



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

INGENIERÍA AGRÍCOLA TROPICAL

PRODUCCIÓN DE TOMATE DE CÁSCARA
(Physalis ixocarpa Brot.)

USANDO LOMBRICOMPOSTA Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA.

TESIS

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO AGRÍCOLA TROPICAL**

PRESENTA:

JOSÉ EDUARDO RIVADENEYRA MANZANILLA

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO 2022



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN

Campus Loma Bonita

La presente tesis titulada “**PRODUCCIÓN DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) USANDO LOMBRICOMPOSTA Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA**”, presentada por el pasante **JOSÉ EDUARDO RIVADENEYRA MANZANILLA**, bajo la dirección del **DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES** ha sido aprobada por la comisión revisora y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÍCOLA TROPICAL

JURADO REVISOR

DR. ROGELIO ENRIQUE PALACIOS TORRES
DIRECTOR DE TESIS

DRA. ANA ROSA RAMÍREZ
SEAÑEZ

DR. JOSÉ ANTONIO YAM TZEC

LOMA BONITA, OAXACA, MÉXICO 2022



Universidad del Papaloapan

FECHA:	22 de Marzo del 2022
ÁREA:	Vice-Rectoría Académica
OFICIO NÚMERO:	UNPA/VRA/072/2022
ASUNTO:	Autorización de Impresión de tesis.

**C. JOSE EDUARDO RIVADENEYRA MANZANILLA
PRESENTE:**

En base al artículo 120 del reglamento de alumnos, por medio de la presente se aprueba la impresión de la tesis titulada **“PRODUCCION DE TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa Brot.*) USANDO LOMBRICOMPOSTA Y FERTICIZACION QUIMICA”** así como la programación del examen profesional bajo la dirección del Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres.

Sin más por el momento aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente.
terra ubérrima, mens aperta
Bou Lo-tama, chi jí jú

MC. HÉCTOR LÓPEZ ARJONA
Vice-Rector Académico.



C.c.p. Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres Jefe de Carrera de la Ingeniería agrícola Tropical
C.e.p. L.P. Yesenia Barrientos Arenal. Jefa del Departamento de Servicios Escolares
C.e.p. Archivo.

OAXACA

Campus Loma Bonita
Av. Ferrocarril S/N, Col. Ciudad Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca C.P. 68400
Tel/Fax: 01 281 672 92 30

www.unpa.edu.mx

Campus Turispec
Circuito Central N° 200, Col. Parque Industrial C.P. 68301
Tel/Fax: 01 281 675 9240



UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN
CAMPUS LOMA BONITA

Oficio No. JCIAT/39/22

Loma Bonita, Oaxaca a 22 de marzo de 2022

M.E. YESENIA BARRIENTOS ARENAL
JEFA DEL DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
PRESENTE

Por este medio le comunico que la Jefatura de Carrera a mi cargo ha designado como jurado del proyecto de tesis titulado **"PRODUCCIÓN DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) USANDO LOMBRICOMPOSTA Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA"**, para examen de titulación del egresado **C. JOSÉ EDUARDO RIVADENEYRA MANZANILLA**, a los profesores:

Presidente: Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez
Secretario: Dr. José Antonio Yam Tzec
Vocal: Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres

Como suplentes:
Dra. Maribel Reyes Osornio
Dr. José Orbelin Gutiérrez Hernández

Sin más por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

"Terra Uberrima, mens aperta"
Bou Lo tama Chj Ji Jú

Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres
Jefe de la Carrera de Ingeniería Agrícola
Tropical



Vo.Bo

M.C. Héctor López Arjona
Vice-Rector Académico

c.c.p. Archivo

Universidad del Papaloapan. **Campus Loma Bonita**, Av. Ferrocarril s/n, Col. Cd. Universitaria, Loma Bonita, Oaxaca.
C.P. 68400. Tel: 01 (281) 87 2 92 30
www.unpa.edu.mx

AGRADECIMIENTOS

Agradezco enormemente a mi **madre**, que siempre me ha apoyado desde el inicio de mis estudios para obtener el grado académico que hoy he alcanzado.

A la **Universidad del Papaloapan**, por brindarme las herramientas necesarias para formarme como el profesional del campo que hoy en día soy.

A todos mis maestros por apoyarme y brindarme un poco de sus conocimientos, para que yo pueda de esta manera ampliar mis conocimientos y poder sobre salir en el campo laboral donde me desarrollo.

Al **Dr. Rogelio Enrique Palacios Torres** el cual me ha apoyado enormemente en mi paso por esta bella institución, por apoyarme en mi investigación y por asesorarme en cada momento.

Al **Dr. Hipólito Hernández Hernández** por brindarme los conocimientos básicos sobre la nutrición de los cultivos, conocimientos que me han sido de gran ayuda en mi vida laboral.

Al **Dr. José Antonio Yam Tzec** el cual me apporto los conocimientos matemáticos para poder entender muchos fenómenos de la vida cotidiana y que sin sus conocimientos pasaría por alto.

A la **Dra. Ana Rosa Ramírez Seañez** que sin su ayuda no podría comprender de la manera que hoy comprendo el buen uso de los sistemas de riego y la distribución del agua en las parcelas donde he podido trabajar.

A la **M.C. Gabriela Díaz Félix**, por enseñarme el uso adecuado de las estaciones meteorológicas y su interpretación, para poder aplicarlo eficientemente en mi vida profesional.

Al **M.C. Santiago Pérez Ocampo**, que me ha estado apoyando enormemente en mi vida tanto profesional y personal para ser una mejor persona, compartiendo sus conocimientos, enseñándome e instruyendo para dar lo mejor de uno a cada momento, **GRACIAS**.

A cada uno de los maestros y compañeros que han influenciado en mi vida profesional, académica o laboral, gracias por apoyarme y brindarme su confianza estaré eternamente agradecido con ustedes, **jamás los olvidaré**.

DEDICATORIA

La presente investigación se la dedico con mucho cariño a mi madre la **Sra. Dolores Manzanilla Rodríguez**, persona que me ha estado apoyando en todo momento para verme ser el profesional del campo que hoy en día soy, por haber puesto su confianza en mí, ayudándome de esta manera a lograr alcanzar mis objetivos y propósitos en la vida, que los ejemplos de superación de su vida los he tomado y he podido implementarlos para bien, logrando llegar hasta donde estoy hoy en día.

A mi prima **Ariana Abad Manzanilla** que, sin ella, sus motivaciones y su apoyo han logrado que hoy en día este en el sitio donde me encuentro.

A mi **familia** que me apoyo desde lejos motivándome a seguir estudiando y luchando por lo que me he propuesto, por su ayuda moral y económica que me han brindado para poder seguir con mis estudios.

A mis **compañeros** que sin ellos hubiera sido más difícil mi paso por la Universidad de lo que fue, por brindarme su confianza durante estos 5 años para poder cumplir mis metas personales, gracias por todo chicos, los echaré mucho de menos.

Más que mis compañeros son parte de mi historia personal de superación.
Jonathan Martínez Conde, Alexis Trejo Cano, Luis Alberto Rodríguez, Juan Santiago Aguirre, Itamar Chareo Benítez, Rodolfo Núñez Aguilera, Rolando Viveros Jiménez, Benito de Jesús Cristino.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	IV
DEDICATORIA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
INDICE DE TABLAS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT	VX
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVO GENERAL.....	3
2.1. Objetivos Específicos	3
3. HIPÓTESIS	4
4. REVISIÓN LITERATURA.....	5
4.1. Generalidades del cultivo de tomate de cáscara.....	5
4.3. Clasificación taxonómica.....	6
4.4. Descripción botánica del cultivo del tomate de cáscara.....	6
4.4.1. Raíz.....	7
4.4.2. Tallo	7
4.4.3. Hojas.....	7
4.4.4. Flores	7
4.4.5. Corolas.....	8
4.3.6. Cáliz	8
4.4.6. Frutos.....	8
4.4.7. Semilla	9
5. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO.....	10
5.1. Barbecho.....	10

5.2. Rastreo.....	10
5.3. Surcado.....	10
5.4. Trasplante	10
5.5. Densidad de trasplante	11
5.6. Control de malezas	11
5.7. Fertilización	12
5.8. Envarado.....	12
5.9. Riegos.....	13
6. ENFERMEDADES	14
6.1. Enfermedades fungosas	14
6.2. Mancha foliar (<i>Cercospora physalidis</i>)	14
6.3 Pudrición del tallo.....	15
6.4. Secadera.....	16
7. ENFERMEDADES BACTERIANAS	17
7.1. Mancha bacteriana.....	17
8. VIROSIS.....	19
9. PLAGAS	20
9.1. Minador de las hojas (<i>Liriomyza trifolii</i>)	20
9.2. Gusano del fruto (<i>Chloridae subflexa</i>).....	21
10. IMPORTANCIA DEL TOMATE DE CÁSCARA	23
11. AGRICULTURA CONVENCIONAL	24
12. AGRICULTURA ALTERNATIVA	26
13. EL VALOR DE LA LOMBRICOMPOSTA EN LA AGRICULTURA ORGÁNICA	28
13.1. Ácidos húmicos y fúlvicos de la lombricomposta	29

14. MATERIALES Y MÉTODOS	31
14.1. Localización del experimento	31
14.2. Material vegetativo	31
14.3. Siembra.....	31
14.4. Trasplante	31
14.5 Sistema de riego	32
14.6. Envarado.....	32
14.7. Control de plagas y enfermedades.....	32
14.8. Tratamientos y diseño experimental.....	33
14.9. Variables de respuesta.....	35
14.9.1. Floración	35
14.9.2. Amarre del fruto	35
14.9.3. Número de botones florales	35
14.9.4. Número de flores en plantas	36
14.9.5. Diámetro del tallo (mm).....	36
14.9.6. Diámetro ecuatorial del fruto (mm).....	36
14.9.7. Largo del fruto (mm).....	37
14.9.8. Pesos del Fruto (g).....	37
14.9.9. Rendimiento del cultivo (g).....	37
14.9.10. pH	37
14.10.11. Solidos solubles totales.....	38
15. ANÁLISIS DE DATOS	39
16. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
16.1. Días a floración	40
16.2. Amarre del fruto.....	43
16.3. Número promedio de botones florales	46
16.4. Número promedio de flores.....	49

16.5. Diámetro del tallo (mm).....	52
16.6. Diámetro ecuatorial del fruto (mm).....	55
16.7. Diámetro polar del fruto (mm)	58
16.8. Peso del fruto (g).....	61
16.9. Rendimiento (g).....	64
16.10. pH.....	67
16.11. Sólidos solubles totales (SST) o (°Bx) del fruto.....	70
17. CONCLUSIONES.....	72
18. LITERATURA CITADA.....	74
19. ANEXOS	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. Días a floración de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación del 3 al 22 de agosto del 2019.....	42
Figura 3. Porcentaje de plantas con frutos amarrados de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en los tratamientos evaluados. Periodo de evaluación del 14 al 27 de agosto del 2019.....	45
Figura 4. Amarre de fruto total de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación del 14 al 27 de agosto del 2019.....	45
Figura 5. Número promedio de botones florales totales de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita Oaxaca. periodo de evaluación 28/08/19 – 16/10/19.....	48
Figura 6. Número promedio de flores por tratamiento de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación 28/08/19 – 16/10/19.....	51
Figura 7. Diámetro del tallo promedio por tratamiento de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación 28/08/19 – 16/10/19.....	54
Figura 8. Diámetro ecuatorial promedio del fruto, de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en Loma Bonita, Oaxaca.....	57
Figura 9. Diámetro polar promedio del fruto de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.). Loma Bonita, Oaxaca.....	60
Figura 10. Peso promedio de frutos en los cuatro cortes de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) Loma Bonita, Oaxaca.....	63
Figura 11. Rendimiento total de las plantas (g) por tratamientos de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) Loma Bonita, Oaxaca.....	66

Figura 12. pH promedio de los frutos obtenidos en cada uno de los tratamientos donde se analizó esta variable en los tres últimos cortes del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Loma Bonita, Oaxaca. 69

Figura 13. Sólidos solubles totales promedio de los frutos obtenidos en cada uno de los tratamientos donde se analizó esta variable en los tres últimos cortes del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Loma Bonita, Oaxaca. 72

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Número promedio de botones florales en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) por tratamiento. Datos tomados en cada uno de los muestreos vegetativos de la planta, hasta la llegada de la primera cosecha.....	48
Tabla 2. Número promedio de flores por planta de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) por tratamiento. Datos tomados en cada uno de los muestreos vegetativos de la planta, hasta la llegada de la primera cosecha.....	51
Tabla 3. Diámetro promedio del tallo por planta en los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.), datos tomados en cada uno de los muestreos vegetativos de la planta hasta la llegada de la primera cosecha. ...	54
Tabla 4. Diámetro ecuatorial promedio del fruto (mm) de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en cuatro cortes, en los tratamientos evaluados en Loma bonita, Oaxaca.	57
Tabla 5. Diámetro polar promedio del fruto (mm) de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en cuatro cortes de los tratamientos evaluados.	60
Tabla 6. Peso promedio del fruto (g) de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en cuatro cortes en los tratamientos evaluados.	63
Tabla 7. Rendimiento total por corte (g) de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en cuatro cortes en los tratamientos evaluados.	66
Tabla 8. pH promedio en frutos de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en tres cortes en los tratamientos evaluados.	69
Tabla 9. Sólidos Solubles Totales promedio (SST) o grados Brix en frutos de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) en tres cortes en los tratamientos evaluados.	72

PRODUCCIÓN DE TOMATE DE CÁSCARA
(*Physalis ixocarpa* Brot.)
USANDO LOMBRICOMPOSTA Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA

José Eduardo Rivadeneyra Manzanilla

RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en las instituciones de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita, específicamente en el campo experimental del departamento de Ingeniería Agrícola Tropical, ubicada en la ciudad de Loma Bonita Oaxaca México, en el ciclo de que corresponden a los meses de Agosto- Noviembre del año 2019, el objetivo del experimento es determinar si los tratamientos orgánicos lombricomposta tienen un impacto similar o mejor que los tratamientos químicos (N-P-K) en la calidad de los frutos de tomate de cáscara y en el rendimiento de este, evaluando las siguientes variables: Días a floración, Amarre de frutos, Diámetro del tallo, Diámetro ecuatorial/polar, Rendimiento por tratamiento, pH, y Grados Brix, para este experimento se utilizó un diseño experimental completamente al azar utilizándose las variables antes mencionadas, para determinación de los valores estadísticos de cada variable se utilizó una prueba de medias de Tukey y un análisis de varianza con significancia del ($p \leq 0.5$) mediante el programa estadístico InfoStat en su versión 2018.

Palabras claves: Calidad física y química del fruto, fertilización orgánica, rendimiento, tomate de cáscara.

**PRODUCTION OF HUSK TOMATO
(*Physalis ixocarpa* Brot.)
USING VERMICOMPOST AND CHEMICAL FERTILIZATION**

José Eduardo Rivadeneyra Manzanilla

ABSTRACT

The research work was developed in the institutions of the Universidad of Papaloapan Campus Loma Bonita, specifically in the experimental field of the Tropical Agricultural Engineering department, located in the city of Loma Bonita Oaxaca Mexico, in the cycle corresponding to the months of August-November 2019, the objective of the experiment is to determine if the organic vermicompost treatments have a similar or better impact than the chemical treatments (N-P-K) in the quality of the fruits of tomato shell and in the yield of this, evaluating the following variables: Days to flowering, Fruit tie, Stem diameter, Equatorial/polar diameter, Yield per treatment, pH, and Brix degrees, for this experiment a completely randomized experimental design was used using the variables mentioned above, for determination of the statistical values of each variable a Tukey's test of means and an analysis of variance with significance of ($p \leq 0.5$) using the statistical program InfoStat in its 2018 version.

Key words: Physical and chemical quality of the fruit, organic fertilization, yield, tomato peel.

Revision of abstract by: JEFA DEL CENTRO DE IDIOMAS, UNIVERSIDAD DEL PAPALOAPAN, CAMPUS LOMA BONITA.

CHERYL LINN GAD

Date: March 22th, 2022.

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) planta de la familia solanácea originaria y domesticada en México ha tomado gran importancia entre las hortalizas cultivadas en nuestro país (Santiaguillo-Hernández y Blas-Yañez, 2009). En la actualidad ocupa el puesto 33 entre los cultivos más importantes entre los productores abarcando una superficie de 40,856.00 ha, siendo superado por el jitomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.), 48,413.83 ha, chile (*Capsicum annuum* L) 149,602.30 ha, papa (*Solanum tuberosum* L) 61,292.51 ha, entre otros cultivos (SIAP, 2021). (*Physalis ixocarpa* Brot.) es la especie nativa de México y se ha usado desde hace varios siglos (Santiaguillo *et al.*, 2009).

Su siembra puede ser por trasplante, utilizando plántulas o por siembra directa mecanizada en lo cual se requiere de 500 a 800 g de semilla por hectárea (López, 2010).

Esta hortaliza se cultiva en 28 de los 32 estados de la república, abarcando una superficie de siembra de 40,856.00 ha, obteniendo un rendimiento promedio de 19.14 t ha⁻¹. En la actualidad los estados con mayor producción son: Sinaloa 7944.32 ha, Jalisco 4903.69 ha, Puebla 4292.42 ha, Zacatecas 3141.78 ha, Estado de México 2504.49 ha, Michoacán 2317.01 ha, Nayarit 2099.50 ha, y Sonora 2005.00 ha (SIAP, 2021).

La agricultura orgánica esta cimentada en el concepto de la sustentabilidad de los ecosistemas productivos (agrícolas y forestales), los cuales utilizan los recursos

naturales de las zonas que intervienen en los procesos productivos, excluyendo en lo posible el uso de agroquímicos (Salazar *et al.*, 2003)

El uso de las enmiendas orgánicas ha ayudado a mitigar los daños abióticos, ayudando a las plantas a elevar su rendimiento. Los efectos indirectos que tienen las sustancias húmicas en las plantas incluyen el mejoramiento de las características físicas, fisicoquímicas y biológicas del suelo a través de la retención de humedad y nutrimentos que ayudan a la proliferación de microorganismos benéficos y la formación de complejos con iónicos como el hierro y el zinc (Veobides *et al.*, 2018).

La adición de ácidos húmicos y fúlvicos mejora la estructura del suelo, favoreciendo el intercambio catiónico López *et al* (2014). Sin embargo, su acción estabilizante depende de la condición edafo-climática que se presenten en la zona de estudios (Zhang *et al.*, 2013).

Por tal motivo, en esta investigación se pretende contribuir con información sobre el manejo de lombricomposta y otros fertilizantes en el cultivo del tomate de cáscara (*Pysalis ixocarpa* Brot.) que pueda ser de utilidad a los productores de la zona.

2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el desarrollo de la floración, diámetro de tallo, tamaño de frutos, así como su pH y grados Brix del cultivo de tomate de cáscara con tres fertilizaciones diferentes.

2.1. Objetivos Específicos

- Evaluar el desarrollo de la floración, diámetro de tallo, tamaño de frutos, así como su pH y grados Brix del cultivo de tomate de cáscara con fertilización a base de lombricomposta.
- Evaluar el desarrollo de la floración, diámetro de tallo, tamaño de frutos, así como su pH y grados Brix, del cultivo de tomate de cáscara, tratadas mediante la combinación de lombricomposta y fertilizante inorgánico.
- Evaluar el desarrollo de la floración, diámetro de tallo, tamaño de frutos, así como su pH y grados Brix, del cultivo de tomate de cáscara con fertilización química.

3. HIPÓTESIS

La fertilización mediante lombricomposta influirá en el desarrollo floral, diámetro de tallo, tamaño de frutos y su pH y grados Brix en el cultivo de tomate de cáscara, en comparación con la fertilización combinada (lombricomposta-química), así como, solo con la fertilización química.

4. REVISIÓN LITERATURA

4.1. Generalidades del cultivo de tomate de cáscara

El género *Physalis* spp. es de origen americano, cuenta con 90 especies que se distribuyen en todo el continente americano, desde los Estados Unidos de América hasta Las Antillas y Argentina (Martínez, 1998). En México existen alrededor de 70 especies del género *Physalis* spp. silvestres y solo *Physalis ixocarpa* y *Physalis angulata* son cultivadas en casi todo el país (Santiaguillo *et al.*, 2012)

Por su parte, Santiaguillo *et al.*, (1994) indican que de las especies mexicanas del género *Physalis* spp, 36 genotipos están repartidos en 26 estados del país. Lo que le ha permitido permanecer en la dieta de la cultura mexicana, como un ingrediente muy popular en la preparación de diversos platillos, principalmente en la elaboración de diversas salsas, utilizándose también en la agroindustria donde se procesa para ser utilizada para consumo nacional y de exportación. Otras cualidades que se le atribuyen a algunas especies del género (*Physalis ixocarpa* Brot.) son propiedades curativas medicinales u ornamentales (Santiaguillo y Blas, 2009).

4.2. Descripción morfológica

Son plantas precoces de porte semierecto, sus hojas son elípticas medianas y anchas de color verde claro, flores de tamaño medio, frutos firmes y grandes de coloración verde, con tres lóculos donde se albergan las semillas grandes de color

amarillo pardo. Presenta un cáliz fuertemente adherido al fruto, de tonalidad verde que lo cubre en su totalidad.

4.3. Clasificación taxonómica

Reino: Vegetal

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Solanales

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: (*Physalis ixocarpa* Brot.) (Martínez, 1998).

4.4. Descripción botánica del cultivo del tomate de cáscara

Reveles *et al.*, (2018) mencionan que el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es una planta herbácea de ciclo anual, con flores hermafroditas, de coloración amarilla, posee una polinización entomológica realizada, principalmente por abejas. El tallo de la planta presenta estrías y sus hojas son lisas sin tricomas. El fruto es pequeño, esférico, de coloración verde, envuelto por el cáliz del fruto, que se rompe de manera adyacente cuando este madura. El ciclo de vida del cultivo es corto entre 86 y 96 días aproximadamente.

4.4.1. Raíz

La raíz es pivotante, con ramificaciones secundarias que alcanzan hasta los 60 cm o más. En sistemas de plantaciones a campo abierto las raíces sufren modificaciones volviéndose fibrosas penetrando escasamente en el suelo (López, 2010).

4.4.2. Tallo

El tallo es largo, cilíndrico y liso, poco angulado, con ramificación dicotómica, que en algunas ocupaciones dependiendo de la especie, puede llegar a presentar raíces en los nudos basales (Santiaguillo *et al.*, 2012).

4.4.3. Hojas

Posee hojas solitarias, con pecíolos, las cuales se encuentran distribuidas alternadamente, sobre las ramas. Las láminas foliares generalmente son ovaladas o lanceoladas, con un margen aserrado o dentado (Santiaguillo *et al.*, 2012).

4.4.4. Flores

Las flores se encuentran generalmente en las axilas de las hojas, en disposición solitaria, aunque en algunas ocasiones puede presentarse más de una flor por axila, formando falsos racimos (Santiaguillo *et al.*, 2012).

4.4.5. Corolas

Las corolas poseen forma de campana, con un limbo petular con cinco o seis pétalos, de color amarillo, amarillo verdoso o amarillo crema, blanco o púrpura, con cinco puntos ubicados en cada uno de los pétalos, de coloración variante (café rojizo, púrpura o guinda), aunque, en algunas ocasiones pueden llegar a presentar una tonalidad, amarilla, verde-amarilla o verde-olivo, con tonalidades rosadas, que no contrasta fuertemente con la corola. Presenta cinco estambres filiformes, con anteras ovaladas expuestas longitudinalmente, de coloración, purpuras, azules, azul-verdosas, azules con líneas amarillas o completamente amarillas. El ovario contiene un estilo en forma de hilo, y un estigma claviforme (Santiaguillo *et al.*, 2012).

4.3.6. Cáliz

El cáliz sigue creciendo después de la fecundación, cubriendo por completo el fruto durante la fructificación. Posee de cinco sépalos de coloración verde, con un largo de 0.80 a 6 cm y un ancho de 1-2.5 cm, de forma ovalada o lanceolada, de ápice corto y agudo (Santiaguillo *et al.*, 2012).

4.4.6. Frutos

Es una baya de forma esférica achatada ligeramente por sus extremos de color blanquecino, verde amarillo o púrpura, de 0.8-1.5 cm de diámetro, en especies silvestres, mientras que en cultivos con un manejo adecuado llega a medir hasta 6 cm (Santiaguillo *et al.*, 2012).

4.4.7. Semilla

La semilla presenta una forma de riñón aplanada, semejante a un disco, con diámetro de 1.2 a 2 mm, de coloración amarilla o café dorado (Santiaguillo *et al.*, 2012).

5. MANEJO AGRONÓMICO DEL CULTIVO

5.1. Barbecho

Se recomienda empezar con un barbecho de 30 a 40 cm de profundidad, que permita exponer una gran cantidad de suelo a la luz solar y de esta manera erradicar los patógenos que pueda contener. Esta técnica también se implementa para brindar al suelo otras cualidades como lo son la retención de humedad y la aireación de esta (Montes de Oca, 2014).

5.2. Rastreo

En los suelos de textura arcillosa se deben de realizar los pases de rastra que sean necesarios, con el fin de que el suelo quede bien mullido esto permite que las raíces puedan esparcirse y explorar una mayor área (Montes de Oca, 2014).

5.3. Surcado

Con el propósito de tener el suelo listo para el trasplante de las plántulas el surco debe de tener una distancia de 1 metro a 1.2 metros entre surco y surco (Montes de Oca, 2014).

5.4. Trasplante

El trasplante debe de realizarse cuando la planta haya alcanzado de 8 a 10 cm de altura o 25 días desde la siembra en el almácigo. Una vez que el trasplante se haya efectuado se procederá a aplicar un riego esto con la finalidad de aflojar el

terreno y permitir una mejor adaptación de las raíces al nuevo sustrato (Montes de Oca, 2014).

5.5. Densidad de trasplante

Para una hectárea se requieren más o menos 20 jornales los cuales se van a dedicar a sembrar las plántulas en los surcos a una separación de 40 cm entre planta y planta, colocando las plantas a doble hilera para obtener una densidad promedio de 50,000 plantas por hectárea. La planta puede ser trasplantada a raíz desnuda, en el caso, de que la siembra se realice con cepellón se debe sembrar a una sola hilera cada 40 cm para obtener una densidad de siembra de 25,000 plantas sobre hectárea. Si el trasplante se realizado a raíz desnuda se debe de realizar con suficiente humedad el suelo (Montes de Oca, 2014).

5.6. Control de malezas

Las escardas para el control de malezas, aireación y retención de mayor humedad del cultivo, es el mejor manejo entre los surcos que ha existido, a un que también se pueden emplear productos químicos para esta labor. Especialmente donde las herramientas manuales no pueden entrar, en este contexto la mejor estrategia para el control de malezas en el tomate de cáscara es realizar una aplicación total al suelo con productos químicos pre o post-trasplante realizando 3 aplicaciones de este producto, es indispensable que el suelo cuente con sistema de riego para ser más eficiente el uso de este herbicida selectivo. En condiciones de temporal es indispensable que el herbicida se aplique después de una lluvia ligera

para aumentar la eficiencia de este producto (Pérez *et al.*, 2014; Magaña *et al.*, 2019).

5.7. Fertilización

Se recomienda la aplicación de una dosis de 120 Nitrógeno-40 Fósforo-00 Potasio, repartidas en dos partes, la primera aplicación se realiza antes de trasplante de las plantas o después de una semana de la siembra o trasplante. Se recomienda la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la primera aplicación, en la segunda fertilización se realiza de 15 a 20 días después de la primera fertilización aplicando la parte faltante del nitrógeno. La aplicación de estos fertilizantes se hace después de haber humedecido el suelo, la aplicación de los fertilizantes se realiza a unos 10 cm de la planta (Gúemes *et al.*, 2001).

5.8. Envarado

El envarado del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) se realiza de 15 a 20 días después del trasplante o cuando las plantas hayan alcanzado una altura de 50 cm, con la finalidad de evitar el acame de las plantas, facilitando las labores culturales del cultivo, para obtener frutos de mayor calidad. Se coloca una vara cada 1.5 metros, la vara debe de enterrarse a una distancia de 30 a 40 centímetros, colocando un alambre galvanizado del número 20 entre vara y vara, con la finalidad de brindarles soporte mecánico a las plantas. El primer hilo se colocará a 30 centímetros de altura de la planta al suelo, conforme la planta va creciendo se van

colocando más hilos de alambre, con una separación de 30 cm, entre hilo e hilo (Gûemes *et al.*, 2001).

5.9. Riegos.

Es recomendable de mantener presente la disponibilidad de agua durante todo el ciclo del cultivo, especialmente en sus etapas críticas de este como lo son en la floración, amarre de fruto y llenado, el cual podrá ser empleado mediante cintillas de riego por goteo, esto para hacer más eficiente la disponibilidad del agua y la aplicación de los fertilizantes solubles (ICAMEX, 2022).

6. ENFERMEDADES

6.1. Enfermedades fungosas

En las plantas las enfermedades fungosas causan desordenes fisiológicos, los cuales producen alteraciones en todo el metabolismo celular de la planta. Las enfermedades se manifiestan con la presencia de estos tres elementos los cuales son:

- Patógenos: Seres microscópicos que se alimentan a nivel celular de las plantas
- Hospedantes: Plantas sensibles a los patógenos.
- Condiciones ambientales: Son las condiciones idóneas necesarias que permiten que se manifieste el patógeno mediante la temperatura y la humedad (Arenas, 2021).

6.2. Mancha foliar (*Cercospora physalidis*)

Esta enfermedad también llamada mancha de la hoja es un hongo llamado (*Cercospora physalidis* Ellis) el cual provoca una fuerte defoliación y manchado en los frutos llegando a crear pérdidas de hasta el 20 – 40 % de la producción total de las plantaciones. Las manchas se presentan como pequeños puntos ovoides de color café, las cuales van creciendo hasta alcanzar el diámetro de 1,5 cm como máximo, en su interior se alcanzan a distinguir círculos concéntricos y puntuaciones negras que posteriormente se necrosa consumiendo el tejido foliar. En los frutos esta enfermedad logra causar un síntoma muy similar a la que causa en las hojas, alcanzando a dañar la pulpa de este (Apodaca *et al.*, 2008).

El hongo por se desarrolla a temperaturas de 18°C-20°C bajo una humedad relativa de 80-90 %, dispersándose a través del aire, agua, insectos y labores culturales del cultivo más empleadas, sobre todo las realizadas cuando el follaje esta mojado. Los principales hospederos pertenecen a la familia de las solanáceas. Para el control oportuno de este hongo es recomendable emplear barbechos profundos de 30 cm de profundidad, realizar rotaciones de cultivos de 2 a 3 años, evitar riegos pesados para impedir los encharcamientos. En caso de que se presente esta enfermedad se deberán de realizar aplicaciones curativas a base de Mancozeb como los productos y dosis Manzate 200 (2-4 kg/ha) y Dithane M-45® (1.5-3.0 kg/ha). También son efectivos los productos con el ingrediente activo Clorotalonil (Bravo 720®, 1.5-2.5 l/ha); Carbendazim (Derosal 500 D®, 0.3-0.6 l/ha) y el Tiofanato metílico (Cercobin-M®, 0.7-1.0 kg/ha) (Apodaca *et al.*, 2008).

6.3 Pudrición del tallo

Es una enfermedad recientemente descubierta en este cultivo, la enfermedad es creada por el hongo (*Cercospora* spp.). La cuál invade el tallo de la planta tornándose de un color café oscuro la cual presenta vellosidades, esta coloración oscura llega a medir de 15 a 20 cm de longitud, subiendo por el tallo hasta las ramas secundarias creando la caída de las hojas e impidiendo la maduración de los frutos que posteriormente terminaran cayéndose (Apodaca *et al.*, 2008).

Al cortar el tallo se logra visualizar la presencia de la pudrición del xilema y el floema y en su lugar se alcanza a notar una coloración café oscura viscosa (Apodaca-Sánchez *et al.*, 2008). El hongo suele aparecer en suelos con poco

drenaje y con exceso de humedad de textura arcillosa, por lo cual se recomienda realizar barbechos profundos para exponer los patógenos y crear un control mediante la solarización y aplicar riegos ligeros evitando el exceso de humedad. En caso de presentarse la enfermedad se recomienda la aplicación de fungicidas a base de cobre, así como Clorotalonil y Metalaxil a la base del tallo para el control oportuno de este problema (Apodaca *et al.*, 2008).

6.4. Secadera

La secadera es causada por un conjunto de hongos los cuales son: (*Fusarium solani*) (*Fusarium oxysporum*), (*Rhizoctonia solani*), (*Pythium spp*), (*Macrophomina phaseolina*) y (*Sclerotium rolfsii*) los cuales se puede presentar en cualquier etapa de desarrollo del cultivo causando una pérdida de hasta el 100% de la producción (Apodaca *et al.*, 2008).

El hongo cuando se manifiesta, puede causar la muerte o la pudrición de esta, en etapa de emergencia puede causar que la plántula no emerja y una vez emergida puede causar el ahorcamiento del tallo que se le conoce como “Dampin-off”. En cultivos ya establecidos puede causar un amarillamiento total de la planta, desarrollo prematuro y pudrición de raíz. Las raíces afectadas presentan un tono rojizo-café que se va extendiendo hasta el tallo principal o hasta el cuello de la planta, en el tallo se presenta una coloración rosada que va avanzando a medida que la enfermedad se va esparciendo por la misma (Apodaca-Sánchez *et al.*, 2008).

Una de las medidas de prevención para esta enfermedad es la utilización de semilla certificada libre de enfermedades, dos pases de barbecho y rastra lo más

profundo posible y el uso de bacterias y hongos que ayudan a combatir esta enfermedad tales como *Bacillus subtilis* o *Trichoderma* spp. (Apodaca et al., 2008).

7. ENFERMEDADES BACTERIANAS

7.1. Mancha bacteriana

Cuando la hoja es invadida por la bacteria se forman manchas acuosas de formas irregulares o redondas, de tonalidad café o con bordes oscuros de un diámetro aproximado de 1-3 mm; conforme la mancha crece su color se torna de café claro y con aspecto de papel. (Apodaca *et al.*, 2008).

Cuando la humedad es alta principalmente en las mañanas se puede ver en el envés un exudado de color cremoso. Los síntomas empiezan generalmente en las hojas inferiores de la planta, conforme avanza la enfermedad invade a los frutos provocando manchas muy similares a las de las hojas y cuando varias manchas se juntan la cáscara del fruto termina desgarrándose con facilidad: La pulpa del fruto no es afectada, pero su calidad y valor comercial disminuye considerablemente (Apodaca *et al.*, 2008).

La enfermedad puede ser transmitida mediante semillas o por material vegetativo infectado presente en el campo, el cual es diseminado mediante las labores culturales (Apodaca *et al.*, 2008).

Esta enfermedad puede ser tratada desde los primeros síntomas en las hojas inferiores de las plantas, aplicando diversos bactericidas a base de oxiclورو de cobre: Cupravit® (2.0-4.0 kg/ha); hidróxido de cobre (Cuperhidro®, 2.5-3.0 l/ha); oxiclورو de cobre + mancozeb (Cupravit Mix® 2.0-4.0 kg/ha); zineb (Flonex Z400® (3.0-5.0 l/ha) (Apodaca *et al.*, 2008).

8. VIROSIS

La virosis es una enfermedad transmitida por insectos portadores a las plantas por medio de su aparato bucal, lo cual sucede cuando el insecto se alimenta, y es así como se transmite el virus a la planta. Los virus más destacados en este cultivo son: Jaspeado del Tabaco, Mosaico de la Alfalfa, Mosaico del Pepino, Mosaico del Tabaco, "Y" de la Papa, Marchitez Manchada del Tomate y Geminivirus (Apodaca *et al.*, 2008)

Las plantas enfermas aparentan diferentes síntomas como lo son el moteado, mosaico, palidez, amarillamiento, quemaduras en las puntas de las hojas y ramas, las cuales logran causar en los cultivos un daño total de la producción alcanzando en zonas infectadas hasta el 100% de las pérdidas de este (Apodaca *et al.*, 2008)

El manejo de esta enfermedad se lleva a cabo mediante la remoción de la maleza que pueda albergar insectos vectores como áfidos (pulgones), mosquita blanca y trips, los cuales son los principales dispersores de los virus. Una vez infectadas las plantas no existe cura alguna hasta el momento, por lo cual se recomienda eliminarla del campo y quemarla para impedir la contaminación de las demás plantas (Apodaca *et al.*, 2008).

9. PLAGAS

9.1. Minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*)

Liriomyza trifolii es díptero, el cual es una plaga secundaria debido al poco daño que puede llegar a provocar su ataque. En condiciones normales se mantiene regulada su población gracias a sus múltiples enemigos naturales que este insecto presenta, pero cuando este equilibrio se rompe por el excesivo uso de agroquímicos se puede llegar a convertir en un serio problema, causando severas defoliaciones, bajando la actividad fotosintética que afecta directamente a los frutos que no alcanzan a desarrollarse de manera oportuna. El adulto del minador mide aproximadamente 2 mm de longitud, con cuerpo amarillo y tórax negro mientras que sus alas son transparentes brillantes, durante su vida de adulto es cuando empiezan a reproducirse, las hembras de *Liriomyza trifolii* suele ovipositar cerca de 700 huevecillos durante su etapa adulta. Los daños severos provocados por las larvas pueden provocar grandes defoliaciones (Cortez, 2005).

Salvo y Valladares, (2002) mencionan que algunos insectos ejercen un control biológico sobre la población de los minadores *Liriomyza trifolii* y *Liriomyza sativus* especialmente los braconidos *Opius dimidiatus*, (Ashmead), el eulófido *Chysocharis parksi* Crawford y los eucolidos *Ganaspidium utilis* Beardsley y *Disorygma pacificica*.

El control químico se lleva a cabo cuando la infestación de esta plaga se encuentre al menos en un 20% de total de la población o cuando las hojas jóvenes de las plantas presenten minas con larvas vivas. Antes de este periodo la plaga puede ser controlada con 350 (g I. A./ ha) de Imidacloprid (CONFIDOR) que se aplica al pie de la planta (en drench) (Garza y Rivas, 2003).

9.2. Gusano del fruto (*Chloridae subflexa*)

El adulto de *Chloridae subflexa* es una palomilla de color verdoso con cuatro bandas transversales, al extender sus alas alcanza una longitud de 2.5 cm de largo de punta a punta de ala, durante las etapas reproductivas las hembras ovipositan de 450 a 2000 huevecillos cerca las terminales en fructificación. Los huevecillos se pueden ver a simple vista, esto tienen un diámetro aproximado de 0.6 mm las cuales tiene de 10 a 15 estrías en la parte apical o media del huevecillo (Cortez, 2005).

Los huevecillos tienen un color blanco cremoso en su etapa inicial y conforme empiezan a madurar se tornan de color café, la eclosión ocurre de dos a cinco días después de la oviposición. Las larvas son pequeñas de color verde pálido la cual cuentan con franjas longitudinales de coloraciones variables que van desde colores cremas hasta cafés oscuras, las larvas pueden contar con diversas espínulas a lo largo del cuerpo, las larvas se desarrollan de dos a tres semanas en los cuales pasan por seis instares diferentes de larvas llegando a medir finalmente hasta 4 cm (Cortez, 2005).

Las larvas durante los primeros dos instares se encuentra en el follaje, pero después del tercer instar se introduce dentro del fruto, ocasionando una perforación irregular, las larvas pueden alimentarse de dos o más frutos durante las últimas etapas larvales (Cortez, 2005).

Chloridae subflexa cuenta con una amplia diversidad de enemigos naturales, entre los que se encuentran los depredadores del género *Chrysoperla* (Crisopa), *Nabis* (chinche nabis o chinche pajiza), *Geocoris* (chinche ojona), *Orius* (chinche pirata), *Zelus* (chinche asesina), *Sinea* (chinche asecina). Entre los parasitoides que atacan a las larvas encontramos a los del género *Polistes* (avispa lodera), *Cotesia*

marginiventris (Cresson), *Meteorus laphymae* (Vierek) y *Trichogramma pretiosum* (Riley) (Cortez, 2005).

Las aspersiones de productos químicos se sugieren hacerse cuando la presencia sea visible en más de dos plantas seguidas o cuando se note la presencia de la primera larva dañando los frutos. Entre los productos sintéticos utilizados se recomiendan realizar aplicaciones de Diflubendozol, Clopirifos, Cyalotrina, Metomil, Clorfenapyr, B enzoato de Ememectina y Metamidofos (Cortez, 2005).

10. IMPORTANCIA DEL TOMATE DE CÁSCARA

SIAP, (2021) menciona que la superficie sembrada de este cultivo en el territorio nacional es de 40,856.00 ha, de las cuales se obtiene un rendimiento promedio de 19.14 t ha⁻¹. Dentro de los factores que afectan los rendimientos del cultivo se encuentra la utilización de especies silvestres con poco o nulo mejoramiento genético, los cuales provocan rendimientos deficientes y una baja calidad de los frutos (López *et al.*, 2009).

El incremento en la siembra de este cultivo se inició en la década de los 80 cuando se empezaron a exportar grandes volúmenes de este cultivo hacia Estados Unidos y Canadá lo que atraía grandes ganancias a los productores, estas exportaciones motivaron a que muchos estados que no era productores a empezar a cultivar cada vez más este cultivo, un claro ejemplo de esto es Sinaloa que no era productor de (*Physalis ixocarpa* Brot.) antes del 1980 pero que en el año de 1993 se posicionó como líder productor de este cultivo (Peña *et al.*, 2007).

11. AGRICULTURA CONVENCIONAL

Los fertilizantes son sustancias ricas en nutrientes que se utilizan para el desarrollo de los cultivos agrícolas. Algunos beneficios que aporta su uso son las de proveer de macro y micro nutrimentos que le hacen falta al suelo o a los sustratos, para mejorar el rendimiento de los cultivos, permitiendo tener una producción mayor (SADER, 2019).

Las plantas necesitan 16 elementos que son esenciales para el crecimiento en la mayoría de las plantas, los cuales son derivados de los siguientes medios

- Aire: carbono (C) como CO₂ (dióxido de carbono).
- Agua: hidrógeno (H) y oxígeno (O) como H₂O (agua).
- Suelo: Las plantas leguminosas obtienen el nitrógeno del aire con la ayuda de bacterias que viven en los nódulos de las raíces (*Rhizobium*) - fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), cobre (Cu), boro (B), molibdeno (Mo) y cloro (Cl) (FAO, 2002).

La aplicación de los nutrientes primarios nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) y secundarios magnesio (Mg), azufre (S) y calcio (Ca), elevan el rendimiento de los cultivos, que a menudo pueden duplicarse o triplicarse, dependiendo de las condiciones climáticas en las que el cultivo se desarrolle (FAO, 2022).

Los elevados rendimientos que se presentan en la agricultura han incrementado la sobre explotación del suelo, al incorporar cada vez más fertilizantes nitrogenados, creando problemas ambientales, al contaminar las aguas subterráneas y los alimentos provenientes del campo, además de aumentar la

degradación prematura de los suelos, creando la disminución de la flora y fauna (Salazar et al., 2003).

12. AGRICULTURA ALTERNATIVA

Debido a los problemas generados por la agricultura convencional, ha surgido una nueva corriente dentro de la agricultura, la cual nos ayude a obtener alimentos de buena calidad, libre de residuos químicos sin dañar el suelo, a este tipo de agricultura se le denominó “agricultura alternativa”, que se encuentra cimentada en el concepto de la sustentabilidad de los ecosistemas productivos agrícolas y forestales, que trata de cuidar de manera racional el uso de los recursos naturales, que interfieren en el proceso productivo de alimentos excluyendo el uso de agroquímicos (Salazar *et al.*, 2003).

La agricultura alternativa se extendió por todo el mundo bajo diferentes nombres: agroecología, agricultura ecológica y la más famosa la agricultura orgánica, la cual trata de cumplir con las siguientes características:

- Producción suficiente de alimentos de calidad natural.
- Máxima conservación de recursos naturales, mediante la creación de sistemas agrícolas estables altamente diversificados, no contaminantes y que respeten la vida.
- Conservación de los recursos naturales, como la vida silvestre, la tierra cultivable y su fertilidad, el agua continental, los combustibles fósiles, los materiales utilizados como abono, las especies y variedades autóctonas de plantas cultivadas, animales domésticos.
- No utilización de productos tóxicos o contaminantes, como plaguicidas y fertilizantes químicos de síntesis, aditivos alimentarios no naturales.

- Utilización óptima y equilibrada de los recursos locales a través del reciclado de la materia orgánica (estiércoles, residuos de cosechas y de la agroindustria, basuras biodegradables de origen doméstico-urbano) (Salazar *et al.*, 2003).

13. EL VALOR DE LA LOMBRICOMPOSTA EN LA AGRICULTURA ORGÁNICA

El lombricomposteo es un proceso en el cual se utiliza la acción degradante de los microorganismos que interactúan en sinergia conjunta con las lombrices, para procesar la materia orgánica, la cual contiene micro y macro nutrientes que nos ayudan a cubrir las necesidades nutrimentales de los cultivos (Ruiz, 2011).

La lombricomposta es una enmienda orgánica la cual es fabricada por la acción degradante de la lombriz roja californiana (*Eisenia fétida*), que es utilizada debido a su alto consumo, que varía entre 50% y 100% de su peso diario y duplicar su población en 90 días, el producto final es un humus con estructura porosa similar al suelo, que contiene alto contenido de nutrientes y agregados, las cuales se utilizan comúnmente como mejorador de la estructura físico-química de los suelos o como sustituto de los fertilizantes convencionales (Ruiz, 2011).

Román *et al.*, (2013) mencionan que la materia orgánica proveniente del proceso del lombricomposteo puede satisfacer de manera eficiente la demanda de nutrientes de los cultivos, reduciendo significativamente el uso de los fertilizantes químicos convencionales, mejorando de esta manera las características de los vegetales consumidos

Nieto *et al.*, (2002) mencionan que la incorporación de materia orgánica mejora la estructura fisicoquímica del suelo, mejorando la retención del agua y aireación, así como a equilibrar el pH de este, elevando la capacidad del intercambio catiónico del mismo.

Aunque las lombricompostas aportan gran contenido de nutrientes al suelo, no todas aportan la misma cantidad de nutrientes, las cuales varían dependiendo

de la fuente de materia orgánica consumida por las lombrices (Ferrera y Alarcón, 2001).

13.1. Ácidos húmicos y fúlvicos de la lombricomposta

De las sustancias húmicas (SH) se derivan de los ácidos húmicos (AH) y ácidos fúlvicos (AF) que son macromoléculas orgánicas, que poseen estructuras complejas y estables provenientes de la descomposición de plantas, animales y por la actividad enzimática de microorganismos orgánicos (Hernán *et al.*, 2009).

Los ácidos fúlvicos son solubles tanto en soluciones alcalinas como ácidas, a diferencia de los ácidos húmicos que son insolubles en cualquier solución. Se tiene la creencia que los dos tipos de nomenclaturas (AH) y (AF) representan dos moléculas orgánicas diferentes, pero esta nomenclatura se les da por las propiedades que poseen cada una en las sustancias húmicas, que contiene diferentes estructuras funcionales cuyas capacidades para retener metales son muy escasas debido a que sus estructuras están compuesta principalmente de moléculas aromáticas “alquilo” rodeados de grupos funcionales como: ácidos carboxílicos, hidroxilo fenólico y grupos quinonas (Chen *et al.*, 2009)

Los ácidos húmicos se han convertido en una alternativa eficiente para el rendimiento y crecimiento en la etapa inicial de las plantas, mejorando las propiedades hidro-físicas y permitiendo la disponibilidad de los nutrientes en el suelo, siendo este considerado como una enmienda orgánica para la recuperación de los suelos desgastados. Estas propiedades órgano-minerales llevan a las plantas a tener una mejor respuesta ante la salinidad del suelo, mejora la aireación, la

permeabilidad, capacidad de retención del agua, la adsorción de micro nutrientes, así como impide la adsorción de elementos tóxicos para la planta (Veobides *et al.*, 2018).

La importancia de los ácidos fúlvicos radica principalmente en los suelos donde mantiene a los cationes en su forma asimilable para que de esta manera estén disponible y las raíces de las plantas puedan absorberlos (Bongiovanni y Lobartini, 2009).

14. MATERIALES Y MÉTODOS

14.1. Localización del experimento

El presente experimento se realizó en las instalaciones de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita Oaxaca, el cual se encuentra en el norte del estado de Oaxaca colindando con el estado de Veracruz, con coordenadas geográficas 95° 53' longitud oeste y 18° 06' latitud norte, a una altura de 30 msnm INAFED, (2021). La temperatura para esta variable oscila entre los 20.5 y 29.4 °C, como temperatura mínima y máxima, con una precipitación aproximada de 1,902.3 mm de lluvia anuales (SMN, 2010).

14.2. Material vegetativo

El material vegetativo empleado fue el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) variedad Verde de Morelos.

14.3. Siembra

La siembra del tomate de cáscara se realizó el 11 de julio del 2019 en un almácigo de 2 metros de ancho por 3 m de largo, el cual constó de una mezcla de sustratos como suelo agrícola y lombricomposta en porciones. 1: 1.

14.4. Trasplante

El trasplante de las plántulas se llevó a cabo el día 03 de agosto, en esta actividad las plantas estaban a raíz desnuda. Las plantas se establecieron en el

terreno definitivo en doble hilera y en tres bolillo con una densidad de 29, 250 plantas por hectárea.

Los bloques constaron con pasillos de 80 cm entre ellos, en total se establecieron 12 bloques los cuales estuvieron distribuidos en 3 surcos, con una separación de 1 metro entre bloque y bloque.

14.5 Sistema de riego

posteriormente una vez establecido el trasplante se colocó el sistema de riego localizado por goteo, que constó de una cintilla de riego de 16 mm, con separación entre goteros de 30 cm, que se enterró a una distancia de 10 cm, por en medio de los surcos, permitiendo de esta manera un riego más eficiente llevando el agua hasta la zona radicular de la planta.

14.6. Envarado

Para evitar el acame de las plantas, se colocaron estacas de madera, con una distancia entre cada una de 1.5 metros, con una profundidad de 40 cm, en las cuales se amarro una rafia transparente de polietileno a 30 cm del suelo, entre vara y vara lo que impidió la caída o el acame de la planta por el peso de los frutos.

14.7. Control de plagas y enfermedades

El control de plagas y enfermedades se llevó a cabo mediante diferentes etapas del cultivo tanto en plántulas como en etapas vegetativas y reproductivas, las aplicaciones con insecticida orgánico con extracto de Neem-Canela a razón de

5 mL L⁻¹ se comenzaron a realizar 10 días después del trasplante. La siguiente aplicación se realizó el día 28 de agosto en donde se hizo uso de productos agroquímicos, Arrivo de Bayer con el (I.A) (Cipermetrina) a razón de 1 mL L⁻¹, a su vez se realizó la aplicación de Ridomil gold® 480 sl (Metalaxil + Clorotalomil) a razón de 1.5 mL L⁻¹, para controlar la presencia de Damping-Off. Posteriormente en la etapa de fructificación, el día 4 de octubre del 2019 se realizaron aplicaciones de Arrivo (Cipermetrina) a razón de 1 mL L⁻¹, para control de gusano del fruto que se encontraba presente en la plantación y posteriormente se realizó la aplicación de Confidor Bayer con el ingrediente activo (Imidacloprid) producto sistémico a razón de 1.5 mL/L⁻¹.

14.8. Tratamientos y diseño experimental

Los tratamientos fueron evaluados en bloques completamente al azar, en el caso, del tratamiento con fertilización química constó de 120 unidades de nitrógeno, 80 de fósforo y 120 de potasio (Tratamiento Químico). Para el caso del tratamiento con fertilización orgánica constó de 3.479 kg m² de lombricomposta (Tratamiento Lombricomposta). El tratamiento con fertilización química-orgánica fue con 120 unidades de nitrógeno, 80 de fósforo y 120 de potasio y 3.479 kg m² de lombricomposta, el tratamiento con fertilización química consto de 120 unidades de nitrógeno 80 de fósforo y 120 de potasio (Tratamiento Lombricomposta-Químico) y el testigo absoluto sin ninguna fertilización y solo con agua de riego (Tratamiento Testigo Absoluto), cada tratamiento consto de 39 plantas por bloque con 3

repeticiones, teniendo una densidad de siembra de 468 plantas de tomate de cáscara en 156.6 m².

La fertilización química fue repartida en dos partes, una de fondo antes del trasplante que constó de 60 unidades de nitrógeno, 80 de fósforo y 60 de potasio que se aplicó sobre el surco a doble hilera y a los 35 días después de trasplante se aplicará el resto de fertilización, compuesta de 60 unidades de nitrógeno y 60 de potasio.

La fertilización orgánica, fue aplicada a doble hilera sobre el surco, aplicando una cantidad total de 16,700 g sobre todo el bloque.

La fertilización combinada química-orgánica se aplicó en dos partes, la primera fertilización de fondo fue la aplicación total de la lombricomposta en doble hilera siendo un total de 3.479 kg m² y a su vez se aplicó a 10 cm de distancia de la lombricomposta, la fertilización química de 60 unidades de nitrógeno, 80 de fósforo y 60 de potasio. A los 35 días se realizará la segunda aplicación del fertilizante químico a doble hilera la cual constó de 60 unidades de nitrógeno y 60 de potasio.

En el testigo absoluto no se realizaron aplicaciones de fertilizantes orgánicos ni químicos y solo se le aplicó agua utilizando el sistema de riego.

El diseño experimental fue en bloques al azar, utilizando 3 repeticiones y 4 tratamientos con diferente tipo de fertilizante a base de Lombricomposta, Lombricomposta-Químico, Químico y un Testigo Absoluto en el cual solo se aplico agua. Tomando 39 plantas en cada bloque o 117 plantas por tratamiento. Utilizando un modelo estadístico $y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + E_{ij}$ $i = 1, \dots, t$ $j = 1, \dots, b$.

Cultivo	Fertilización	Tamaño de muestra
Tomate de cáscara	Lombricomposta	117
	Lombricomposta-Químico	117
	Químico	117
	Testigo Absoluto	117

14.9. Variables de respuesta

14.9.1. Floración

Para esta variable se monitoreo todos los días las plantas de cada tratamiento para contabilizar los días a floración. Una vez que las plantas del tratamiento alcanzaron el 50 % de su floración, se le dio el seguimiento a esta variable hasta que alcanzo el 100 % de las plantas con flores, haciendo un conteo de los días que transcurrieron hasta llegar a su floración total.

14.9.2. Amarre del fruto

Una vez que las plantas alcanzaron el 50 % de su floración se inició a monitorear el amarre del fruto, se realizó revisando cuidadosamente las flores de las plantas. Esto se comprobó con la caída de la corola, siendo este el primer indicio del amarre del fruto, este proceso se realizó hasta completar el 100 % de las plantas de cada tratamiento.

14.9.3. Número de botones florales

Se tomaron al azar cuatro plantas repartidas en cada uno de los bloques, marcándolas con un listón rojo para su rápida identificación. A estas plantas, se les contó el número de botones florales que presentó cada semana, este proceso se terminó hasta la primera cosecha de la plantación.

14.9.4. Número de flores en plantas

De las cuatro plantas tomadas al azar por bloque se inició a contar cada semana el número de flores que presentó cada una de las plantas a partir de la primera aparición de estructuras florales de cualquiera de las cuatro plantas seleccionadas este proceso se terminó hasta la primera cosecha de la plantación.

14.9.5. Diámetro del tallo (mm)

De las cuatro plantas seleccionadas con anterioridad se les tomó el diámetro del tallo una vez cada semana, este proceso se midió con un vernier digital, midiendo el ancho del tallo, un centímetro antes de la bifurcación. Esta variable se midió después de haber culminado la toma de datos amarre de frutos, terminando su medición hasta la llegada de la primera cosecha.

14.9.6. Diámetro ecuatorial del fruto (mm)

El diámetro ecuatorial del fruto se tomó desde la parte más ancha del fruto con un vernier digital. Este procedimiento se realizó a cada uno de los frutos cosechados, en cada uno de los cortes realizados.

14.9.7. Largo del fruto (mm)

El largo del fruto se midió desde la inserción del pedúnculo a la parte apical del mismo. Esta medición se llevó a cabo con un vernier digital, en cada uno de los frutos cosechados.

14.9.8. Pesos del Fruto (g)

Se procedió a tomar el peso de cada uno de los frutos cosechados por tratamiento en cada corte para obtener el peso promedio de los frutos. Las mediciones se realizaron al cabo con una báscula digital de 3 kg marca Rhino®.

14.9.9. Rendimiento del cultivo (g)

Se procedió a obtener el peso de todos los frutos obtenidos por tratamiento en cada uno de los cuatro cortes. Posteriormente se extrapolaron a una superficie de 10,000 m² para obtener el rendimiento por hectárea.

14.9.10. pH

Se determinó moliendo en una licuadora cinco frutos por tratamiento, posteriormente se vertió el contenido obtenido en un vaso precipitado de 250 ml de la marca Pyrex, con ayuda de un potenciómetro de la marca Hanna Instruments® se determinó el potencial de hidrogeno (pH).

14.10.11. Sólidos solubles totales

Se tomó el jugo de cinco frutos por tratamiento, el cual se vertió una gota sobre la lupa del refractómetro digital HI 96801 de la marca Hanna Instruments ®.

15. ANÁLISIS DE DATOS

Se empleó un análisis de varianza y una prueba de Tukey ($p \leq 0.05$), mediante el programa estadístico InfoStat.

16. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

16.1. Días a floración

La variable días a floración para el tomate de cáscara con tres fertilizaciones se muestra en la Figura 1 y Figura 2 se puede observar la fluctuación que presentó la floración en el cultivo de tomate de cáscara. El inicio de las observaciones sobre esta variable fue a los 5 ddt (días después del trasplante), en este caso se observó que existiera al menos una flor en las plantas de cada tratamiento, culminando a los 19 ddt en donde el 100% de las plantas presentaron al menos una flor. En este periodo se observó que los tratamientos de Lombricomposta (L) y Lombricomposta-Químico (L-Q), presentaron una flor en cada una de sus plantas a los 18 ddt. Mientras que las plantas de los tratamientos Fertilización Químico (Q) y el Testigo Absoluto (T-A) presentaron al menos una flor en cada una de las plantas a los 19 ddt. Se observó un retraso en la floración de un solo día en comparación a los tratamientos con los tratamientos con fertilización a base de lombricomposta ($p = 0.9655$).

Aguilar *et al.*, (2019) señalan que las aplicaciones de fertilizantes químicos y orgánicos no tiene alguna influencia sobre los días a floración en plantas de papaya Maradol. Asu vez, Flores, (2006) menciona que las aplicaciones de fertilizantes químicos y orgánicos no influyen en los días de floración en el cultivo de maíz (*Zea mays* L) al no presentar resultados significativos entre los tratamientos. Cantero *et al.*, (2015) indican que los tratamientos que presentan una floración más temprana, en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L) fueron las que se le aplicó fertilización a base de lombricomposta, reduciendo el periodo de floración hasta en

9 días en comparación a las fertilizaciones convencionales. Esto concuerda con nuestra investigación, en donde los tratamientos en los que se aplicó fertilización orgánica a base de lombricomposta fueron los que presentaron una floración de un día de ventaja en comparación del tratamiento químico.

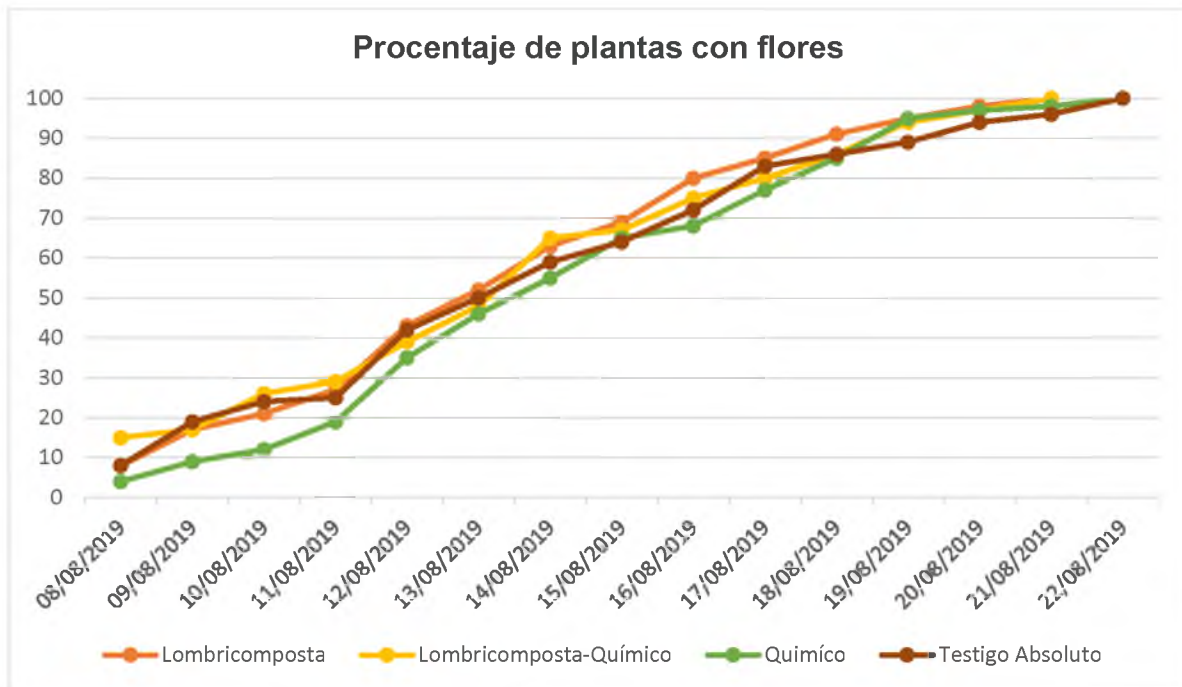


Figura 1. Porcentaje de plantas con flores en el cultivo tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en los tratamientos evaluados. Periodo de evaluación del 3 al 22 de agosto del 2019.

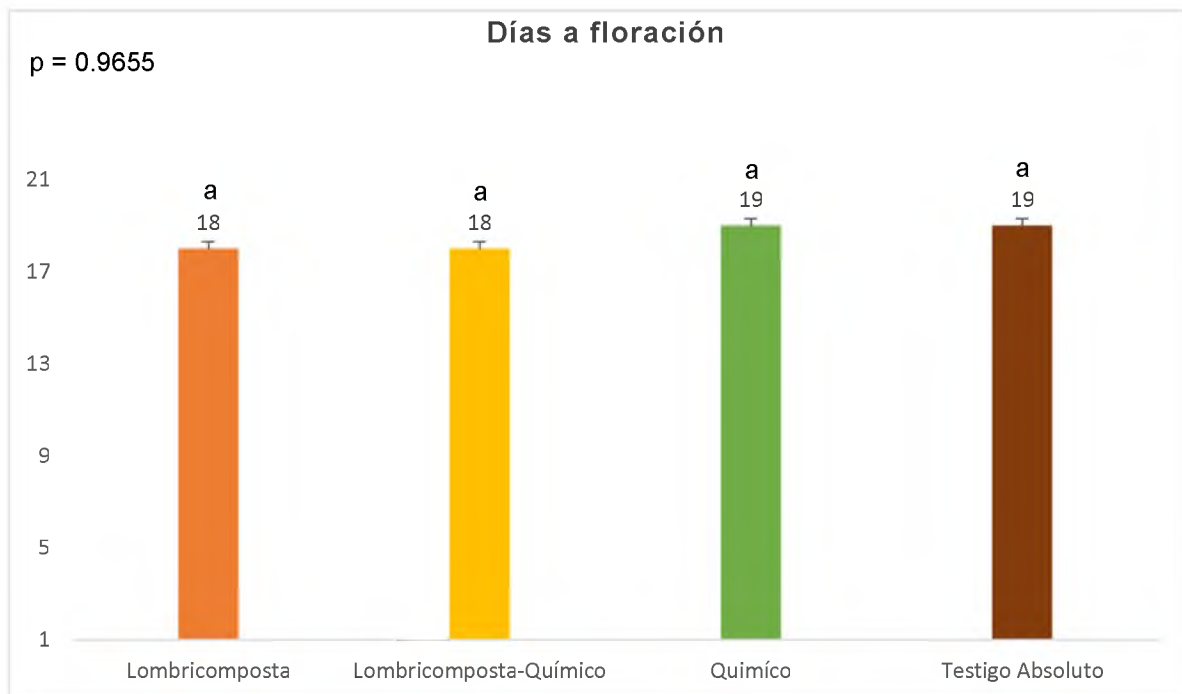


Figura 2. Días a floración de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación del 3 al 22 de agosto del 2019. Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.2. Amarre del fruto

En la Figura 3 se observa el porcentaje del amarre de frutos diarios que se obtuvo en las plantas tratadas con los diferentes fertilizantes: Lombricomposta (L), Lombricomposta-Químico (L-Q), Químico (Q) y Testigo Absoluto (T-Q), la toma de datos de esta variable inició a los 11 ddt (para permitir el amarre de frutos después de la polinización), en donde se pudo observar que los tratamientos a base de Lombricomposta (L) y Lombricomposta-Químico (L-Q), presentaron al menos un fruto amarrado en el 100% de plantas el día 23 de agosto (20 ddt), mientras en los tratamientos Fertilizante Químico (Q) y Testigo Absoluto (T-A), alcanzaron en el 100% de sus plantas al menos un fruto el día 24 de agosto (21 ddt).

En la Figura 4 se muestra el total de amarre de frutos en los tratamientos, en donde se apreció que no hay un efecto por ninguna fertilización en esta variable ($p = 0.9663$). Numéricamente el tratamiento con Fertilizante Químico (Q) obtuvo un número superior a los demás tratamientos teniendo un incremento de 8.08 % en amarre de fruto con respecto al tratamiento Testigo Absoluto (T-A). El tratamiento de Lombricomposta-Químico (L-Q) obtuvo un amarre de frutos superior de 1.36%, mientras que el tratamiento Lombricomposta (L) obtuvo un amarre de frutos de 0.91% ambos respecto al Testigo Absoluto (T-A).

La investigación realizada por Espíndola *et al.*, (2008) mencionan que las aplicaciones de nitrógeno en plantas en floración incrementan hasta en un 50 % el amarre de fruto en el cultivo de aguacate Hass. Aunado a lo anterior Villalva *et al.*, (2015) indican que los nutrientes que nos aportan las aplicaciones de las fertilizaciones combinadas (químico - orgánicas) aumentan el amarre del fruto en el

cultivo de aguacate Hass hasta un 43.90 % en comparación a la aplicación de fertilizante orgánico y hasta un 46.34 % al tratamiento testigo absoluto. Hernández *et al.*, (2021) aseveran que las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados aumentan la floración en un 24.24 %, en comparación de los fertilizantes orgánicos en los frutos naranja Valencia. Los resultados obtenidos en nuestra investigación muestran que los valores más altos en el amarre de los frutos se obtuvieron mediante la fertilización química (Q) y la fertilización combinada Lombricomposta-Química (L-Q), mientras que el tratamiento orgánico (L) y el Testigo Absoluto (T-L) obtuvieron los resultados más bajos en esta variable, al menos numéricamente a un que estadísticamente sean iguales.

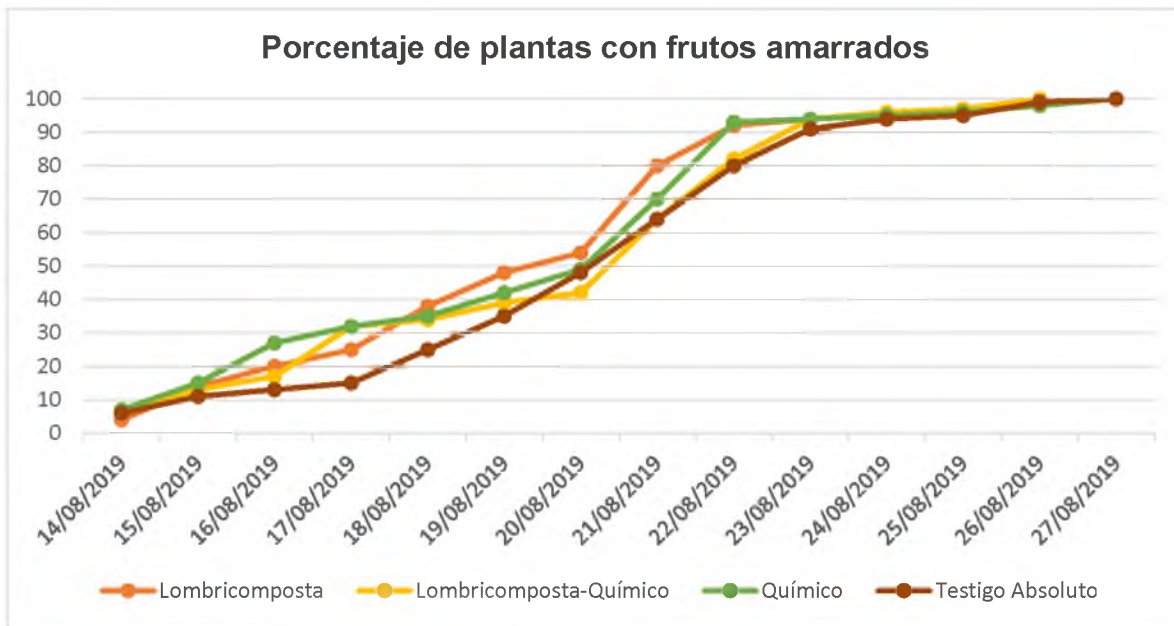


Figura 3. Porcentaje de plantas con frutos amarrados de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en los tratamientos evaluados. Periodo de evaluación del 14 al 27 de agosto del 2019.

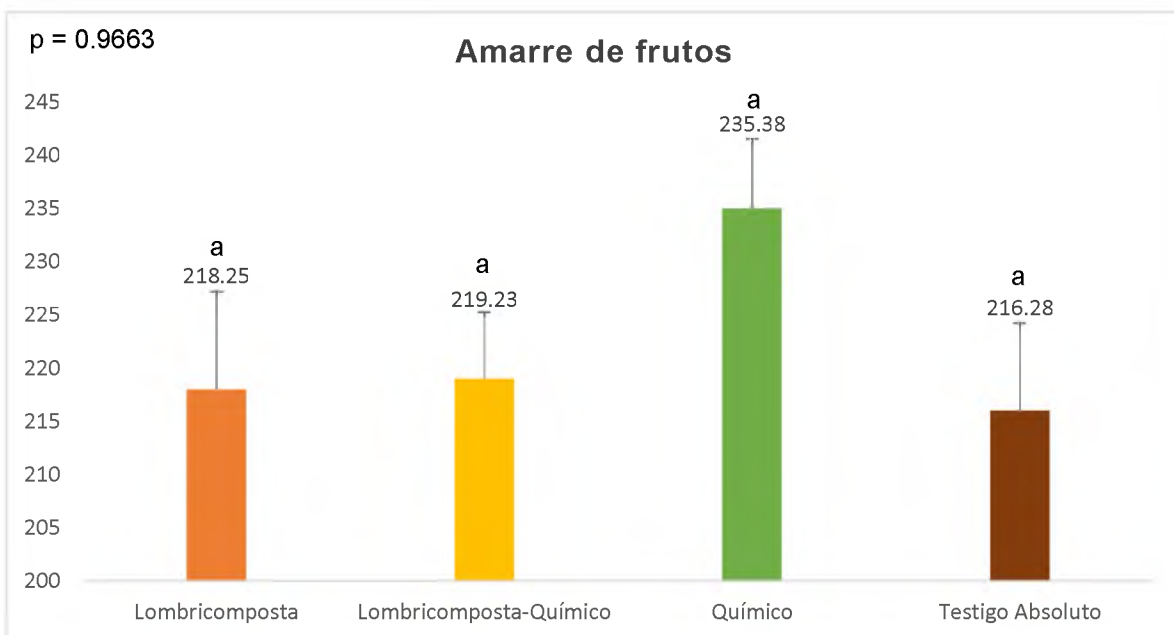


Figura 4. Amarre de fruto total de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación del 14 al 27 de agosto del 2019.

Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.3. Número promedio de botones florales

En la Tabla 1 se observa el número promedio de botones florales por planta de tomate de cáscara, bajo los diferentes tratamientos aplicados. En todos los tratamientos existieron diferencias altamente significativas en cada uno de los muestreos evaluados ($p \leq 0.0001$), siendo el tratamiento con Lombricomposta en combinación con fertilizante Químico (L-Q) siendo este tratamiento el que presentó los mejores resultados estadísticos, en todos los muestreos, además, de presentar diferencias significativas con el resto de los tratamientos.

En la Figura 5 se observó el número promedio de botones florales totales durante todo el experimento en cada uno de los tratamientos. Se puede observar que las aplicaciones de estos fertilizantes no presentan diferencias significativas en el número promedio botones florales por planta en comparación con el Testigo Absoluto (T-A) ($p = 0.7350$). El tratamiento donde se empleó Lombricomposta en combinación con fertilizante Químico (L-Q) obtuvo un incrementando en un 27.68 % sobre el número de botones florales del Testigo Absoluto (T-A). En este mismo sentido, el tratamiento Lombricomposta (L) y Químicos (Q) presentaron un incremento de 15.84 y 13.05 % respectivamente en comparación al tratamiento Testigo Absoluto (T-A). Para sustentar esto, Bautista *et al.*, (2017) mencionan que en el cultivo de frijol variedad Cerinza, la fertilización química aumenta en el número de botones florales a los 49 dds, incrementando el índice de botones un 31.42 % en comparación a la fertilización con lombricomposta y un 42.85 % al tratamiento testigo absoluto.

Otra investigación con resultados similares fue la presentada por Lara *et al.*, (2018) los cuales mencionan que la aplicación a diferentes dosis de

Lombricomposta incrementa en un 51.28 % el número de botones florales en comparación a los tratamientos Químicos en el cultivo de chile dulce. Por su parte, Villalva *et al.*, (2015) indican que las aplicaciones de estiércol bovino y fertilizantes Químicos aumentan el número de botones flores en el cultivo de aguacate Hass hasta un 53.65 % en comparación a la fertilización orgánica (estiércol bovino) y hasta en un 48.78 % en comparación al tratamiento testigo absoluto. Estas afirmaciones, en el número de botones florales concuerdan con lo observado en nuestra investigación donde los valores más altos se obtuvieron con las fertilizaciones orgánicas.

Tabla 1: Número promedio de botones florales en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) por tratamiento. Datos tomados en cada uno de los muestreos vegetativos de la planta, hasta la llegada de la primera cosecha.

Tratamientos	Botones florales							
	25 ddt	32 ddt	39 ddt	46 ddt	53 ddt	60 ddt	67 ddt	74 ddt
L	128.68 b	169.00 a	205.50 b	263.25 a	306.00 b	429.50 b	575.50 b	660.00 b
L-Q	168.83 a	189.25 a	235.00 a	276.00 a	322.75 a	558.75 a	684.00 a	732.50 a
Q	121.50 c	171.75 a	237.50 a	271.50 a	301.5 b	390.00 c	525.75 c	631.25 a
T-A	44.5 d	132.25 b	183.25 c	229.75 b	272.25 c	368.00 d	495.00 d	579.00 c
Valor p	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
E-E	1.69	7.93	6.06	0.52	2.03	3.71	7.20	12.85

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T-A) Testigo Absoluto, y (ddt) días después del trasplante.

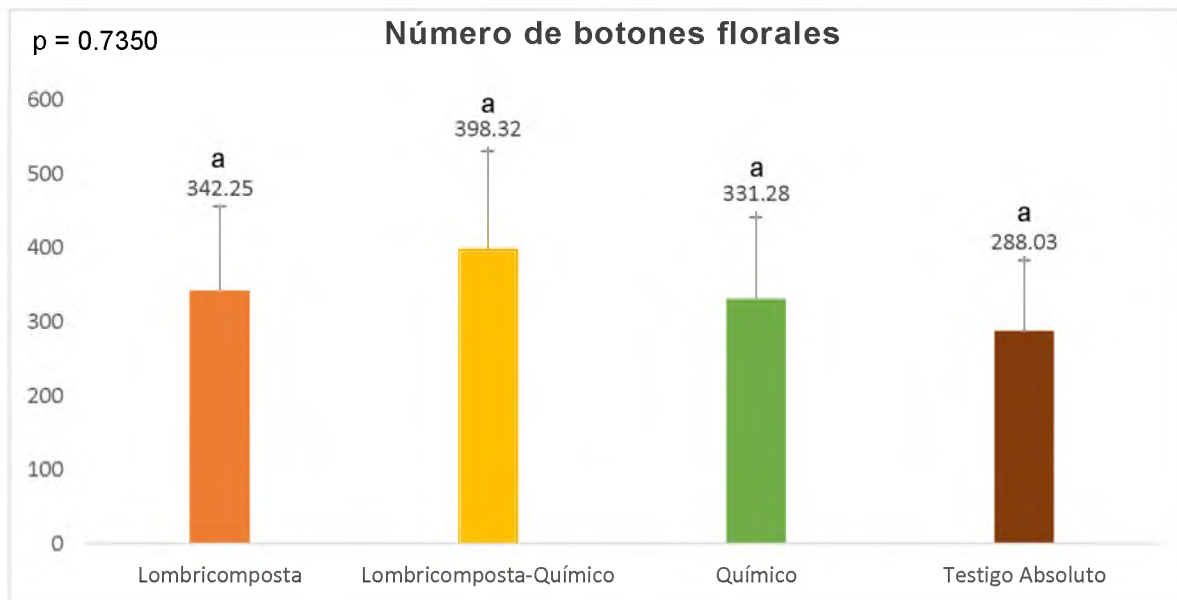


Figura 5. Número promedio de botones florales totales de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita Oaxaca. periodo de evaluación 28/08/19 – 16/10/19. Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey $\alpha \leq 0.05$). las bandas superiores indican el error estándar.

16.4. Número promedio de flores

En la Tabla 2 se puede observar que para esta variable solo hubo diferencias significativas en el primer muestreo a los 25 ddt, el mejor tratamiento fue la combinación lombricomposta-químico (L-Q), este tratamiento fue estadísticamente mejor que el resto de los tratamientos. Además, podemos observar que para el resto de los muestreos no hubo diferencia significativa entre tratamientos.

En la Figura 6 se muestra el número promedio de flores que obtuvo cada planta para esta variable, en la cual no se presentó diferencias significativas en los tratamientos evaluados ($p = 0.7928$). El tratamiento de fertilizante orgánico a base de Lombricomposta en combinación con el fertilizante Químico (L-Q) obtuvo los mejores resultados incrementando hasta en un 18.91 % en el número promedio de flores en comparación con el Testigo Absoluto (T-A). De esta misma manera, los tratamientos orgánicos con lombricomposta (L) y el tratamiento con fertilización Química (Q) obtuvieron resultados similares en el incremento del número promedio de flores con 9 y 8.16% respectivamente en comparación con el tratamiento Testigo Absoluto (T-A). Cruz *et al.*, (2017) mencionan que las aplicaciones de fertilizantes orgánicos en las plantas de tomate de cáscara tienen un aumento significativo en la floración del 33.18 % en comparación con la aplicación de fertilizante químico y del 15.19 % en comparación con el testigo absoluto. Por otro lado Bayard y Orberá, (2020) Indican que las aplicaciones de materia organica incrementa un 64.28 % el indice de florales en las plantas de Habichuela Larga (*Vigna unguiculata*, L) en comparacion a las fertilizaciones convencionales. Arancon *et al.*, (2003) mencionan que las aplicaciones de fertilizante orgánico de lombricomposta a razon de (10 t ha⁻¹) aumenta un 40 % la cantidad de flores por planta, en comparacion a la fertilizacion

química de (85–155–125 kg NPK ha⁻¹) en el cultivo de fresa variedad Chandler. Si bien, en nuestros resultados el tratamiento Lombricomposta-Químico fue el mejor es notorio que la aplicación de Lombricomposta si influyó en la mayor cantidad de flores.

Tabla 2. Número promedio de flores por planta de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) por tratamiento. Datos tomados en cada uno de los muestreos vegetativos de la planta, hasta la llegada de la primera cosecha.

Tratamientos	Flores por planta							
	25 ddt	32 ddt	39 ddt	46 ddt	53 ddt	60 ddt	67 ddt	74 ddt
L	10.75 b	19.25 a	27.08 a	30.65 a	38.25 a	43.50 a	50.91 a	58.16 a
L-Q	14.83 a	23.25 a	32.25 a	38.91 a	41.15 a	43.37 a	54.12 a	66.30 a
Q	13.00 ab	22.83 a	26.50 a	36.25 a	37.25 a	38.40 a	47.22 a	54.91 a
T-A	9.60 b	19.13 a	25.16 a	33.16 a	37.90 a	40.31 a	43.58 a	45.00 a
Valor p	0.0049	0.4860	0.3108	0.4906	0.6786	0.4888	0.1286	0.2512
E-E	2.87	2.40	2.60	3.89	2.57	2.43	3.17	4.44

^{NS}No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T.A) Testigo Absoluto y (ddt) días después del trasplante.

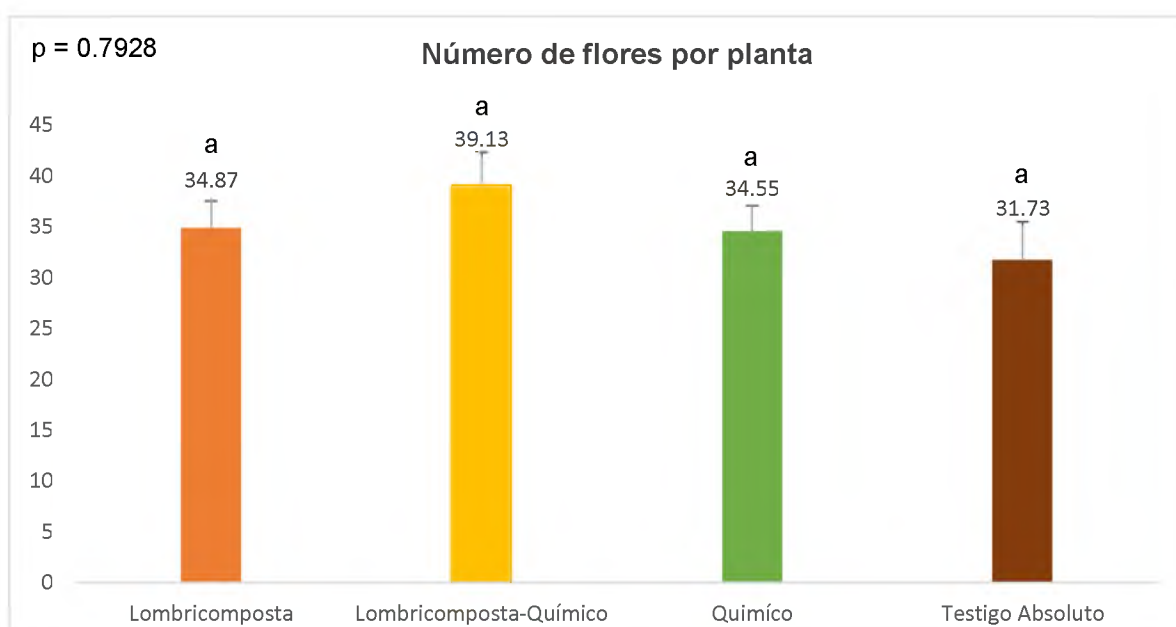


Figura 6. Número promedio de flores por tratamiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación 28/08/19 – 16/10/19.

Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.5. Diámetro del tallo (mm)

En la Tabla 3 se observa el promedio del diámetro del tallo en las distintas evaluaciones de las plantas de los tratamientos se observó que en todos los muestreos se presentaron diferencias altamente significativas ($p = 0.0001$), siendo el tratamiento a base de fertilizante Químico (Q) el que presentó los mejores resultados a los 25, 53, 60, 67 y 74 (ddt). En los muestreos para esta misma variable a los 32 y 39 (ddt), el tratamiento Lombricomposta con fertilización Química (L-Q) presentó el mejor promedio y solo a los 46 (ddt) destacó el tratamiento Lombricomposta (L). En este mismo sentido, en el cuadro se puede apreciar que el tratamiento que presentó promedios muy cercanos en varios muestreos fue el tratamiento Lombricomposta-Químico (L-Q).

En la Figura 7 se muestra el promedio general de todas las plantas de tomate de cáscara en cada tratamiento, en donde se puede apreciar que, aunque el tratamiento con fertilización Química (Q) presentó los mejores resultados, no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.9899$). De esta manera el siguiente mejor tratamiento fue Lombricomposta con fertilización Química (L.Q) seguida por la fertilización orgánica (Q). Ríos *et al.*, (2019) mencionan que las aplicaciones de fertilizante Químico incrementa un 28.18 % el diámetro del tallo en comparación con plantas que son fertilizadas con humus de lombriz en el cultivo de maíz, variedad nutritiva amarillo. Cantero *et al.*, (2015) mencionan que las aplicaciones con fertilizantes orgánicos a base de Lombricomposta y fertilizaciones convencionales, no tiene una influencia sobre el diámetro de los tallos en el cultivo de berenjena (*Solanum melongena* L). Aguilar *et al.*, (2019) mencionan que las

aplicaciones de fertilizantes orgánicos y químicos no presenta diferencias significativas en el diámetro del tallo en el cultivo de papaya variedad Maradol.

Tabla 3. Diámetro promedio del tallo por planta en los diferentes tratamientos evaluados en el cultivo de (*Physalis ixocarpa* Brot.), datos tomados en cada uno de los muestreos vegetativos de la planta hasta la llegada de la primera cosecha.

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)							
	25 ddt	32 ddt	39 ddt	46 ddt	53 ddt	60 ddt	67 ddt	74 ddt
L	6.45 b	10.30 b	20.35 b	23.51 a	25.34 b	26.18 b	26.68 b	28.07 b
L-Q	6.65 b	11.34 a	21.38 a	23.40 a	25.33 b	26.44 b	27.33 b	28.18 b
Q	7.44 a	10.35 b	20.13 b	23.17 a	26.04 a	27.15 a	28.38 a	29.17 a
T-A	5.20 c	9.48 c	17.42 c	20.54 b	22.12 c	23.24 c	25.33 c	26.26 c
Valor p	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
E-E	0.11	0.13	0.15	0.89	0.008	0.23	0.19	0.21

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T-A) Testigo Absoluto y (ddt) días después del trasplante.

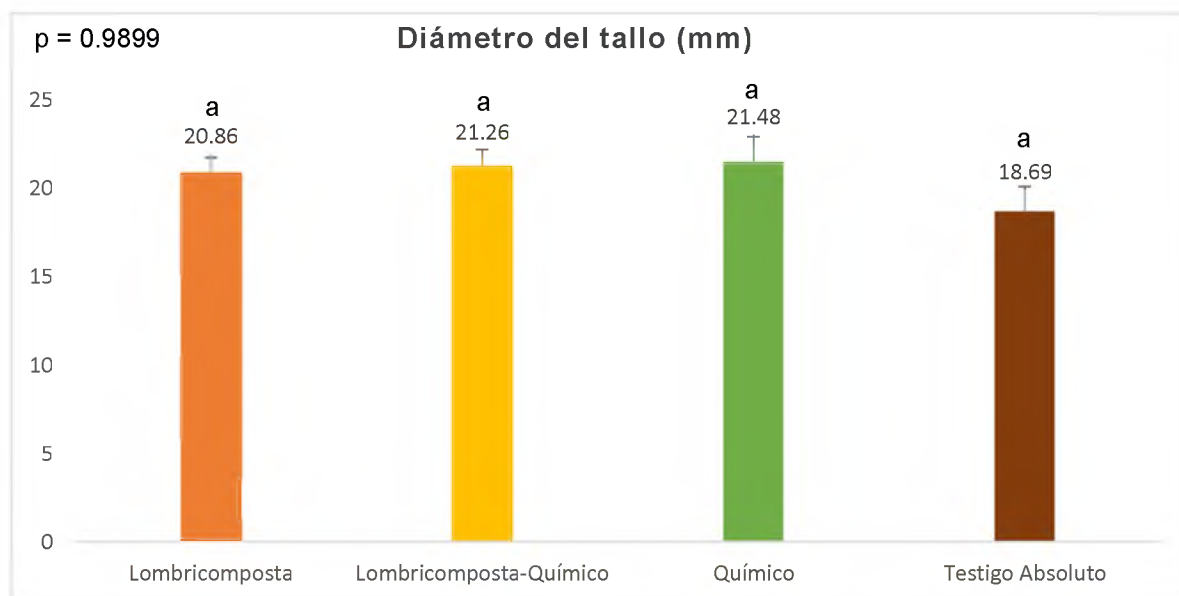


Figura 7. Diámetro del tallo promedio por tratamiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) de los tratamientos evaluados en Loma Bonita, Oaxaca. Periodo de evaluación 28/08/19 – 16/10/19.

Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.6. Diámetro ecuatorial del fruto (mm)

En la Tabla 4 se observa el tratamiento Lombricomposta (L) obtuvo los mejores resultados para esta variable, siendo superior al resto de los tratamientos en el primer ($p = 0.0081$) y segundo corte (0.0001). Sin embargo, para el tercer corte el tratamiento químico (Q) obtuvo el valor más alto para esta variable con 45.29 mm siendo superior al resto de los tratamientos ($p = 0.0001$). Además, podemos observar que para el cuarto corte no hubo diferencias significativas entre tratamientos ($p = 0.6654$).

En la Figura 8 podemos observar que, al total de los cuatro cortes en el cultivo de tomate de cáscara, en el cual se presentaron diferencias altamente significativas destacando el tratamiento con fertilización a base de Lombricomposta (L) aunque todo el tratamiento con cualquier tipo de fertilización fue superior al Testigo Absoluto (T-A) ($p \leq 0.0007$). El tratamiento con fertilización con Lombricomposta (L) y el tratamiento Químico (Q) tuvieron un incremento en el diámetro del fruto de 5.13 y 4.23 % respectivamente respecto al tratamiento Testigo Absoluto (T-A). Rodas y Domínguez, (2017) mencionan que las aplicaciones de fertilizantes de procedencia Química tienen un efecto similar sobre el ecuatorial de los frutos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L), siendo el tratamiento con esta fertilización el que presentó un ligero incremento del 9.37 % en comparación a la fertilización orgánica y del 17.83 al tratamiento testigo absoluto. Por otra parte, Petit *et al.*, (2009) reportan que los diámetros de los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L) con fertilización Química al 100% y fertilizante orgánico al 100% (L) son muy similares y no presentan diferencias significativas para esta variable. Sin embargo, para el tratamiento con mezcla de los dos tipos de fertilizante si presentó diferencias

significativas, ya que se presentó una disminución en el diámetro ecuatorial de los frutos del 2.13 %. Resultados muy similares encontrados en esta investigación donde el tratamiento con fertilizante orgánico (L) y químico (Q) no presentaron diferencias significativas, mientras que el tratamiento mezcla a base de Lombricomposta-Químico (L-Q) presentó una disminución del diámetro ecuatorial en el fruto de tomate de cáscara del 13.92 %.

Tabla 4. Diámetro ecuatorial promedio del fruto (mm) de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en cuatro cortes, en los tratamientos evaluados en Loma bonita, Oaxaca.

Tratamientos	Diámetro ecuatorial del fruto (mm)			
	1 ^{er} . Corte 74 ddt	2 ^{do} . Corte 81 ddt	3 ^{er} . Corte 88 ddt	4 ^{to} . Corte 95 ddt
L	40.83 a	42.98 a	41.61 b	38.45 a
L- Q	35.92 b	42.10 ab	41.55 b	38.21 a
Q	40.03 ab	40.39 c	45.29 a	37.88 a
T-A	38.49 ab	40.53 bc	39.83 b	37.56 a
Valor p	0.081	0.001	0.001	0.6654
E-E	1.17	0.44	0.74	0.52

^{NS}No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T-A), Testigo Absoluto y (ddt) días después del trasplante.

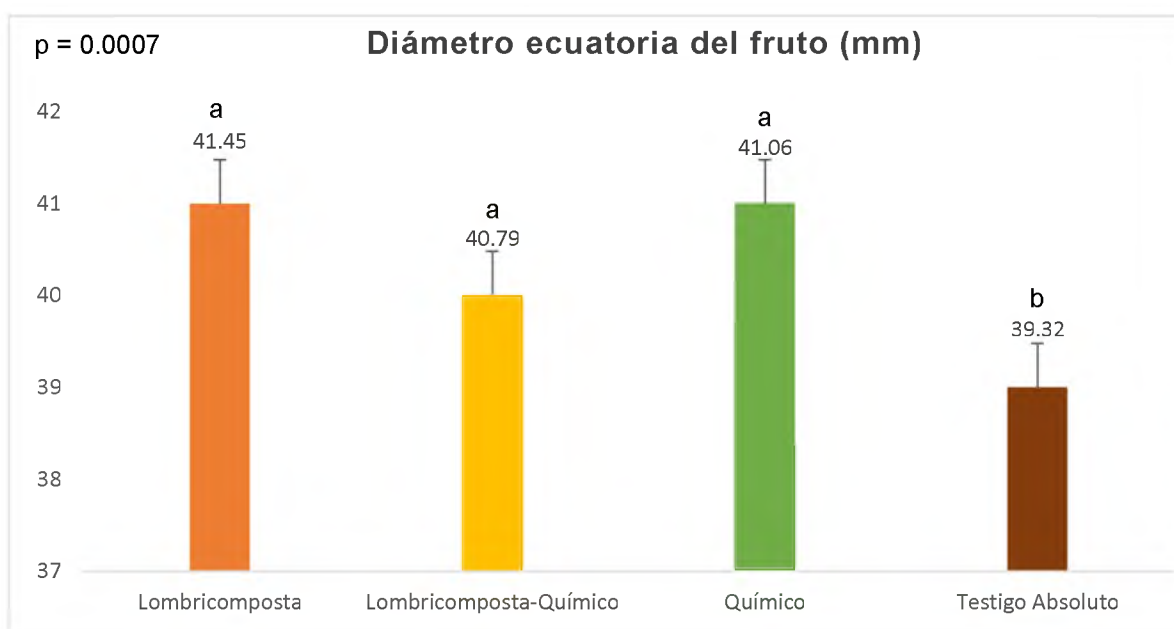


Figura 8. Diámetro ecuatorial promedio del fruto, de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Loma Bonita, Oaxaca. Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.7. Diámetro polar del fruto (mm)

En la Tabla 5 podemos observar que en el primer corte destacó el Testigo Absoluto (T-A) ($p = 0.0040$), seguido por el tratamiento con fertilización Química (Q) y el tratamiento con Lombricomposta (L). En el segundo y cuarto corte no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.6018$ y $p = 0.7354$) respectivamente. El tercer corte presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos, siendo el tratamiento Químico (Q), el cual presentó la media más alta ($p = 0.0001$).

En la Figura 9 se pueden observar las medias de la variable Diámetro polar del fruto total de los cuatro tratamientos, en donde no se encontraron diferencias estadísticas ($p = 0.6158$). Los tratamientos que destacan numéricamente son los tratamientos con Lombricomposta completados con fertilizante Químico (Q) y el tratamiento con la Fertilización Lombricomposta (L) en 10.53 y 4 % respectivamente, ya que presentan un mayor diámetro polar de sus frutos con respecto al Testigo Absoluto (T-A). Berdeja *et al.*, (2018) mencionan que las aplicaciones de fertilizantes Químicos y orgánicos no tiene una incidencia significativa estadística en la relación de los diámetros polar/ecuatorial de frutos de limón persa (*Citrus latifolia* Tan.). Por otra parte (Pérez-García & Torres-Pérez, 2013) mencionan que las aplicaciones de fertilizante Químico y orgánico no presentan diferencias significativas en el cultivo (*Solanum lycopersicum* Mill.) var. Roma, en comparación al Tratamiento Testigo Absoluto. Estos resultados coinciden con encontrados en la presente investigación, en donde el tratamiento a base de Lombricomposta con síntesis Química (L-Q) presentó los mejores valores en el diámetro polar de los frutos aumentando en un 6.81 % en comparación a la fertilización con Lombricomposta al 100 % (L), un 9.47

al fertilizante Químico al 100 % (Q) y un 10.53 % al tratamiento testigo absoluto (T-A).

Tabla 5. Diámetro polar promedio del fruto (mm) de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en cuatro cortes de los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Diámetro polar del fruto (mm)			
	1 ^{er.} Corte 74 ddt	2 ^{do.} Corte 81 ddt	3 ^{er.} Corte 88 ddt	4 ^{to.} Corte 95 ddt
L	32.25 ab	38.36 a	36.45 ab	32.76 a
L-Q	29.91 b	49.87 a	35.58 b	31.92 a
Q	32.30 ab	36.35 a	37.43 a	32.27 a
T-A	33.87 a	37.19 a	34.92 c	32.24 a
Valor p	0.0040	0.6018	0.0001	0.7359
E-E	0.87	0.99	0.31	0.48

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T.A) Testigo Absoluto y (ddt) días después del trasplante.

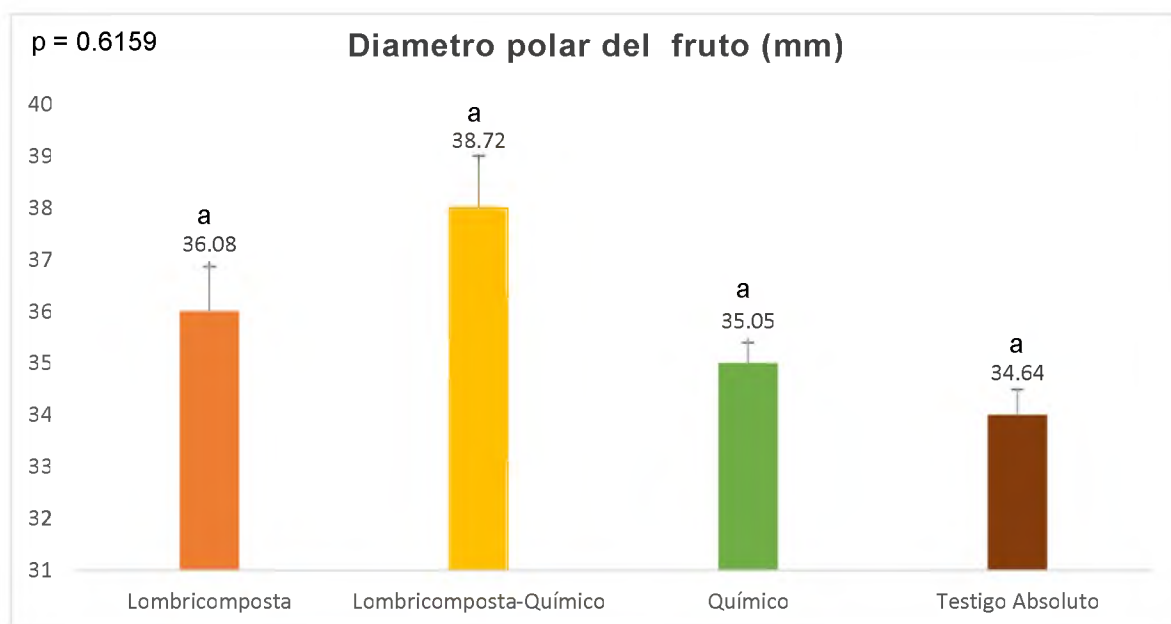


Figura 9. Diámetro polar promedio del fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Loma Bonita, Oaxaca.

Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.8. Peso del fruto (g)

En la Tabla 6 se observó que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.001$) en el peso de los frutos cosechados mientras que, en los tratamientos, Para el segundo el mejor tratamiento fue el tratamiento a base de Lombricomposta (L) ($p = 0.001$) mientras que en el tercer corte se mantuvieron como mejores tratamientos la Lombricomposta (L) y tratamiento Químico (Q) el respecto a los demás tratamientos obteniendo valores de ($p = 0.008$) respectivamente. En el cuarto corte no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para la variable peso de fruto ($p = 0.9632$).

En la Figura 10 se observa que para el peso de fruto de todos los cortes el tratamiento de Lombricomposta (L) fue superior ($p = 0.001$) a los demás tratamientos. Los tratamientos con Lombricomposta (L), Lombricomposta con Químicos (L-Q) y el tratamiento solo con Químico (Q) mostraron incrementos en el peso de fruto en 12.48, 6.81 y 2.85% respectivamente en comparación con el Testigo Absoluto (T-A). Abreu *et al.*, (2018) menciona que la combinación de fertilizantes químicos incrementa en un 4.09 % el peso de los frutos en comparación a la fertilización combinada de lombricomposta-química en el cultivo de (*Capsicum annuum* L) variedad Magistral, esta situación es similar a la reportada, en nuestro experimento ya hubo un comportamiento similar en estas combinaciones de fertilizante. Macías *et al.*, (2012) mencionan que la aplicación de fertilizantes químicos aumenta significativamente el peso de los frutos de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L) en un 9.85 % en la cosecha, en comparación a la fertilización combinada de estiércol más fertilizante sintético y un 17.02 % al tratamiento testigo absoluto. En nuestra investigación el mayor peso de frutos se obtuvo con la

aplicación de lombricomposta, sin embargo, la combinación de las fertilizaciones orgánica y química aun mantuvo una ligera ventaja sobre el tratamiento químico. Esto coincide con los resultados de Abreu *et al.*, (2018) los cuales señalan que las combinaciones de fertilizantes orgánicos y químicos, en este caso el humus de lombriz puede ser una alternativa eficaz para reducir el uso de fertilizante químico.

Tabla 6. Peso promedio del fruto (g) de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en cuatro cortes en los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Peso del fruto (g)			
	1 ^{er.} Corte 74 ddt	2 ^{do.} Corte 81 ddt	3 ^{er.} Corte 88 ddt	4 ^{to.} Corte 95 ddt
L	31.58 a	36.35 a	36.82 a	28.76 a
L-Q	22.12 ab	34.53 ab	34.55 ab	28.80 a
Q	24.11 ab	30.84 c	36.63 a	28.29 a
T-A	28.52 ab	31.45 bc	32.62 b	28.17 a
Valor p	0.0001	0.0001	0.0008	0.9632
E-E	1.78	0.90	0.78	1.06

NS No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T.A) Testigo Absoluto y (ddt) días después del trasplante.

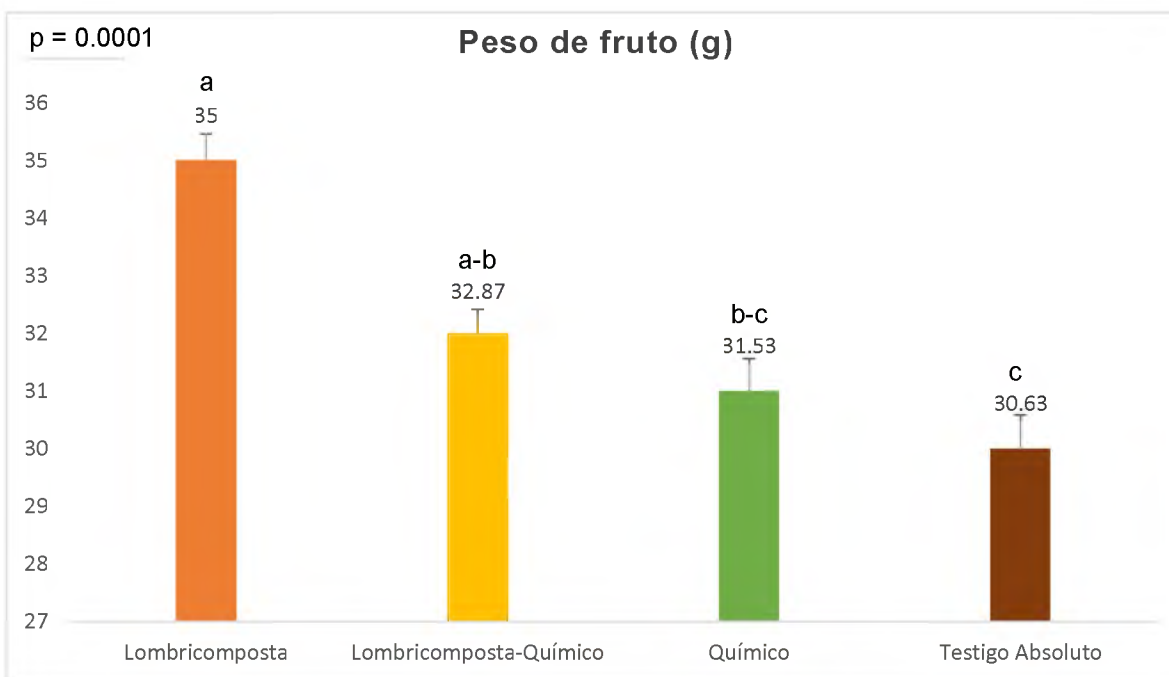


Figura 10. Peso promedio de frutos en los cuatro cortes de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Loma Bonita, Oaxaca. Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey, $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.9. Rendimiento (g)

En la Tabla 7 se presenta el rendimiento del cultivo de tomate de cáscara. En los tres primeros cortes se observó diferencias altamente significativas. En el primer corte se puede observar que el tratamiento que mostró los mejores resultados fue en la que se empleó una fertilización a base de Lombricomposta (L) ($p = 0.001$). En los cortes consecutivos el tratamiento a base Lombricomposta-Químico (L-Q) fue el que alcanzó los mejores valores en esta variable, en el segundo corte ($p = 0.001$), tercer corte ($p = 0.001$) y cuarto corte ($p = 0.038$).

En la Figura 11 se puede apreciar que el rendimiento del cultivo se vio influenciado por la fertilización combinada de Lombricomposta y fertilizante Químico (L.Q), fue el tratamiento que presentó los mejores resultados al obtener un incremento de la producción de 51.87 % en comparación al tratamiento Testigo Absoluto (T.A). El segundo mejor tratamiento fue el fertilizado a base de Lombricomposta (L) obteniendo un incremento del 46.13% en la producción sobre el tratamiento Testigo Absoluto (T-A). Por último, el tratamiento Químico presentó un incremento del 9.70 % sobre el tratamiento Testigo Absoluto (T-A). Cun *et al.*, (2008) mencionan que las aplicaciones con fertilizantes orgánicos en combinación con los fertilizantes químicos tienen un efecto positivo del 59.14 % rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en comparación al tratamiento con humus de lombriz. Aguiñaga *et al.*, (2020) mencionan que las fertilizaciones en combinación de enmiendas orgánicas y químicas en tomate de cáscara, incrementa el rendimiento hasta en un 55.5 % en comparación con la fertilización química. En otras hortalizas de fruto similares al cultivo en investigación podemos encontrar

resultados diferentes como lo indicado por Petit *et al.*, (2009) al mencionar que las aplicaciones de fertilizante químico y orgánico por separado, así como la combinación de estas dos fertilizaciones no presentan diferencias significativas en el rendimiento de cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum* L).

Tabla 7. Rendimiento total por corte (g) de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en cuatro cortes en los tratamientos evaluados.

Tratamientos	Rendimiento (g)			
	1 ^{er.} Corte 74 ddt	2 ^{do.} Corte 81 ddt	3 ^{er.} Corte 88 ddt	4 ^{to.} Corte 95 ddt
L	2,463.5 a	9,923.5 b	16,163.1 b	4,170.5 d
L-Q	818.5 c	11,118 a	17,654.3 a	7,027.55 a
Q	892 b	4,966 d	7,692 c	5,968.5 b
T-A	656 d	5,202.5 c	6,328 d	5,437.5 c
Valor p	0.0001	0.0001	0.0001	0.0038
E.E	0.56	0.58	0.57	0.68

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T.A) Testigo Absoluto y (ddt) días después del trasplante.

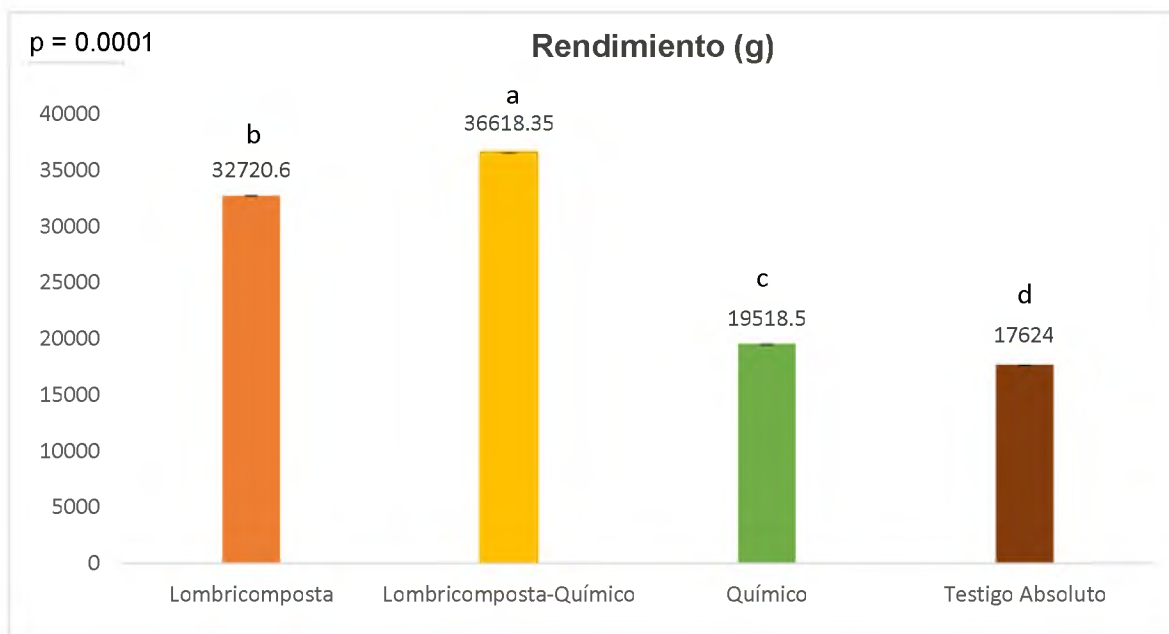


Figura 11. Rendimiento total de las plantas (g) por tratamientos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Loma Bonita, Oaxaca.

Tratamientos con diferentes letras son significativamente distintos. (Tukey $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.10. pH

Esta variable se empezó a evaluar a partir del segundo corte, en la Tabla 8 se observa que los frutos en el segundo corte no se presentaron diferencias significativas ($p = 0.4846$). Mientras que en el tercer corte se encontraron diferencias significativas en el tratamiento Químico (Q) obteniendo los mejores valores, seguido por el tratamiento Lombricomposta-Químico (L-Q), Testigo Absoluto (T-A) y Lombricomposta (L) ($p = 0.0008$). En el cuarto corte el tratamiento que obtuvo los mejores resultados fue el tratamiento Lombricomposta (L) seguido por el tratamiento Lombricomposta-Químico (L-Q) y Químico (Q), los cuales presentaron diferencias significativas entre tratamientos por último el tratamiento Testigo Absoluto (T-A) fue el que presentó los resultados más bajos de los cuatro tratamientos ($p = 0.0004$).

En la Figura 12 se puede observar que el tratamiento con fertilización nitrogenada (Q) obtuvo la mayor concentración de iones de hidrógeno contenidos en la fruta de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) ($p = 0.0003$). El tratamiento Químico (Q) obtuvo un incremento significativo del 4.54 % en comparación del tratamiento Testigo Absoluto (T-A), seguido del tratamiento Lombricomposta-Químico (L-Q) el cual obtuvo un incremento del 2.32 % en comparación del tratamiento Testigo Absoluto (T-A), el tratamiento Lombricomposta (L) tuvo un decremento en comparación a la variable Testigo Absoluto (T-A) del -2.43 % en comparación del tratamiento Testigo Absoluto (T-A).

Hasnain *et al.*, (2020) mencionan que las aplicaciones combinadas de fertilizantes químicos y orgánicos al 30%-70%, 50%-50%, 70%-30% así como la incorporación de fertilizantes convencionales al 100% no muestran diferencias significativas en el contenido de pH en los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum*

L), siendo los frutos de tomate de cáscara con un pH de 4 a 4.5 los preferidos por las personas (Trejo *et al.*, 2007).

Así que independientemente de la fertilización que fue empleada en esta investigación, el pH se encuentra en el rango aceptado para esta variable en la calidad de fruto.

Tabla 8. pH promedio en frutos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en tres cortes en los tratamientos evaluados.

Tratamientos	pH		
	2. ^{do} Corte 81 ddt	3. ^{er} Corte 88 ddt	4. ^{to} Corte 95 ddt
L	4.31 a	4.06 b	4.76 a
L-Q	4.28 a	4.29 ab	3.97 b
Q	4.22 a	4.87 a	4.18 ab
T-A	4.20 a	4.40 ab	4.08 ab
Valor p	0.4846	0.008	0.004
E-E	0.50	0.13	0.10

Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta, (L-Q) Lombricomposta-Químico, (Q) Químico, (T.A) Testigo Absoluto. Absoluto y (ddt) días después del trasplante.

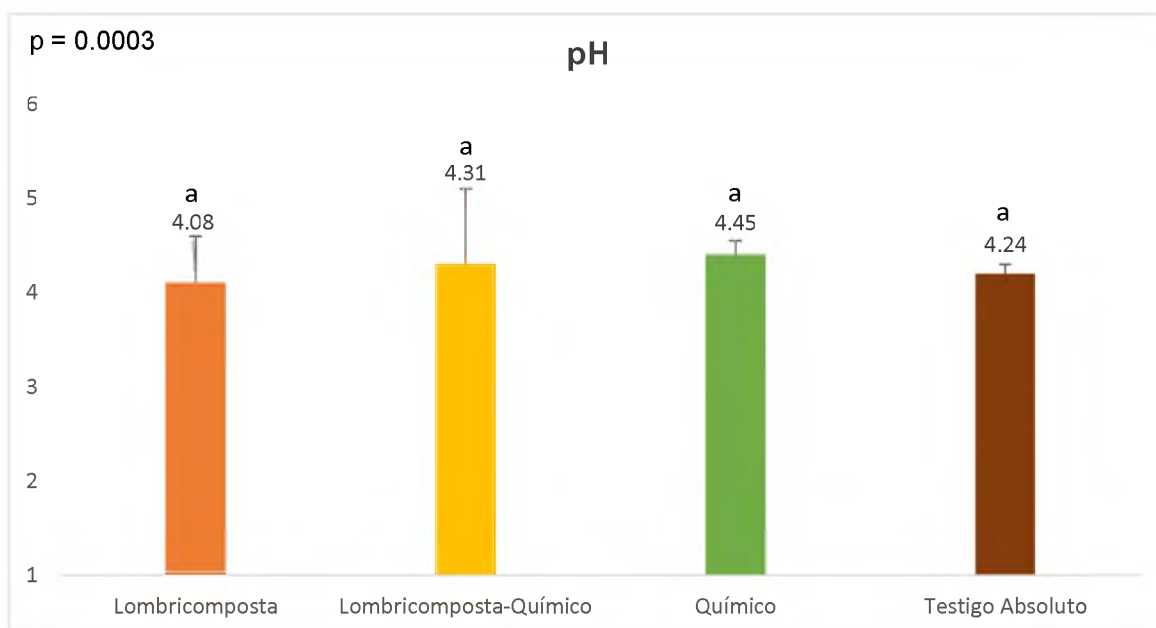


Figura 12. pH promedio de los frutos obtenidos en cada uno de los tratamientos donde se analizó esta variable en los tres últimos cortes del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Loma Bonita, Oaxaca.

Tratamientos con diferentes letras son significativamente distintos. (Tukey $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

16.11. Sólidos solubles totales (SST) o (°Bx) del fruto

Esta variable se empezó a evaluar a partir del segundo corte, en la Tabla 9 se observa que la cantidad de SST se mantiene constante en cada uno de los tres cortes aplicados en el cultivo de tomate de cáscara, al no presentar diferencias significativas en ningún tratamiento, primer corte ($p = 0.6970$), segundo corte, ($p = 0.2496$) y tercer corte ($p = 0.5409$).

En la Figura 13 se puede observar que no existen diferencias significativas en los sólidos solubles totales presentados en los frutos de los tratamientos evaluados ($p = 0.3739$). De acuerdo con los datos obtenidos en nuestra investigación podemos concluir que las aplicaciones Lombricomposta (L), Lombricomposta-Químico (L.Q) y Químico (Q) no tienen ningún efecto positivo en la cantidad de sólidos solubles totales en los frutos de tomate verde.

Mahadeen, (2009) indica que las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados, así como las aplicaciones de fertilizantes orgánicos no afectan la cantidad de sólidos solubles totales en frutos fresa, aunque los valores presentados por la aplicación de la fertilización orgánica 40 t ha^{-1} incrementaron en un 0.05 % los SST en comparación a la fertilización nitrogenada con $(20 \text{ N} - 60 \text{ P} - 100 \text{ K}) \text{ kg ha}$, al menos numéricamente. Sin embargo, hay evidencia que en el cultivo de tomate de cáscara Aguiñaga *et al.*, (2020) encontraron que el mayor contenido de grados Brix fue en los frutos de tomate de cáscara con fertilización química al 100% al incrementar el contenido de SST en un 14.28 % en comparación a la aplicación combinada de fertilizante químico y orgánico.

González *et al.*, (2021) mencionan que las aplicaciones de fertilizantes químicos elevan en un 5.15 % el contenido de SST en el cultivo de melón, en comparación a las fertilizaciones orgánicas. De acuerdo con los datos obtenidos en nuestra investigación podemos concluir que las aplicaciones Lombricomposta (L), Lombricomposta-Químico (L-Q) y Químico (Q) no tienen ningún efecto positivo en la cantidad de sólidos solubles totales en los frutos de tomate verde.

Tabla 9. Sólidos Solubles Totales promedio (SST) o grados Brix en frutos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en tres cortes en los tratamientos evaluados.

Tratamientos	SST o grados Brix		
	2. ^{do} Corte 81 ddt	3. ^{er} Corte 88 ddt	4. ^{to} Corte 95 ddt
L	5.75 a	5.55 a	5.06 a
L-Q	5.38 a	5.14 a	4.97 a
Q	5.67 a	4.54 a	5.23 a
T-A	5.30 a	5.08 a	4.78 a
Valor p	0.6878	0.2496	0.5409
E-E	0.28	0.35	0.22

^{NS}No hay significancia, *0.05, ** 0.01, ***0.001. Medias con letras iguales en las columnas no difieren significativamente, prueba de (Tukey $\alpha \leq 0.05$). (L) Lombricomposta. (L-Q) Lombricomposta-Químico. (Q) Químico. (T.A) Testigo Absoluto. (T) Tratamiento. (SST) Sólidos solubles totales.

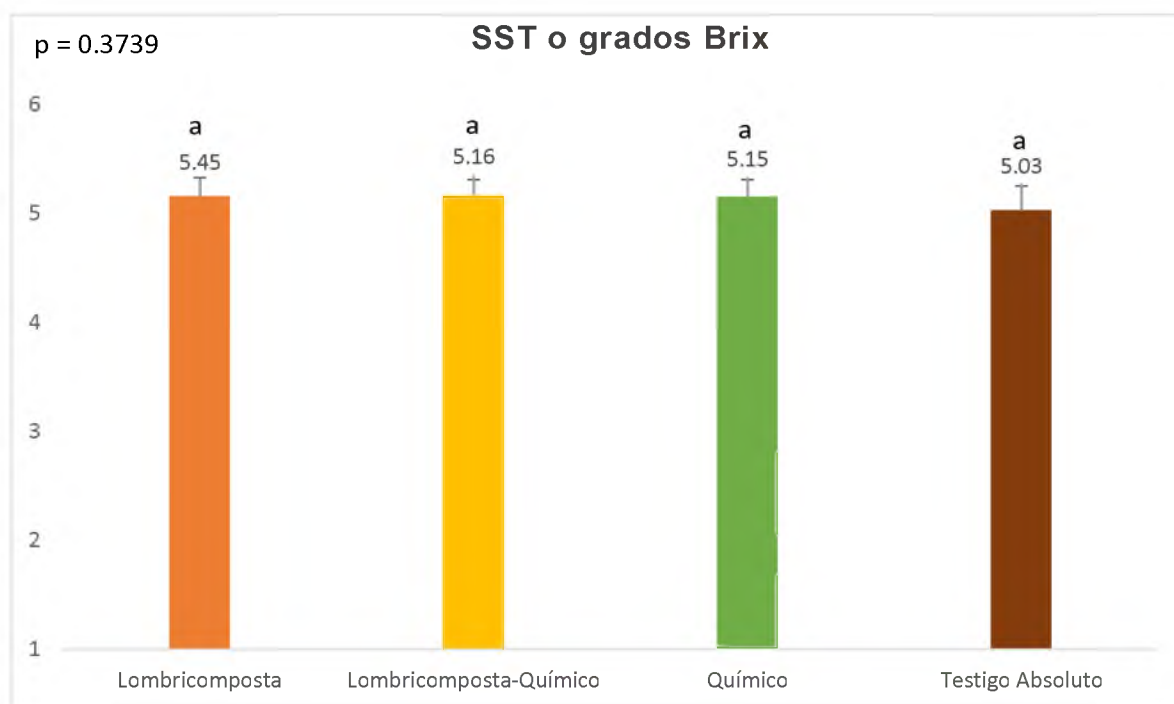


Figura 13. Sólidos solubles totales promedio de los frutos obtenidos en cada uno de los tratamientos donde se analizó esta variable en los tres últimos cortes del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Loma Bonita, Oaxaca.

Tratamientos con diferentes letras son significativamente distintos. (Tukey $\alpha \leq 0.05$). Las bandas superiores indican el error estándar.

17. CONCLUSIONES

Las aplicaciones de fertilizantes orgánicos a base de lombricomposta y a su vez la lombricomposta más fertilización química influyen positivamente sobre las variables días floración, tamaño de frutos y rendimiento en las plantas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

El tipo de fertilización no influyen en el pH y grados Brix de los frutos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

Solo en las variables amarre de fruto y diámetro del tallo, la fertilización química favoreció a estas variables, aunque no de manera significativa.

18. LITERATURA CITADA

Abreu-Cruz, E., Araujo-Camacho, E., Rodríguez-Jimenez, S. L., Valdivia-Ávila, A. L., Fuentes-Alfonso, L., y Pérez-Hernández, Y. 2018. Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y húmus de lombriz en *Capsicum annuum*. Revista Centro Agrícola. 45(1): 52-51.

Aguilar-Carpio, C., Alcántara-Jiménez, J. Á., Leyva-Bautista, S., Ayvar-Serna, S., y Díaz-Villanueva, G. E. 2019. Rendimiento y rentabilidad de genotipos de papaya en función de la fertilización química, orgánica y biológica. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 10(3): 575-584. <https://doi.org/10.29312/remexca.v10i3.1498>

Aguiñaga-Bravo, A., Medina-Dzul, K., Garruña-Hernández, R., Latournerie-Moreno, L., y Ruíz-Sánchez, E. 2020. Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). Acta Universitaria. 30, 1-14. [doi:http://doi.org/10.15174/au.2020.2475](http://doi.org/10.15174/au.2020.2475)

Apodaca-Sánchez, M. A., Barreras-Soto, M. A., Cortez-Mondaca, E., y Quintero-Benítez, J. A. 2008. Enfermedades del tomate de cáscara en Sinaloa. INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Fuerte. Folleto Técnico No. 31. Los Mochis, Sinaloa, México. 33 p

Arancon, N., Edwards, C., Bierman, P., Welch, C., y Metzger, J. 2003. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields.

Bioresource Technology. 93(2): 145-153.
doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2003.10.014>

Arcos, C.G., Mar, G.G., Vega, A.P., Torres R.O., y Ramirez M.M., 2010. Enemigos naturales del gusano soldado *Spodoptera exigua* Hübner en Chile serrano en el sur de Tamaulipas. Memorias del XXXIII Congreso nacional de control biológico. Uruapan, Michoacán, México. 7-12 p.

Arenas-Peregrina, A., 2021. Fitopatología 3ª Edición. Editorial Síntesis, Madrid España. 268 p.

Bautista-Zamora, D., Chavarro-Rodríguez, C., Cáceres-Zambrano, J., y Buitrago-Mora, S. 2017. Efecto de la fertilización edáfica en el crecimiento y desarrollo de *Phaseolus vulgaris* cv. ICA Cerinza. Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. 11(1): 122-132.
doi:<http://dx.doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5496>

Bayard-Vedey, I., y Orberá-Ratón, T. d. 2020. Fertilización de habichuela larga con biopreparados bacterianos, materia orgánica y fertilizante NPK. Revista Cubana de Química. 32(2): 299-310.

Berdeja-Arbeu, R., Martínez-Patricio, G., Medel-Simón, M., y Méndez-Gómez, J. 2018. La fertilización química y orgánica al suelo en lima Persa (*Citrus latifolia* Tan) mantiene el rendimiento y calidad del fruto. Acta Agrícola y Pecuaria. 4(1): 10-17. doi:<https://doi.org/10.30973/aap/2018.4.1/2>

- Bongiovanni, M. D., y Lobartini, J. C. 2009. Efecto de sustancias orgánicas solubles del suelo sobre la absorción de hierro en plántulas de girasol. *Ci. Suelo (Argentina)*. 27(2): 171-176.
- Cantero, J. R., Espitia, L. N., Cardona, C. A., C, V. C., y Araméndiz, H. T. 2015. Efectos del compost y lombriabono sobre el crecimiento y rendimiento de berenjena (*Solanum melongena* L) *Revista de Ciencias Agrícolas*. 32(2): 56-67. doi:<http://dx.doi.org/10.22267/rcia.153202.13>
- Chen, H., Berndtsson, R., Ma, M., y Zhu, K. 2009. Characterization of insolubilized humic acid and its sorption behaviors. *Environmental Geology*. 57, 1847-1853. doi:0.1007/s00254-008-1472-0
- COFEPRIS (Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios). 2020. Registros sanitarios. Plaguicidas y nutrientes vegetales. Disponible en: <http://www.cofepris.gob.mx/AS/Paginas/Registros%20Sanitarios/Registro%20Sanitario%20de%20Plaguicidas%20y%20Nutrientes%20Vegetales/RegistroSanitarioPlaguicidasYNutrientes.aspx>. Consultado: 20 septiembre 2021.
- Cortez-Mondaca, E. 2005. Estrategias del manejo de las principales plagas insectiles que atacan al tomatillo, Memoria Jornada tecnologica de produccion de tomatillo. Culiacan, Sinaloa, Mexico: Fundacion Produce Sinaloa S.A. Enlace, Innovación y Progreso. 39-68 p.
- Cruz-Koizumi, Y. P., Alayón-Gamboa, J. A., y Morón-Ríos, A. 2017. Efecto de la fertilización orgánica y de síntesis química en tomate verde (*Physalis*

- ixocarpa* Brot. Ex Horn) en Calakmul, Campeche, México. Avances en Investigación Agropecuaria. 21(2): 41-53.
- Cun G, R., Duarte D, C., y Montero S, L. 2008. Producción orgánica de tomate mediante la aplicación de humus de lombriz y EcoMic® en condiciones de casa de cultivo. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. 17(3): 22-25.
- Espíndola-Barquera, M. d., Cano-Medrano, R., Rodríguez-Alcázar, J., y Sánchez. 2008. Amarre de fruto en aguacate "Hass" con aplicaciones de AG3, N y anillado. Agricultura Técnica en México. 34(4): 407-419.
- FAO Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2022. Los fertilizantes y sus usos. Manual Mundial sobre el Uso de Fertilizantes. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Asociación internacional de la Industria de los Fertilizantes, FAO-IFA. 77 p.
- Fernández-Rivera, D. 2013. Determinación de la eficiencia productiva de cuatro abonos orgánicos y una fertilización química utilizando plantas de maíz (*Zea mays*) como indicadoras. Repertorio Científico. 16(2): 55-60. doi: <https://doi.org/10.22458/rc.v16i2.2515>
- Ferrera-Cerrato, R., y Alarcón, A. 2001. La microbiología del suelo en la agricultura sostenible. Ciencia Ergo Sum. 8(2): 175-183.
- Flores-Escobar, E. I. 2006. Fertilización orgánica vs fertilización química en el cultivo de maíz (Var. INIAP 542) en Zamora. Tesis de Licenciatura. Universidad

nacional de la zona agropecuaria y de recursos naturales renovables, Loja Ecuador. 82 p.

Garza-Urbina, E., y Rivas-Monge, A. 2003. Manejo integrado de las plagas de chile y tomate en la zona media de San Luis Potosí. San Luis Potosí, México. Folleto para productores N° 5. Campo Experimental Las Huastecas. INIFAP-CIRNE. Villa Cuauhtémoc, Tam. México. 57 p.

González-Salas, U., Gallegos-Robles, A. M., Preciado-Rangel, P., García-Carrillo, M., Rodríguez-Hernández, M. G., García-Hernández, J. L., y Guzmán-Silos, T. L. 2021. Efecto de fuentes de nutrición orgánicas e inorgánicas mezcladas con biofertilizantes en la producción y calidad de frutos de melón. Terra Latinoamericana. 39, 1-10. doi:10.28940/terra.v39i0.904

Gómez-Guillen, M. J., Palacios-Álvarez, A., Ramírez-Rojas, S., García Pérez, F., Salazar Pedroza, A., y Inoue, K. 2001. Guía para cultivar tomate de cáscara en el estado de Morelos. Folleto para productores No. 29. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural Pesca y Alimentación, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas Y Pecuarias, Centro de Investigación Regional del Centro, Campo Experimental Zacatepec. SAGARPA-INIFAP. Zacatepec, Morelos, México. 19 p.

Hasnain, M., Chen, J., Ahmed, N., Memon, S., Wang, L., Wang, Y., y WangPing. 2020. The effects of fertilizer type and application time on soil properties, plant traits, yield and quality of tomato. Sustainability. 12(21): 9065. doi:10.3390/su12219065

Hernán-González, O., Zapata-Hernández, R. D., y Sadeghian-Khalajabadi, S. 2009. Caracterización de los ácidos húmicos en suelos de la zona cafetera de caldas. *Cenicafé*. 60(1): 25-40.

Hernández-Morales, L. M., García-Pérez, E., y Cortés-Flores, J. I., Villegas-Monter y Mora-Aguilera J. A. 2021. Fertilización integral en árboles de naranjo 'Marrs' en producción con síntomas de virus de la tristeza de los cítricos (VTC) y huanglongbing (HLB). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 44 (1): 59-66. doi: <https://doi.org/10.35196/rfm.2021.1.59>

ICAMEX. 2022. Cultivo de Tomate de Cáscara. Disponible en: [https://icamex.edomex.gob.mx/tomate_cascara#:~:text=Es%20recomendabl e%20tener%20presente%20la,y%20los%20fertilizantes%20\(fertirriego\)](https://icamex.edomex.gob.mx/tomate_cascara#:~:text=Es%20recomendabl e%20tener%20presente%20la,y%20los%20fertilizantes%20(fertirriego)). Consultado: 02 Febrero de 2022

INAFED Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. 2021. Enciclopedia de los municipios y delegaciones de Mexico. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20044a.html>. Consultado: 27 de Diciembre de 2021.

Jiménez-Santana, E., Robledo-Torres, V., Benavides-Mendoza, A., Ramírez-Godina, F., Ramírez-Rodríguez, H., E de la Cruz-lázaro. 2012. Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) *Universidad y Ciencia*. 28 (2): 153-161.

Lara-Capistrán, L., Zulueta-Rodríguez, R., Murillo-Amador, B., Romero-Bastidas, M., Rivas-García, T., & Hernández-Montiel, L. G. (2018). Respuesta agronómica del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) a la aplicación de *Bacillus subtilis* y lombricomposta en invernadero. Terra Latinoamericana. Número Especial 38-3: 693-704. doi:<https://doi.org/10.28940/terra.v38i3.737>

López-López, R., Arteaga-Ramírez, R., Vázquez-Peña, M.A., López-Cruz I.L., y Sánchez-Cohen, I. 2009. Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) basado en láminas de riego y acolchado plástico. Revista Chapingo Serie Horticultura. 15(1): 83-89.

López-Rodríguez, J. 2010. El cultivo de tomate de cáscara. Disponible en: <https://agronomiapvr.files.wordpress.com/2010/04/tomate-de-cascara.pdf>. Consultado: 13 de Noviembre del 2020.

López-Salazar, R., González-Cervantes, G., Vázquez-Alvarado, R. E., Olivares-Sáenz, E., Vidales-Contreras, J. A., Carranza de la Rosa, R., & Ortega-Escobar, M. 2014. Metodología para obtener ácidos húmicos y fulvicos y su caracterización mediante espectrofotometría infrarroja. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8, 1397-1407.

Macías-Duarte, R., y Grijalva-Contreras, R. L. 2012. Respuesta de la aplicación de estiercol y fertilizantes sobre el rendimiento y calidad del chile jalapeño. Ciencias de Biológicas y de la Salud. 14(3): 32-38.

Magaña-Lira, N., Peña-Lomelí, A., Urzúa-Soria, F., y Hernández-Antonio, R. 2019. Control de malezas en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.)

- Mahadeen, A.Y. 2009. Influence of Organic and Chemical Fertilization on Fruit Yield and Quality of Plastic-House Grown Strawberry. *Jordan Journal of Agricultural Sciences*. 5(2): 166-177.
- Martínez, M. 1998. Revision of *Physalis* section *epeteiorhiza* (solanaceae). *Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Botánica*. 69(2): 71-117.
- Montes de Oca Castro, M. 2014. Manejo del cultivo de tomate de cáscara en el estado de México. Instituto de investigación y capacitación agropecuaria agrícola y forestal del estado de México. ICAMEX. EDOMEX, México. 23 p.
- Nieto-Garibay, A., Murillo-Amador, B., Troyo-Diéguez, E., Larrinaga-Mayoral, J. Á., y García-Hernández, J. L. 2002. El uso de compostas como alternativa ecológica para la producción sostenible del Chile (*Capsicum annuum* L). *Interciencia*. 27(8): 417-421.
- Peña-Lomelí, A., Santiaguillo-Hernández, F., y Magaña-Lira, N. 2007. Recursos y mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Producción de tomate de cáscara. Colegio de Postgraduados, Montecillo, CDMX, México. 31-71 p.
- Pérez-García, G. A., y Torres-Pérez, A. S. 2013. La cachaza como enmienda orgánica del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) var. Roma (híbrido) en el

asentamiento cojedes-sarare del estado portuguesa. Universidad y Ciencia. 3(1): 80-101.

Pérez-Moreno, L., Castañeda-Cabrera, C., Ramos-Tapia, M., y Tafoya-Razo, J. A. 2014. Control químico preemergente de la maleza en tomate de cáscara. Interciencia. 39(6): 422-427.

Petit-Ávila, G., Marcía-Santos, J. R., & Portillo, O. R. 2009. Evaluación de la fertilización orgánica como alternativa suplementaria a la fertilización química en el sistema de producción del cultivo de tomate. FHIA. Programa de Hortalizas. 70-83 p.

Reveles-Torres, L. R., Salas-Muñoz, S., Castañeda-Longoria, I., y Mauricio-Castillo, O. A. 2018. Identificación molecular de la presencia de fitoplasmas en el cultivo de tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem) en Zacatecas. Zacatecas, Mexico. Folleto Técnico Núm 93. Campo Experimental Zacatecas. CIRNOC – INIFAP. 45 p.

Ríos, M. J., Gómez-Martínez, J., Bolaños-Aguilar, R. E., & Gutiérrez-Matamoros, C. J. 2019. Fertilización sintética y orgánica y su efecto en la producción de maíz, variedad Nutrinta Amarillo. Revista científica La Calera. 19(32): 41-47.

Rodas-Molinas, A., y Domínguez-Caballero, L. 2017. El cultivo del tomate (*lycopersicum esculentum* Mill), bajo ambiente protegido a través de enmienda orgánica y fertilización química. VIII Simpósio iberoamericano em comércio internacional, desenvolvimento e integração regional redcidir. universidade federal da fronteira sul campus cerro largo. 11 p.

- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. Santiago de Chile, Chile. 112 p.
- Ruiz-Morales, M. (2011). Taller de elaboración de lombricomposta. Universidad Iberoamericana, Manual de Instrucción para el taller avanzado de lombricomposta. Lomas de Santa Fe, Ciudad de México, México, 23.
- SADER Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. 2019. ¿Qué es y para qué sirve el fertilizante?. Disponible en: <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/que-es-y-para-que-sirve-el-fertilizante>. Consultado: 10 de Marzo de 2022.
- Santiaguillo-Hernandez, J.F., López, R., Peña-Lomelí, A., Cuevas, J.A., y Sahagún, J. 1994. Distribución colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis spp*) en México. Revista Chapingo. Serie Horticultura. 2, 125-129.
- Santiaguillo-Hernández, J. F., y Blas-Yáñez, S. 2009. Aprovechamiento tradicional de las especies de *Physalis* en México. Geografía Agrícola. 43, 81-86.
- Santiaguillo-Hernández, J. F., Vargas-Ponce, O., Grimaldo Juárez, O., Magaña Lira, N., Caro Velarde, F., Peña Lomelí, A., y Sánchez Martínez, J. 2012. Perfil del diagnóstico de la red de tomate de cáscara. Texcoco, México, México. 49 p.
- Santiaguillo-Hernández, J. F., Vargas-Ponce, O., Grimaldo-Juárez, O., Sánchez-Martínez, J., y Magaña-Lira, N. 2009. Aprovechamiento tradicional y moderno

de tomate *Physalis* en México. Publicaciones de la Red de Tomate de Cáscara. 1a. edición. Folleto técnico N° 2. 31 p.

Salazar-Sosa, E., Fortis-Hernández, M., Vázquez-Alarcón, A., & Vázquez-Vázquez, C. 2003. Agricultura Orgánica. Gómez Palacios, México. , Facultad de Agricultura y Zootecnia de la UJED, Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, COCyTED. 271 p.

Salvo, A., y Valladares, G. 2002. Plant-Related Intraspecific Size Variation in Parasitoids (Hymenoptera: Parasitica) of a Polyphagous Leafminer (Diptera: Agromyzidae). *Environmental Entomology*. 31(5): 874-879. doi: 10.1603/0046-225X-31.5.874.

SIAP. 2021. Avance de Siembras por cultivo. Disponible en: http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalCultivo. Consultado: 3 Marzo de 2022.

SMN Sistema Meteorologico Nacional. 2010. Normales Climatologicas. Disponible en: <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL20237.TXT>. Consultado: 10 de Marzo de 2021.

Trejo-Téllez L. I., Rodriguez-Mendoza M. N., Alcántar-González G., Gómez-Merino F. C., 2007. Effect of foliar fertilization on plant growth and quality of Mexican Husk Tomato (*Physalis Ixocarpa* Brot.). *Acta Horticulture.*, 729(48): 295–299. doi: <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2007.729.48>

- Vargas-Ponce, O., Valdivia-Mares, L., y Sánchez-Martínez, J. 2015. Potencial alimenticio de los tomates de cáscara (*Physalis* spp) de México. *Agro Productividad*. 8(1): 17-23.
- Veobides-Amador, H., Guridi-Izquierdo, F., y Vázquez-Padrón, V. 2018. Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales*. 39(4): 102-109.
- Villalva-Morales, A., Damián-Nava, A., González-Hernández, V. A., Talavera-Mendoza, O., Hernández-Castro, E., Palemón-Alberto, F., y Sotelo-Nava, H. 2015. Nutrición química y orgánica en aguacate Hass en Filo de Caballos, Guerrero, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 6(11): 2169-2176. doi: 10.29312/remexca.v0i11.794.
- Zhang, W., Rattanadompol, U., Li, H., & Bouchard, D. 2013. Effects of humic and fulvic acids on aggregation of aqu/nC60 nanoparticles. *Water Research*. 47(5): 1793-1802. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.12.037>.

19. ANEXOS



Figura 14, 15 y 16. Siembra del tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en mezcla de sustrato 1:1 Lombricomposta-Suelo.

- (a) Labores culturales, en el semillero de tomate de cáscara.
- (b) Aplicación de una capa fina de sustrato Peat Moss
- (c) Aplicación de agua en el semillero de tomate de cáscara.



Figura 17. Fertilización con Lombricomposta, Química, Química-Lombricomposta, al azar en cada uno de los bloques establecidos.

(a) Fertilización Química, en el primer bloque de la tercera columna.



Figura 18 y 19. Trasplante del cultivo tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).
(a) Trasplante de tomate de cáscara ultimo bloque de la primera columna.
(b) Trasplante de tomate de cáscara ultimo bloque de la tercera columna.



Figura 20 y 21. Presencia de insectos plaga en el cultivo de (*Physalis ixocarpa* Brot.).

- (a) Presencia de insectos trozadores en el cultivo de tomate de cáscara.
- (b) Presencia de insectos barrenadores en el cultivo de tomate de cáscara.



Figura 22. Presencia de primeros polinizadores en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot).

(a) Avispa polinizando una flor de tomate de cáscara.



Figura 23. Presencia del primer fruto en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

(a) Primer fruto amarrado, segundo bloque de la tercera columna.



Figura 24 y 25. Cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) a los 81 ddt.
(a) Vista lateral de la primera columna del cultivo de tomate de cáscara.
(b) Vista frontal de las tres columnas del cultivo de tomate de cáscara.



Figura 26. Frutos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) obtenidos a en el segundo corte a los 81 ddt.

(a) Foto de los frutos cosechados en el segundo corte de tomate de cáscara.



Figura 27 y 28. Instrumentos utilizados para la determinación de la calidad del fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

(a) Toma de datos pH en el segundo corte en el cultivo de tomate de cáscara.

(b) Toma de datos de acidez titulable en el cultivo de tomate de cáscara.

Propiedades Físicas del Suelo									
Clase Textural	Franco								
Punto de Saturación	30.6	%	Mediano						
Capacidad de Campo	16.2	%	Mediano						
Punto March. Perm.	9.64	%	Mediano						
Cond. Hidráulica	7.40	cm/hr	Alto						
Dens. Aparente	1.32	g/cm ³							
Fertilidad del Suelo									
Det	Result	Unid	Muy Bajo	Bajo	Mod. Bajo	Med.	Mod. Alto	Alto	Muy Alto
MO	2.86	%	[Barra Verde]						
P-Bray	62.0	ppm	[Barra Púrpura]						
K	28.9	ppm	[Barra Roja]						
Ca	207	ppm	[Barra Roja]						
Mg	119	ppm	[Barra Amarilla]						
Na *	27.5	ppm	[Barra Negra]						
Fe	122	ppm	[Barra Púrpura]						
Zn	0.66	ppm	[Barra Amarilla]						
Mn	8.60	ppm	[Barra Verde]						
Cu	0.54	ppm	[Barra Amarilla]						
B	0.32	ppm	[Barra Roja]						
Al *	142	ppm	[Barra Roja]						
S	1.51	ppm	[Barra Roja]						
N-NO ₃	36.1	ppm	[Barra Verde]						

Figura 29. Analisis de suelo del lugar del área trabajo en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).