámetro de tallo, mientras que al aplicar 500 Kg de fertilizante/Ha/año, superó al testigo en un 1.97%, siendo la capacidad de extracción con los mejores resultados, obteniendo valores de diámetro de tallo de 2.05 cm, cuando se manejó una capacidad de extracción de 1,000 Kg de fertilizante/Ha/año, en el que se obtuvo una media de 1.98 cm, reportando los resultados más bajos en un 1.49%, solo por debajo del testigo. Sin embargo, desde el punto de vista económico, resulta más favorable para el desarrollo de tomate de cáscara el aplicar una capacidad de extracción de 500 Kg de

fertilizante/Ha/año, ya que a bajas dosis se obtuvo un buen desarrollo de diámetro de tallo, esto es probable debido a que, con bajas cantidades de fertilizantes, se suministran los nutrientes necesarios que permitan obtener un mayor crecimiento en el tallo, además de que al utilizar bajas cantidades de fertilizante, se reduce el impacto negativo de estos por la contaminación del manto freático, así como reducir los costos de producción.

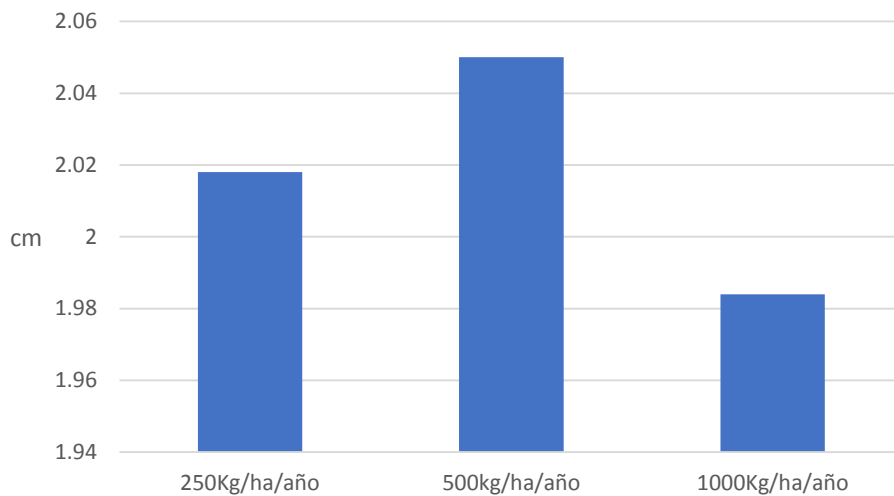


Figura 4.5.2. Respuesta del tomate de cáscara al factor B, (Capacidad de extracción de fertilizantes), para la Variable diámetro de tallo (DT).

Para la interacción del factor A (productos orgánicos), con el factor B (capacidad de extracción de fertilizantes), tampoco se encontró respuesta estadística significativa, lo que indica un comportamiento independiente entre los factores. Sin embargo, numéricamente se tienen dos tratamientos que sobresalen del testigo en un 4.93%, un tratamiento se compone por una dosis de Humatos de 0.50 cc/L más 500 Kg de fertilizantes/Ha/año, el otro tratamiento está conformado por lixiviado de lombriz más 500 Kg de fertilizantes/Ha/año, reportando ambos tratamientos una media de 2.13 cm de diámetro de tallo, por lo que, desde el punto de vista económico para el productor, no resulta conveniente aplicar altas cantidades de fertilizantes para obtener un tamaño adecuado del diámetro de tallo, ver (figura 4.5.3). El tratamiento donde se aplicó

Lixiviado de lombriz más 250 Kg de fertilizante/Ha/año de fertilizante, se obtuvo uno de los mejores resultados, ya que, al ser una baja concentración de fertilizante hace suponer que el cultivo de tomate de cascara no requiere de grandes cantidades de fertilizante para lograr un tallo de diámetro considerable, para obtener una buena producción, este tratamiento también se compone de lixiviado de lombriz, el que se sabe ayuda de gran manera los microorganismos del suelo, provocando un buen crecimiento de raíces y en consecuencia en el tallo, al tener un mejor aprovechamiento de los fertilizantes.

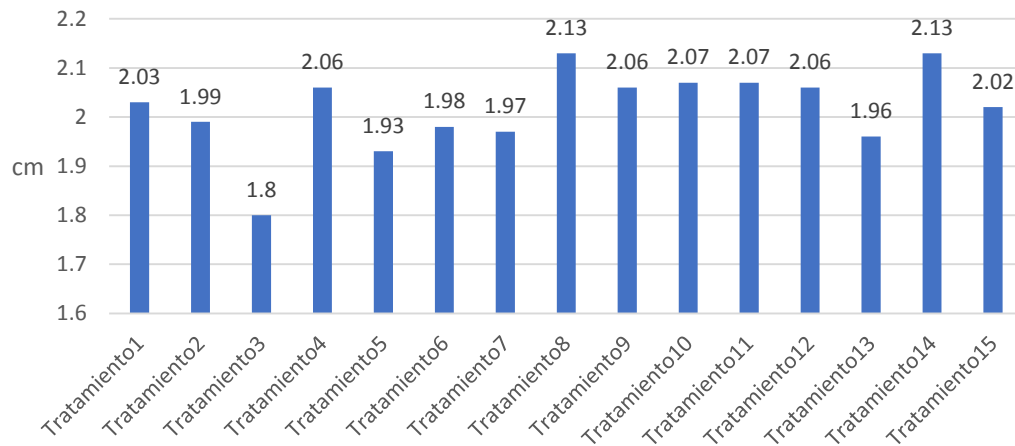


Figura 4.5.3. Valores medios de diámetro de tallo, de acuerdo con la interacción factor A (productos orgánicos) y factor B (Capacidad de extracción de fertilizantes), para la variable diámetro de tallo (DT).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Con base en los resultados obtenidos anteriormente en el experimento realizado se puede concluir lo siguiente:

Al usar cantidades de 500 Kg de fertilizante/Ha/año, es posible obtener rendimiento y calidad satisfactorios en el cultivo de tomate de cáscara, ayudando además a evitar la salinización del suelo, aplicando un manejo racional de los fertilizantes.

La reducción de las dosis de fertilizantes químicos apoyados con el uso de productos orgánicos en la nutrición permite bajar el costo de los insumos, además de reducir el impacto ecológico negativo, por no aplicar un exceso de fertilizantes, que llevan a la contaminación de los mantos freáticos, ríos, lagos, etc.

El aplicar productos orgánicos como Humatos y lixiviado de lombriz en bajas dosis, resulta benéfico para obtener un incremento en la producción del tomatillo, lo que beneficia las características físico-químicas del suelo y disminuye costos en la producción.

Es recomendable realizar un análisis de suelos, para aportar a la planta solo los nutrientes que necesita, utilizando cantidades adecuadas de fertilizante, además de suplementar con productos orgánicos, para cuidar y reparar el uso de suelo.

VI. LITERTURA CITADA

- Agrios, G. N. 1996. Fitopatología. Segunda edición. Editorial Limusa. México, D. F.
- Aguado, M.C. 1991. Determinación del periodo crítico de competencia entre la maleza y el cultivo de tomate de cáscara. Tesis de licenciatura. Departamento de fitotecnia. UACH. Chapingo, México.
- Alarcón, Z. A., Barreiro, E. P, Boicet, F. T., Ramos, L. J. A. 2018. Influencia de ácidos húmicos en indicadores bioquímicos y físico - químicos de la calidad del tomate. Universidad de Oriente, Revista cubana de Química, vol. 30, núm. 2, mayo-agosto, pp. 243-255.
- 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 postugrados, 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.
- Cartujano, E.F. 1984. Desarrollo y fenología de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot). Variedad rendidora en la región de Zacatepec Morelos, desarrollo de la parte aérea, en base a los muestreos destructivos. Tesis Profesional. UACH. Chapingo, México.
- Calderón, F. 1989. El cultivo hidropónico. Manual práctico. Publicidad Artes-Graficas, Diseño. Bogotá Colombia.
- Chen, Y. and T. Aviad. 1990. Effect of humic substances on plant growth, In humic substances in soil and Crop Sciences: "selected readings". Eds. C. E. Mac Carthy, R. L. Clapp, P. Malcolm and P.R. Bloom, Wisconsin, USA, pp 161-186.

- FAO.2005. características relevantes de la agricultura Orgánica. Food and Agriculture Organization of United Nations 17 p.
- Garandilla, J. Martínez, F. calavero, B, J. 2001. Lombricultura uso y manejo del humus. Boletín resumen II congreso Iberoamericano de Química y Física Ambiental. P. 150.
- García, O. H. T., Escobedo. B. L., Robledo. T. V., Benavides. M. A y Ramírez. G. F. 2015. Germinación y micropropagación de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*). Revista mexicana de ciencias agrícolas pub. Esp. Núm. 12. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.
- García, S. P, Lucena, M. J. J, Ruano, C. S. Nogales, G. M. 2009. Guía práctica de la fertilización racional de los cultivos en España. Programa de estudios del ministerio del medio ambiente y medio rural y marino. B & H Editores-Miguel Iguarta Pascual. V. A. impresores, S. A. España. PP. 23-24.
- Groos, G. 1986. El humus base de la fertilidad de los suelos y sostén de la vida microbiana. Boletín de la corporación nacional de los fertilizantes. Mundi – prensa. Madrid, España. Pp. 36-46.
- INTAGRI. 2020. Cultivo de tomate verde. Serie Hortalizas, Núm. 23. Artículos técnicos de (INTAGRI) instituto para la innovación tecnológica en la agricultura. México. 3 p.
- INTAGRI. 2017. Uso de Sustancias Orgánicas en la Fertiirrigación. Serie Agricultura Orgánica Núm. 09. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. 5 p.
- INPOFOS. 2001. Instituto de la potasa y el Fósforo. Verdades y mitos sobre la materia orgánica y los abonos orgánicos. Informaciones agronómicas 5 (1): 4-5.
- Pérez, J. S. 2015. Capacidad de extracción de fertilizante del chile habanero (*Capsicum chinense* L) Var Jaguar. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp 30-57.
- Peña, L. A; Márquez, S. F. 1991. Mejoramiento genético del tomate de cáscara. Revista Chapingo. Serie horticultura. Chapingo, México.
- Peña, L. A.; Santiaguillo, H. J. F. 1999. Variabilidad genética del tomate de cáscara en México. Boletín técnico Núm. 3. Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 26p.

- Reyes F. g. 2002. Revista de Panorama Agropecuario de Sinaloa.
- Rodríguez, N. francisco. 2017. Sustancias húmicas: origen, caracterización y uso en la agricultura. Serie nutrición vegetal. Núm. 47. Artículos técnicos del Instituto para la innovación tecnológica en la agricultura (INTAGRI). México. 7 p.
- Romero, C. S. 1988. Hongos fitopatógenos. Patronato Universitario. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Saray, M.C.R. y Loya. R.J. 1977. El cultivo del tomate de cáscara en el Edo. De Morelos. Revista campo. México.
- 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. y Loya. R.J. 1978. El cultivo del tomate de cáscara en el Edo. De Morelos. Revista campo. México.
- Saray, M.C.R. 1982. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cáscara (*physalis ixocarpa Brot.*). tesis de Maestría C.P. Instituto de Investigaciones Agrícolas. Circular CIAMEC. No. 109. México.
- SARH, 1978. El cultivo de tomate de cáscara en el estado de hidalgo. Editorial Instituto de Investigaciones Agrícolas. Chapingo, México.
- Sánchez, M. J., Padilla, G.J. M., Bojórquez, M. B. A, Arriaga, R.M. C., Arellano, R. L. J., Sandoval, I. E. y Sánchez, M.E. 2006. Tomate de cáscara cultivado y silvestre del occidente de México. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación (SAGARPA). Guadalajara, jalisco, México. 176p.
- Santiaguillo, H. J.F., Blas, Y.S. 2009. Aprovechamiento tradicional de las especies de *physalis* en México. Revista de geografía agrícola, Núm. 43. Universidad Autónoma Chapingo Texcoco, México. Pp. 81-86.
- Segura, M. L., Contreras, J. I., Salinas, R. and Lo M, T. 2009. Influence of Salinity and Fertilization Level on Greenhouse Tomato Yield and Quality. *communications in Soil Science and Plant Analysis*, 40: 485-497.
- Sibaja, G. M.J. 2019. Nutrición completa de calabacita Zucchini (cucúrbita pepo L) y su efecto con fuentes organominerales tomando en cuenta la capacidad de extracción de fertilizantes. Tesis de Licenciatura.

- Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. pp 35-55.
- Smith R. y Jiménez 1999, producción de tomatillo en california, University of California-División of Agriculture and Natural Resources Publication 7246- Spanish. Centro de Información e Investigación de Hortalizas serie de Producción de Hortalizas.
- Stevenson, F. j. 1994. Humus Chemistry: Genesis, Composition, Reactions, 2^a ed. John Wiley & Sons, New York, U.S.A. 495 p
- López, C.J.Y; Martínez, G.G. A; Gonzáles, C.M. 2016. Desarrollo de nuevos productos derivados del tomate de cáscara como alternativa para aumentar la rentabilidad de los sistemas productivos en comunidades rurales de Oaxaca. Oaxaca, México.
- Martínez, D.M.L. 1998. Revision of *Physalis* Section *Epeteiorhiza* (Solanaceae). Anales del Instituto de biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica 69 (2): 71-117.
- Metcalf, C. L y W. P. Flint. 1965. Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y su control. Editorial. CECSA. México.
- Mengesha W. K., Gill W. M., Powell S. M., Evans K.M. 2017. A study of selected factors affecting efficacy of compost tea against several fungal pathogens of potato. Journal of Applied Microbiology 1-16.
- Moreno; torres. 1996. Evaluación de fertilizantes orgánicos en tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot.) variedad de CHF1- Chapingo. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. México.
- Vargas, P.O; Valdivia, M. L.E; Sánchez, M. J.2015. potencial alimenticio de los tomates de cáscara (*physalis* spp.) de México. Centro universitario de ciencias biológicas y agropecuarias, Universidad de Guadalajara, camino Ramon Padilla Sánchez #2100, C.P. 45100, Nextipa, Zapopán, jalisco, México.
- Verdejo, R.R. 1987. Caracterización de la Variedad "Rendidora" (*Physalis Ixocarpa* Brot) para su mejoramiento genético en Capingo, México. Tesis de licenciatura. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias agrícolas. Córdoba, Veracruz. México.

CITAS DE INTERNET

Smattcom.com, precio agrícola de tomatillo, (Consulta 5 de julio del 2021. 7:15 a.m.)

<https://smattcom.com/precio-productos-agricolas/precio-tomatillo>

SIAP, 2018. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Cultivo de tomate de cáscara. México. (Consultado 2 de diciembre del 2019: 1:15 p.m.)

<https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>

SNICS, 2013. Servicio nacional de inspección y certificación de semillas. México. (Consultado 15 agosto del 2020: 11:35 a.m.)

<https://www.gob.mx/snics/prensa/para-2013-seguira-impulsando-proyectos-el-snics>

Características del lixiviado humus de lombriz, 19-07-2021: 2:30 p.m.

<https://humusdelombriz.com.mx/sustratos-organicos/lixiviado-humus-liquido/caracteristicas-del-lixiviado-humus-de-lombriz-liquido-en-monterrey/>

Nostoc. 2017. Humus líquido: comparativa, humus líquido y humus sólido (en línea). Madrid- España. (Consultado 18 de agosto del 2021). Formato ficha informativa.

Disponible en: <https://nostoc.es/producto/abono-humus-liquido>