



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

Control de nemátodos e incremento del rendimiento
en jitomate guaje (*Lycopersicon esculentum* Mill. var.
El Cid F1) con microorganismos eficientes
(*Trichoderma* spp.) en invernadero

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGO

P R E S E N T A:

LUNA BARREDA JETRO ADRIÁN

DIRECTORA DE TESIS:

Dra. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA

Unidad de investigación en Ecología Vegetal



México, CdMx.

2019

Investigación financiada por la DGAPA_PAPIME PE205718



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi alma mater, la Universidad Nacional Autónoma de México:

Especialmente a la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, quien me dio la oportunidad de conocer varias formas de vida al estudiar lo que más amo, la biología.

A mi directora de tesis:

La Dra. María Socorro Orozco Almanza, quien siempre ha ejercido su profesión con respeto y pasión.

A mis sinodales:

Dr. Arcadio Monroy Ata

M. en C. María de las Mercedes Luna Reyes

Dra. Rosalva García Sánchez

M. en C. Alma Bella López López

A todos mis profesores:

Quienes fueron formadores de escaleras, cada uno siendo un pilar para mi formación académica.

M. en C. Eduardo Chimal

Dra. Bertha Peña Mendoza

Dr. Carlos Castillejos Cruz

M. en C. Sonia Rojas Chávez

Dra. Dolores Escorza Carranza

Especialmente a los profesores María de Jesús y Roberto Ramos González, quienes me apoyaron incondicionalmente en mi instancia dentro del vivero y en el desarrollo de mi tesis.

DEDICATORIA

A mis padres

Grandes personas, mi papá Pedro Luna Rojas y mi mamá Leticia Guadalupe Barreda Amigon. En algunas ocasiones las palabras no son suficientes para lograr describir lo que uno siente, mis papás son las mejores personas que he conocido, gracias a ellos hoy soy una persona con metas, valores y muchos deseos por hacer las cosas bien. No me imagino un mundo sin ellos, mis dos pilares, quienes han dado todo por mí. El hecho de que esté a punto de ser un biólogo es gracias a ustedes, hoy soy fruto de su esfuerzo constante. Los amo de una manera pura.

A mis hermanos

Mis compañeros de vida, Pedro, Omar, Lucero y Jerson. Personas únicas, con grandes destrezas y talentos, quienes buscan día a día ser mejores. Han sido de gran inspiración, muchas gracias.

A mi cuñada y mis sobrinas

Lesly que junto a sus tres pequeñas Paola, Daniela y Azul, me han obsequiado momentos de absoluta felicidad. Deseo que este logro sea un ejemplo y que cada día busquen la superación.

A mi gran compañera

Jadu, quien con su presencia me brindaba momentos increíbles, quien se alegraba al verme y me mostraba lo bonito que es la vida. Aunque tu presencia ya no sea terrenal aún permaneces en mi corazón.

A mis amigos y compañeros del CCH Oriente

Quienes estuvieron conmigo en cada momento, Silvana, Alexis, Erika, Alma, Mayra y Alejandro.

Al Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Chimalxochipan

Un espacio clave dentro de la FES Zaragoza que permitió el desarrollo de mis habilidades como estudiante de biología.

A mis compañeros y amigos del vivero

Especialmente a Jocelyn, con quien compartí aulas, grandes momentos y experiencias imborrables, a Palomec quien es una gran persona con grandes aspiraciones.

A mis compañeros de Hólosciences

Quienes me brindaron un espacio de creatividad.

A toda la comunidad del Curso de Oriente

Quienes en conjunto buscan educación de calidad para todos.

A todas aquellas personas que me han brindado grandes momentos

Mis tíos, amigos y primos: Mario, Paola, Kevin, Francisco, Fernando, Aldo, Julián, Karol, Mónica, Alejandro, Carlos, Karen y Dulce.

“Ama la naturaleza de la que formas parte”



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
 "ZARAGOZA"
 DIRECCIÓN

**JEFE DE LA UNIDAD DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR
 PRESENTE.**

Comunico a usted que el alumno **LUNA BARREDA JETRO ADRIÁN**, con número de cuenta **312055576**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **08 de octubre de 2019** a las **11:00 hrs.**, para presentar examen profesional, el cual tendrá lugar en esta Facultad con el siguiente jurado:

- PRESIDENTE** Dr. ARCADIO MONROY ATA
- VOCAL** Dra. MARÍA SOCORRO OROZCO ALMANZA
- SECRETARIO** M. en C. MARÍA DE LAS MERCEDES LUNA REYES
- SUPLENTE** Dra. ROSALVA GARCÍA SÁNCHEZ
- SUPLENTE** M. en C. ALMA BELLA LÓPEZ LÓPEZ

El título de la tesis que presenta es: **Control de nemátodos e incremento del rendimiento en jitomate guaje (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1) con microorganismos eficientes (*Trichoderma* spp.) en invernadero.**

Opción de titulación: Tesis.

Agradeceré por anticipado su aceptación y hago propia la ocasión para saludarle.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
 Ciudad de México, a 12 de septiembre de 2019

DR. VICENTE JESÚS HERNÁNDEZ ABAD
 DIRECTOR
 DIRECCIÓN

vº. BO.
 Dr. JOSÉ LUIS GÓMEZ MÁRQUEZ
 JEFE DE CARRERA

RECIBÍ
 OFICINA DE EXÁMENES
 PROFESIONALES Y DE GRADO

ÍNDICE

I.- RESUMEN	1
II.- INTRODUCCIÓN	2
2.1 Antecedentes	4
2.1.1 Trabajos relacionados con el tema	4
III.- MARCO TEÓRICO	5
3.1 Agricultura ecológica, orgánica o biológica.....	5
3.2 El método biointensivo	6
3.2.3 Doble excavación	6
3.2.4 Uso de abonos orgánicos	7
3.2.5 La siembra cercana	7
3.3 Sistema de acolchado.....	7
3.4 Sistema de riego por goteo.....	8
3.5 Clasificación taxonómica del jitomate guaje	8
3.6 Características taxonómicas de la especie.....	9
3.7 Tipos de crecimiento.....	9
3.8 Características botánicas del jitomate.....	9
3.8.1 Tallo	9
3.8.2 Hoja.....	9
3.8.3 Flor.....	10
3.8.4 Fruto.....	10
3.8.5 Sistema radicular	10
3.8.6 Semilla.....	10
3.9 Etapas fenológicas del jitomate.....	11
3.10 Requerimientos agroecológicos	11
3.11. Sólidos solubles totales (Grados Bryx).....	12
3.12. Nitratos en fruto	12
3.13. Principales plagas y enfermedades del cultivo	13
3.14. Biopreparados orgánicos utilizados para el control de plagas.....	14
3.14.1 Bioinsecticidas / biorepelentes	15
3.14.2 Biofungicidas	16
3.15 Control del nemátodo agallador con Microorganismos eficientes (M.E).....	16

3.15.1 Clasificación taxonómica del género <i>Trichoderma</i>	17
3.15.2 Mecanismos de acción del <i>Trichoderma</i> spp. sobre nemátodos del género <i>Meloidogyne</i>	18
3.15.3 <i>Trichoderma harzianum</i>	20
3.16 Tratamientos biológicos artesanales.....	20
IV.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	21
V.- HIPÓTESIS.....	21
VI.-OBJETIVO.....	22
6.1 Objetivo general.....	22
6.2 Objetivos particulares.....	22
VII.- MÉTODO.....	23
7.2 Sitio de estudio.....	24
7.3 Preparación del abono orgánico bocashi.....	24
7.4 Elaboración del inóculo artesanal.....	25
7.5 Preparación de Microorganismos eficientes (M.E) sólidos completos.....	25
7.5.1 ME sólidos.....	25
7.6 Preparación de ME líquidos.....	26
7.6.1 ME líquidos.....	26
7.7 Preparación de la cama de cultivo.....	27
7.7.1 Instalación del sistema de riego por goteo.....	28
7.7.2 Instalación del acolchado plástico.....	29
7.8 Producción del jitomate.....	29
7.8.1 Obtención del germoplasta.....	29
7.8.2 Siembra en almacigo.....	29
7.8.3 Trasplante y densidad de plantación /m ²	31
7.9 Manejo de la planta.....	31
7.9.1 Tutorio.....	31
7.9.2 Poda de brotes y hojas.....	32
7.9.3 Riego.....	33
7.9.4 Polinización.....	33
7.10 Aplicación de tratamientos.....	33
7.11 Control de plagas y enfermedades.....	34
7.12 Cosecha.....	34

7.13 Variables de respuesta.....	35
7.13.1 Porcentaje de emergencia	35
7.13.1.1 Tiempo medio de emergencia	35
7.14 Variables de crecimiento	35
7.14.1 Altura y diámetro/planta	36
7.14.2 Tasa de crecimiento relativo (TCR).....	36
7.14.3 Biomasa del peso fresco y seco del vástago y de la raíz.....	37
7.15 Variables de rendimiento	37
7.15.1 Tiempo medio de fructificación y floración	37
7.16.2 Tamaño del fruto (ecuatorial y polar).....	38
7.16.3 Número de frutos por racimo y peso	39
7.16.4 Frutos totales por planta	39
7.16.5 Rendimiento en peso por racimo por planta.....	39
7.16.6 Rendimiento total por tratamiento	39
7.17 Calidad morfológica de las plantas.	39
7.17.1 Índice de esbeltez	39
7.17.2 Índice tallo / raíz ó Relación (PSPa/PSR)	39
7.17.3 Índice de Dickson.....	40
7.18 Variables de la calidad fisiológica.....	40
7.18.1 Grados Brix	40
7.18.2 Nitratos en frutos	40
7.18.3 Contenido de clorofila.....	41
7.19 Variables microclimaticas.....	41
7.19.1 Temperatura y humedad relativa	41
7.19.2 Radiación fotosintéticamente activa (PAR)	41
7.20 Variables de infestación.....	41
7.20.1 Grado de infestación de nemátodos.....	41
7.21 Análisis químico proximal	43
7.22 Análisis nutrimental	43
7.23 Costos de producción.....	43
7.24 Análisis estadístico de los resultados.....	43
VIII.- RESULTADOS	44

8.1 Análisis de calidad del abono orgánico bocashi	44
8.1.1 Interpretación del bocashi.....	45
8.2.1 Siembra en almacigo (curva de emergencia acumulada %)	45
8.3 Variables de crecimiento	46
8.3.1 Altura.....	46
8.3.2 Diámetro del tallo principal.....	47
8.3.3 Otras variables del crecimiento	48
8.3.3 Tasa de crecimiento relativo (TCR), biomasa del peso fresco del vástago (BPFV) , biomasa del peso seco del vástago (BPSV), biomasa del peso fresco de la raíz (BPFR) y biomasa del peso seco de la raíz (BPSR).....	48
8.4 Variables de rendimiento	48
8.4.1 Tiempo medio de floración.....	48
8.4.2 Tiempo medio de Fructificación.....	49
8.4.3 Tamaño del fruto (ecuatorial y polar)	50
8.4.3.1 Diámetro ecuatorial	50
8.4.3.2 Diámetro polar	53
8.4.3.3 Diámetro polar promedio /racimo/tratamiento.....	54
8.4.3.4 Correlación entre el diámetro polar y el ecuatorial del fruto	56
8.4.4 Número de frutos por racimo.....	57
8.4.5 Peso del fruto	57
8.4.6 Frutos totales por planta.....	58
8.4.7 Peso promedio del fruto / racimo	59
8.4.8 Rendimiento por racimo	61
8.4.9. Rendimiento promedio por planta	61
8.4.10 Rendimiento por m ²	62
8.4.11 Rendimiento Total por tratamiento.....	63
8.5 Calidad morfológica de las plantas.....	63
8.5.1 TCR.....	63
8.5.2 Índice de esbeltez.....	63
8.5.3 Índice tallo /raíz ó Relación (PSPa/PSR).....	64
8.5.4 Índice de Dickson	64
8.6. Variables de la calidad fisiológica.....	65
8.6.1 Grados Brix.....	65

8.6.2 Nitratos en frutos	66
8.6.3 Contenido de clorofila en hojas	66
8.7 Variables microclimáticas.....	67
8.7.1 Temperatura y humedad relativa	68
8.7.2 Radiación fotosintéticamente activa (PAR).....	68
8.8 Grado de infestación de nemátodos.....	68
8.9 Análisis químico proximal	71
8.10 Análisis Nutricional	71
8.11 Resumen de los resultados obtenidos para cada variable.....	72
8.12 Costos de producción	73
8.12.1 Cultivo de M.E.C.....	73
8.12.2 Cultivo de T.A.....	73
8.12.3 Cultivo de T.C.....	74
8.12.4 Cultivo de Testigo	75
IX. DISCUSIÓN.	76
9. 1 Calidad del abono orgánico bocashi	76
9.2 Variables de crecimiento	77
9.2.1 Emergencia de plántulas	77
9.2.2 Altura y diámetro del tallo principal	77
9.2.3 TCR.....	78
9.3 Variables del rendimiento	79
9.3.1 Tiempo medio de floración y fructificación	79
9.3.2 Tamaño del fruto	80
9.3.2.1 Diámetro ecuatorial	80
9.3.2.2 Diámetro polar	81
9.3.3 Número de frutos por planta y por racimo.....	81
9.3.4 Peso del fruto	82
9.3.6 Rendimiento por planta y m ²	82
9.4 Variables de la calidad morfológica de las plantas.	83
9.4.1 Índice de esbeltez.....	83
9.4.2 Índice tallo/raíz	84
9.4.3 Índice de calidad de Dickson.....	85

9.4.4 Sólidos Solubles Totales (Grados Bryx)	85
9.4.5 Nitratos en fruto	86
9.5 Variables microclimáticas.....	86
9.5.1 Temperatura y humedad relativa	86
9.5.2 Radiación fotosintéticamente activa (PAR).....	87
9.6 Variables de infestación	88
9.6.1 Índice de infestación de nemátodos.....	88
9.6.2 Análisis del tejido vegetal	89
9.6.3 Análisis químico proximal	90
9.7 Costos de producción.....	91
X.- CONCLUSIONES	91
XI.- RECOMENDACIONES.....	92
XII.- REFERENCIAS	93
10.1 REFERENCIAS ELECTRÓNICAS.....	101
XIII.- ANEXO.....	106

RESUMEN

El jitomate es una hortaliza de la familia Solanaceae, la cual es muy susceptible al ataque de nemátodos; una forma de controlarlos en la agricultura convencional es a través de la aplicación de nematicidas químicos que dañan la fertilidad del suelo. En la Agricultura Orgánica, se utilizan prácticas ecológicas, como el uso de microorganismos antagónicos que controlan la supervivencia de los nemátodos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el rendimiento y la infestación de nemátodos en las raíces de la planta de jitomate, bajo el efecto de cuatro tratamientos: Consorcio de microorganismos eficientes (MEC); *Trichoderma* spp. (artesanal); *Trichoderma harzanium* (comercial) y un testigo. El jitomate se cultivó en parcelas de 3 m²/tratamiento, con una densidad de plantación de 9 plantas en cada una de ellas, en donde se colocaron los cuatro tratamientos separados uno de otro por espacios de 40 cm. Los tratamientos se aplicaron directamente al suelo en forma líquida y en una concentración del 10%. Se evaluó quincenalmente y por tratamiento, la altura y el diámetro de las plantas, la floración y fructificación (tiempo de aparición y número promedio de frutos) por racimo, se cuantificó el tamaño y peso de los frutos, el rendimiento/racimo/planta/m² así como la calidad morfológica de las mismas (Índice de Dickson) y la calidad fisiológica de los frutos (Grados Bryx, nitratos, concentración de macro y micronutrientes y análisis químico proximal). Se cuantificó el grado de infestación de nemátodos, mediante el Índice visual de nodulación para el jitomate (Bridge y Page 1980). Los resultados obtenidos demostraron que la aplicación del *Trichoderma* artesanal, mejora el rendimiento de los frutos en un 13.75% comparada con el testigo, también promueve la floración hasta el racimo cinco, y la fructificación hasta el tercer racimo, pero no mejora la calidad morfológica de las plantas ni la calidad fisiológica; sin embargo, la aplicación de microorganismos eficientes en su presentación de Consorcio y *Trichoderma* artesanal, controlan la infestación por nemátodos de un 84.54-91.13% en relación a la cepa comercial y al testigo, que la controlaron de un 61-64.37%. La hipótesis del trabajo se cumplió parcialmente, en donde la aplicación de Microorganismos Eficientes elaborados de manera artesanal, al controlar la infestación de nemátodos por arriba del 80%, puede ser una alternativa ante el uso de nematicidas químicos, altamente nocivos para la biota edáfica.

II.- INTRODUCCIÓN

El jitomate (para la zona centro y sur del país) o tomate rojo (entidades del norte) es una de las hortalizas más utilizadas a nivel mundial lo que le confiere importancia económica y social por ser generadora de empleos y de divisas. Es considerada en muchos lugares como una planta curativa y preventiva de ciertas enfermedades, debido a que presenta las siguientes propiedades medicinales: diurético, laxante, digestivo, y antiséptico (SIAP, 2016). Debido a la presencia de un pigmento que le da el color rojo llamado licopeno es una hortaliza anticancerígena (mama, esófago, matriz, colon, estómago, páncreas y próstata) así mismo combate enfermedades cardiovasculares, asma y cataratas (SIAP, 2017).

México es el principal proveedor de jitomate a nivel mundial, con una participación del 25.11% del valor de las exportaciones mundiales, en el 2016 México cubrió 90.67% de las importaciones de USA y 65.32% de Canadá. El cultivo de jitomate es uno de los que presenta mayor incremento en la productividad, en el mismo año presentó un crecimiento acumulativo en la producción de 54.25% y un 77.87% en las exportaciones en fresco. Para el año 2018 produjo un volumen de 3.95 millones de toneladas debido al aumento de producción con crecimiento promedio anual del 3.39% del año 2003 al 2016. Se estima que para el 2024 la producción será de 5.76 millones de toneladas y para el 2030 de 7.56 millones de toneladas (SAGARPA, 2016). El jitomate representa el 22.5% de la producción de hortalizas en nuestro país y el 3.46% del Producto interno Bruto Agrícola Nacional (Maguey, 2019).

Cada año el rendimiento crece a una mayor tasa de lo que crece la superficie cultivada, debido a la utilización de fertilizantes químicos representantes de la agricultura convencional o moderna y a la agricultura protegida (malla sombra, plásticos e invernaderos). La agricultura protegida otorga un control sobre los diferentes factores del ambiente, permitiendo controlar las condiciones climáticas favorables para el cultivo, generando una cosecha de calidad de exportación. Los fertilizantes químicos provienen de la Revolución Verde, un sistema de

producción en donde se emplean fertilizantes inorgánicos, productos agro-tóxicos y maquinaria pesada, que junto con la biotecnología y la ingeniería genética generan altos rendimientos por unidad de superficie (Ceccon, 2008). Los problemas de las prácticas producidas por el paquete tecnológico de la Revolución Verde radican en el aumento de la exigencia de insumos sintéticos que esterilizan el suelo generando una baja biota edáfica, una gran erosión presente en los suelos como producto de un mal manejo, y contaminación de cuerpos acuáticos, tanto continentales como oceánicos (Ceccon, 2008; Orozco, 2014). La agricultura convencional daña la salud de todos los seres vivos y produce un gran desequilibrio ambiental (Pérez y Landeros, 2009).

Hoy en día diversos grupos sociales manifiestan una inconformidad con la Revolución Verde, debido a que se han generado nuevos monopolios en la venta de semillas, agro tóxicos y fertilizantes. Existen estrategias de manejo alternativas para producir alimentos inocuos y de buena calidad. Una de estas alternativas es la Agricultura Orgánica que rechaza la utilización de fertilizantes químicos y agrotóxicos, sustituyéndolos por fertilizantes orgánicos y biopesticidas (Orozco, 2014). La Agricultura ecológica u orgánica, permite satisfacer las demandas alimentarias de la sociedad y contribuye al mantenimiento y mejoramiento del ambiente de una manera sustentable. Unir esta agricultura junto con la agricultura protegida confiere ventajas en el aumento del rendimiento de jitomate.

En el cultivo de jitomate se han presentado numerosos problemas relacionados con plagas y enfermedades que afectan el rendimiento, un factor que se asocia con rendimientos bajos (pérdidas del 12%) en el cultivo del jitomate es la infestación por nemátodos del genero *Meloidogyne* spp, un fitoparásito que se encuentra en las raíces formando nódulos o agallas que presentan un diámetro de 2 a 3 veces mayor al de las raíces sanas (Algarate *et al.*, 2014) , que limitan la absorción de nutrientes y agua (Castro *et al.*, 2011; Verdejo *et al.*, 2013). Los nemátodos pueden ser controlados sin utilizar productos químicos, por medio de la utilización

de microorganismos supresores, entre ellos se encuentran los hongos del género *Trichoderma* spp. principalmente *Trichoderma harzianum*, que viven libremente en el suelo y que se pueden aplicar a los cultivos, a través de diversas técnicas, una de ellas es la utilización de microorganismos eficientes (ME) los ME o por sus siglas en inglés EM que quiere decir “Effective Microorganisms” son un consorcio de microorganismos que habitan de forma natural en el suelo y que presentan diversos beneficios para la agricultura, porque son promotores del crecimiento vegetal al producir componentes bioactivos (hormonas, vitaminas y enzimas) y supresores de enfermedades (BID, 2009; Higa, 2013). Existe una gran gama de artículos biológicos comerciales que ayudan a erradicar la infestación, sin embargo son productos que no están al alcance de todo productor. Por este motivo el objetivo de este proyecto fue evaluar el efecto de “Microorganismos Eficientes” (cultivados artesanalmente) en el control de los nemátodos edáficos y en el rendimiento del jitomate guaje (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1) abonado con bocashi.

2.1 ANTECEDENTES

2.1.1 Trabajos relacionados con el tema

Muro (2016); en su trabajo de tesis de licenciatura llamado “Producción de Jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill. var. CID F1), con aplicación de un fermento de frutas como biofertilizante, bajo condiciones de invernadero” empleo abono orgánico bocashi, vermicomposta y un fermento de frutas como complemento con la finalidad de conseguir un mejor rendimiento y calidad de jitomate orgánico, el concluyó que al utilizar fermentos de frutas se genera una alta salinidad en los suelos y por ende disminución del rendimiento, pero si se utilizan abonos orgánicos se obtienen frutos de calidad y un buen rendimiento.

González (2018); en su trabajo titulado “Rendimiento de jitomate guaje (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en un cultivo intercalar con caléndula (*Calendula officinalis* L.) y con aplicación de microorganismos eficientes” evaluó el uso de insumos orgánicos y asociación de plantas,

aplicando a su vez microorganismos eficientes. Ella encontró un aumento (39.66%) en el rendimiento del jitomate cuando se le es suministrado microorganismos eficientes, así mismo encontró un beneficio al asociar la planta del jitomate con caléndula, debido a que esta última controla las poblaciones de áfidos negros en los cultivos.

III.- MARCO TEÓRICO

3.1 Agricultura ecológica, orgánica o biológica

La agricultura orgánica mantiene y mejora la salud de los agroecosistemas, promoviendo los ciclos biogeoquímicos, la producción y la actividad de los microorganismos que se encuentran en el suelo. El consumo de productos orgánicos se ha incrementado en la última década, debido a que los consumidores tienen más sensibilidad sobre el cuidado al medio ambiente y la salud (Orozco, 2014).

Gracias a los diversos instrumentos que se han generado para combatir la pobreza y el hambre en el las zonas rurales, las agencias de cooperación internacional, las del sector público y las asociaciones no gubernamentales, han mostrado un gran interés en las oportunidades que se pueden encontrar al practicar la agricultura orgánica (Soto, 2003).

La implementación de técnicas de producción orgánica puede ayudar a satisfacer las demandas alimentarias de la sociedad, también apoya la obtención de ingresos de los pequeños agricultores y de los asalarios rurales, promueve el cuidado del medio ambiente y produce alimentos que no dañan la salud de las personas (FAO, 1999).

En el Codex Alimentarius (FAO, 1999), se menciona que un sistema de producción orgánico debe cumplir con los siguientes puntos:

- 1.- Aumenta, conserva y promueve la diversidad biológica del sistema.
- 2.- Aumenta la actividad biológica que está presente en los suelos.
- 3.- Mantiene la fertilidad del suelo a lo largo del tiempo.

- 4.- Recicla desechos de origen animal y vegetal para devolver los nutrientes al ecosistema.
- 5.- Contar con recursos renovables.
- 6.- Promover el uso adecuado del agua, suelo y aire, así como minimizar fuentes de contaminación.
- 7.- Manejar los productos agrícolas con cuidado durante su procesamiento.
- 8.- Practicar la agricultura orgánica en fincas después de un periodo de conversión.

3.2 El método biointensivo

Una de las prácticas más comunes que usa la agricultura orgánica para lograr productos inocuos para la salud, es el método biointensivo, un sistema de producción agrícola que rechaza el uso de fertilizantes inorgánicos comerciales, y utiliza insumos locales logrando una optimización del recurso suelo. Este método consta de los siguientes principios: la doble excavación; elaboración de insumos orgánicos (composta); siembra cercana; asociación y rotación de cultivos; el uso de semillas de polinización abierta; generación de cultivos de carbono; cultivos para composta; cultivos de calorías y el cuidado integral (SEMARNAT, 2013).

La SEMARNAT (2013), menciona que dentro de los beneficios de utilizar este método se tiene: técnicas sustentables y amigables con el ambiente; uso de insumos orgánicos locales; aumento de la fertilidad del suelo; control biológico de plagas; aumento del rendimiento por unidad de superficie e integración social.

El suelo debe de tener una buena estructura y nutrientes suficientes que permitan el establecimiento y buen desarrollo de las plantas. Con la doble excavación se mejora la estructura del suelo y con la elaboración de abonos orgánicos se mejora la fertilidad del suelo.

3.2.3 Doble excavación

La doble excavación es uno de los principios más importantes, permite un aumento del espacio poroso a 60 cm de profundidad, contribuyendo a la retención del agua y obtención de nutrientes por las raíces de las plantas (SEMARNAT, 2013).

3.2.4 Uso de abonos orgánicos

El bocashi es un abono orgánico de fermentación aerobia, proporciona nutrientes a las plantas, al suelo y a los microorganismos que habitan en él. Se obtiene a través de productos derivados de actividades agrícolas, y que pueden ser sustituidos por otros materiales según la disponibilidad. Lo que lo convierte en una práctica viable para el agricultor (Cabrera, 2011). El bocashi se obtiene de una manera rápida (2-3 semanas), contiene elementos mayores y menores de fácil solubilidad en el suelo, es fácil de usar, protege el medio ambiente, promueve las intra e interrelaciones entre la fauna y mantiene condiciones físicas como la permeabilidad, retención de humedad y una buena estructura; químicas como una mayor cantidad de intercambio catiónico (CIC) y buena conductividad eléctrica, además de proporcionar un mayor porcentaje de nutrientes al suelo (Restrepo, 2007; Cabrera, 2011; SEDEMA, 2015).

3.2.5 La siembra cercana

Es uno de los principios más utilizados, las hortalizas se siembran a una distancia menor que la utilizada en la agricultura convencional, mas sin embargo no se genera competencia por nutrientes. Es un principio que aprovecha mejor la unidad de superficie. La siembra cercana se hace a “tres bolillo” en forma de triángulo, en donde habrá una planta por vértice (SEMARNAT, 2013). Las ventajas que tiene son:

1) reduce la evaporación; 2) crea un microclima apropiado para la variedad sembrada; 3) impide el crecimiento de malezas y 4) evita la proliferación de plagas.

3.3 Sistema de acolchado

El sistema de acolchado permite optimizar el manejo del agua, debido a que reduce la evaporación directa y evita la presencia de malezas. Hecho que promueve una mayor rentabilidad económica al no depender de insumos externos como herbicidas (Wided, 2013).

3.4 Sistema de riego por goteo

El sistema de riego por goteo consiste en proveer la cantidad de agua necesaria al cultivo por medio de un sistema de mangueras, tuberías y válvulas (SEMARNAT, 2018). Ofrece una gran cantidad de ventajas, entre ellas se encuentra el uso eficiente del recurso, la cantidad de agua que se desea suministrar se puede controlar manualmente, se eliminan pérdidas por infiltración profunda, la eficiencia de riego es alta (90% a 95%) y existe un % de humedad uniforme en el área de cultivo a la profundidad deseada (INTA, 2015).

3.5 Clasificación taxonómica del jitomate guaje

Jaramillo *et al.* (2007), indican que el jitomate *Lycopersicon esculentum* Mill., es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia Solanaceae (Cuadro 1). Es común encontrar el nombre científico del jitomate en varios artículos como *Solanum lycopersicum* L. debido a una clasificación anterior hecha por Linneo, en donde lo ubicó dentro del género *Solanum* junto con la papa (Velasco *et al.*, 2011).

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del jitomate guaje

Categoría	
Reino	Plantae
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Género	<i>Lycopersicon</i>
Especie	<i>esculentum</i>
Nombre binomial	<i>Lycopersicon esculentum</i>
Descriptor (1788)	Miller

3.6 Características taxonómicas de la especie

Velasco *et al.* (2011), mencionan que la variedad El Cid F1 presenta una producción precoz de frutos, una alta adaptabilidad al ambiente lo que favorece que sea una planta vigorosa y con frutos grandes ovales con prolongada vida de anaquel. La variedad pertenece a la empresa Harris Moran.

3.7 Tipos de crecimiento

El jitomate presenta dos hábitos de crecimiento: indeterminado y determinado. El indeterminado se caracteriza por tener un crecimiento continuo (termina siempre con un ápice vegetativo) y tener presencia de un eje principal. Caso contrario que pasa con el hábito determinado que crece de forma arbustiva y presenta un crecimiento limitado (Rojas, 2014). Los indeterminados como la variedad El Cid F1 se usan principalmente para invernaderos, debido a que el tiempo para iniciar la cosecha es más prolongado, sus frutos son usados para el consumo fresco, caso contrario con los de crecimiento determinado que se usan de temporal, la cosecha es menor pero se obtiene en menos tiempo. Sus frutos son usados principalmente para la elaboración de productos procesados.

3.8 Características botánicas del jitomate

3.8.1 Tallo

El tallo principal es aquel en donde se desarrollan las hojas, los brotes laterales y los racimos, tiene un diámetro de entre 2 a 4 cm en la base. La constituye la epidermis con pelos glandulares, una corteza o córtex con células fotosintéticas y colenquimáticas, un cilindro vascular (en donde encontramos el floema y el xilema) y el tejido medular (Jaramillo *et al.*, 2007).

3.8.2 Hoja

La hoja es compuesta, contiene foliolos peciolados y lobulados, presentan un borde dentado y están cubiertas con pelos glandulares (Nuño, 2007). Las hojas contribuyen en el intercambio de gases por medio de los estomas y son receptoras de luz para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis.

3.8.3 Flor

La flor es perfecta y hermafrodita, se ubican en racimos las cuales presenta de 5 o más sépalos (cáliz) y pétalos (corola) de color amarillo dispuestos helicoidalmente, los estambres (contienen el polen), se encuentran alternados con los pétalos y forman un cono estaminal que envuelve al gineceo. Las inflorescencias son de tipo dicasio (Nuño, 2007).

3.8.4 Fruto

El fruto es una baya compuesta por la epidermis, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. Dentro de ellos se encuentran divisiones (lóculos), el fruto puede ser uniloculares o pluriloculares. El fruto maduro es de color rojo por la presencia del licopeno (Jaramillo *et al.*, 2007; Sañudo, 2013).

3.8.5 Sistema radical

La raíz, además de ser un órgano de anclaje al suelo, es el medio por el cual la planta absorbe el agua y con ella los nutrientes. La constituye una raíz principal, raíces secundarias y adventicias (Jaramillo *et al.*, 2007). El sistema radical puede alcanzar hasta 0.5 m de profundidad y extenderse sobre un diámetro de 1.5 m, se estima que un 70-75% del mismo se encuentra entre los primeros 20 cm del terreno (Pérez *et al.*, 2000; Sañudo, 2013).

3.8.6 Semilla

Sus dimensiones son 5x4x2 mm, de forma ovalada, achatada, globular, ligeramente alargada, plana, arriñonada o triangular con la base puntiaguda. El embrión, el endospermo y la testa o cubierta seminal (cubierta de pelos) conforman la semilla (Jaramillo *et al.*, 2007).

3.9 Etapas fenológicas del jitomate

Según la etapa fenológica en la que se encuentre el cultivo requerirá de diferentes porcentajes de nutrimentos, así como de agua y cambiará su susceptibilidad de padecer plagas o enfermedades (Pérez *et al.*, 2000).

Mondragón (2017) menciona que las etapas fenológicas se dividen en 5:

Germinación: tiene una duración de 10 a 15 días, esta etapa lo constituye de la siembra a la nacencia.

Crecimiento vegetativo: en esta etapa se desarrollan las primeras hojas verdaderas y el tallo de manera continua, justo antes de que aparezcan los primeros órganos florales. Tiene una duración de 45 a 75 días.

Floración: lo constituye de la formación de los primeros órganos florales al cuajado de los primeros frutos, tiene una duración de 90 a 175 días.

Fructificación: va del cuajado de los primeros frutos al fin del crecimiento de los últimos frutos, con una duración de 90 a 175 días.

Maduración: que va del fin de crecimiento de los primeros frutos a la última cosecha, tiene una duración de 105 a 215 días.

3.10 Requerimientos agroecológicos (Cuadro 2)

Cuadro 2. Requerimientos óptimos para el cultivo de jitomate

Parámetro	Rango óptimo
Altitud	20-2000 msnm
Luz	6-8 horas de luz directa
Temperatura	21°C-26°C
Humedad relativa	50%-60%
pH	5.5-6

(Pérez *et al.*, 2000; Álvarez *et al.*, 2005)

3.11 Sólidos solubles totales (Grados Bryx)

Indican la cantidad de azúcar que está presente en los alimentos (González *et al.*, 2000). Este valor es importante porque existen normas que establecen valores mínimos para poder ser comercializado (Willis *et al.*, 1998). Este valor se relaciona con los parámetros de calidad en el sabor del jitomate. Martínez (2005) indica un rango 4-5 para el jitomate de tipo saladette. Los sólidos solubles (azúcar) totales aumentan conforme el fruto va madurando (Gómez, 2012).

3.12 Nitratos en fruto

La principal fuente de nitratos en jitomate son los fertilizantes, ya sean orgánicos o químicos. Se encuentran de manera natural en los vegetales, ya que es la forma principal por la cual las plantas absorben nitrógeno del suelo. Si los nitratos se encuentran en exceso y no se metabolizan, las plantas pueden presentar concentraciones elevadas que dañan la salud humana (Merino y Ansorena 1993).

Los nitratos tienen la capacidad de generar meta hemoglobina cuando se transforman a nitritos lo cual que reduce la cantidad de oxígeno en la sangre, de esta manera una alta cantidad puede generar efectos tóxicos y causar la formación endógena de agentes cancerígenos. Los nitritos y las nitrosaminas son productos tóxicos, resultado de la transformación de los nitratos dentro del organismo (Martínez, 2005).

La concentración de nitratos que se encuentra en frutos es un gran parámetro de calidad, debido a que altas concentraciones son consideradas como fuentes cancerígenas. La unión Europea señala una concentración máxima de 3000ppm para algunas hortalizas (Martínez, 2005). Actualmente no hay normas mexicanas que establezcan las concentraciones máximas permitidas de nitratos que debe tener el fruto del jitomate para ser considerado como inocuo.

3.13 Principales plagas y enfermedades del cultivo

Mosquita blanca (*Bemisia tabasi* y *Trialeurodes vaporariorum*), son insectos portadores de virus y se alimentan de la savia de las plantas (Mondragón, 2007). Las plantas pueden detener su crecimiento al presentar clorosis marcada. *Bemisia tabasi* puede diseminar el virus de las hojas amarillas en cuchara del tomate (Velasco *et al.*, 2011).

Tizón temprano (*Alternaria solani*), es una enfermedad fúngica que se presenta cuando existe una humedad relativa de 70% durante periodos de ocho a doce horas, seguidas de temperaturas entre 20°C y 25°C al día siguiente. La enfermedad se puede presentar en cualquier etapa fenológica, siendo la de fructificación donde es más grave. Las lesiones en fruto son hundidas y oscuras con anillos concéntricos en la base del fruto. Esta enfermedad genera pérdidas del 30% (Velasco *et al.*, 2011).

Fumagina (*Capnodium* spp.), la NMX- FF- 006-1982 indica que se generan daños cuando ocurre la fijación en forma de película del micelio del hongo, la enfermedad ataca principalmente la superficie de las hojas y del fruto formando manchas con apariencia de tizne.

Minador de la hoja (*Liriomyza* spp.), son dípteros que atacan principalmente a las plántulas, las larvas se introducen al interior de la hoja para alimentarse de la parte media de la lámina, formando galerías que disminuyen la capacidad fotosintética de la planta (Velasco *et al.*, 2011; Mondragón, 2007).

Trips (*Frankliniella occidentalis*), estos insectos neópteros transmiten el virus del bronceado del tomate.

Gusano del fruto (*Heliothis virescens* y *Helicoverpa zea*), el estado larval de estos lepidopteros es aquel que se alimenta directamente del fruto, llegan a medir hasta 3.8cm de largo, hay una gran variedad de colores; amarillo, verde, rojo, castaño, negro con rayas amarillas o rojas. Las larvas pueden pasar de una planta infestada a otra, provocando pérdidas significativas (Velasco *et al.*, 2011).

Pulgón verde (*Macrosiphum euphorbiae*), los insectos succionan la savia de la planta. El principal problema se genera cuando su mielecilla segregada sobre las hojas sirve como sustrato para el establecimiento de un hongo llamado fumagina, que cubre la superficie de la hoja haciéndole un daño indirecto al reducir su capacidad fotosintética y al limitar el intercambio gaseoso por los estomas (Mondragón, 2007).

Nemátodo de la raíz (*Meloidogyne* spp.), conocido como agallador de raíces o formador de nódulos, es de las principales plagas fitoparásitas que afecta los rendimientos del cultivo de jitomate con pérdidas de hasta el 12% de la producción total al limitar el buen desarrollo de la planta (Castro *et al.*, 2011; Velasco *et al.*, 2011; Verdejo *et al.*, 2013). En un estado de infección avanzado el tejido senescente se rompe, lo cual origina canchales de apariencia corchosa que se necrosan y mueren, limitando el desarrollo normal de raíces y por consecuencia impidiendo la absorción de nutrientes y agua. Otros síntomas que aparecen de manera secundaria son: enanismo, clorosis en hojas, desarrollo foliar escaso, se detiene el crecimiento y el rendimiento (Guzmán *et al.*, 2013).

3.14 Biopreparados orgánicos utilizados para el control de plagas

El uso de fungicidas, insecticidas y herbicidas dañan a la fauna nativa asociada al cultivo, esta fauna cumple un papel importante en la regulación de organismos causantes de plagas al ser

depredadores. Debido a esto surgen dentro de la agricultura orgánica varios preparados de bajo costo y de fácil elaboración con plantas que ayudan a reducir los patógenos (Cuadro 3), y de esta manera contribuyen en la conservación de la biodiversidad y al aumento en el rendimiento del cultivo de jitomate sin la utilización de insumos químicos, además de que proveen alimentos inocuos para la salud humana (FAO, 2010).

Cuadro 3. Biopreparados utilizados para el control de plagas en jitomate (FAO, 2010)

Biopreparado	Eficaz contra
Salsa (Ajo y chile)	Mosca blanca, trips y áfidos
Decocción de cola de caballo	Fungicida, ácaros
Purín de ortiga	Áfidos, mosca blanca y trips
Caldo sulfocalcico	Fungicida (mildio, cenicilla y bortris), Áfidos, mosca blanca, chochinilla y trips

A continuación se describen los biopreparados

3.14.1 Bioinsecticidas / biorepelentes

Ajo y chile (Salsa)

Este biopreparado es de los más fáciles de hacer. La capsaicina, compuesto químico contenido en el chile y la alicina, principio activo del ajo generan efectos repelentes sobre organismos causantes de plagas (Ramos y Santacruz, 2012), se utiliza en una proporción 1:10 de manera foliar.

Macerado de ortiga (*Urtica dioica*)

El purín de ortiga presenta múltiples beneficios para la agricultura orgánica, es rico en nitrógeno, calcio, hierro y potasio, además de ser un bioestimulante del crecimiento vegetal al proporcionar microorganismos benéficos en los cultivos a la hora de su inoculación (Castillo y Rodríguez, 2014).

3.14.2 Biofungicidas

Caldo sulfocálcico

Está elaborado a base de minerales (cal y azufre), y es el resultado de la reacción de los minerales la cual contiene dos productos, una parte líquida (polisulfuro de calcio) y una sólida, utilizada para resanar heridas de poda (Restrepo, 2007). El caldo sulfocalcico también presenta propiedades como fertilizante foliar, al aportar azufre y cal a la planta.

Decocción de cola de caballo

Este biopreparado está elaborado con *Equisetum hyemale* el cual contiene propiedades que inhiben la proliferación de hongos (Bessa *et al.*, 2012), evitando enfermedades como mildio, oídio y roya.

3.15 Control del nemátodo agallador con Microorganismos eficientes (M.E)

Su infestación se puede erradicar con la utilización de los microorganismos eficientes, un consorcio de microorganismos que viven de manera natural sobre el suelo (M.E.C) que le confieren características benéficas al cultivo, dentro de ellos se encuentran bacterias fotosintéticas, actinomicetos, bacterias productoras de ácido láctico, levaduras y hongos del género *Trichoderma* spp. sus características son:

Bacterias fotosintéticas (*Rhodospseudomona* spp.): utilizan sustancias producidas por las raíces y la energía solar para sintetizar ácidos nucleicos, vitaminas y azúcares, siendo esta última un promotor del desarrollo de los demás grupos, debido a esto se le considera a este grupo el núcleo de la actividad de los microorganismos eficientes (ME) (Higa, 2013).

Actinomicetos: son bacterias promotoras del crecimiento vegetal (ácido indol acético y ácido giberélico), se encargan del control de patógenos y de la mineralización de la materia orgánica (Quiñones *et al.*, 2016).

Bacterias productoras de ácido láctico: (*Lactobacillus* spp.): producen ácido láctico a partir de los azúcares sintetizados por las bacterias fotosintéticas. Controlan poblaciones de hongos dañinos como lo es *Fusarium* spp, el cual debilita las plantas aumentando la susceptibilidad de ser atacadas por nemátodos (Ezziyani *et al.*, 2004).

Levaduras: (*Saccharomyces* spp.): Sintetizan sustancias antimicrobiales y hormonas que promueven la división celular a partir de aminoácidos y azúcares.

Estos grupos tienen un efecto sinérgico que les permite coexistir (BID, 2009).

Hongos *Trichoderma* spp. Las especies del género *Trichoderma* tienen una gran plasticidad ecológica, efecto estimulante sobre los cultivos y capacidad reproductiva, pueden crecer en suelos con pH desde 5.5- 8.5 y vivir a una temperatura de hasta 38C°, gracias a una amplia gama de enzimas que les permite sobrevivir en la mayoría de los suelos agrícolas que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición (Martínez *et al.*, 2013). Dentro de los ME se encuentra este género, las especies actúan como hiperparásitos que producen fitohormonas que estimulan el crecimiento vegetal (auxinas, giberelinas, y citoquininas) y metabolitos antifúngicos logrando un control biológico sobre otros patógenos, entre ellos los nemátodos y otras enfermedades causadas por *Pythium* spp, *Rhizotocnia* spp, y *Fusarium* spp, al colonizar y mejorar el desarrollo radicular de las plantas que le permite tener una mejor asimilación de nutrientes y absorción de agua, aumentando los mecanismos de defensa de las plantas (Algarate *et al.*, 2014; ECURED, 2014; Rojas, 2014;).

3.15.1 Clasificación taxonómica del género *Trichoderma*

Villegas, (2008) ubica taxonómicamente al género *Trichoderma* dentro de la familia Moniliaceae (Cuadro 4).

Cuadro 4. Clasificación taxonómica del género *Trichoderma*

Categoría	
Reino	Fungi
División	Mycota
Subdivisión	Eumycota
Clase	Hyphomycetes
Orden	Moniliales
Familia	Moniliaceae
Género	<i>Trichoderma</i>

3.15.2 Mecanismos de acción del *Trichoderma* spp. sobre nemátodos del género

Meloidogyne

Algarate *et al.*, 2014 mencionan que el hongo del género *Trichoderma* forma una capa protectora alrededor de la rizósfera, de esta manera él se alimenta de los exudados de la raíz y las raíces son protegidas por el hongo, generando una competencia por espacio y alimento contra los nemátodos en estadio juvenil impidiendo el ingreso del nemátodo a la raíz.

Los diferentes modos de acción de las especies pertenecientes al género *Trichoderma* que permiten un efecto biorregulador son: microparasitismo, competencia, lisis enzimática, antibiosis e inducción de resistencia sistémica (IRS).

a) Microparasitismo

Esta interacción antagonista-patógeno es el mecanismo mediante el cual las especies del género *Trichoderma* crecen quimiotrópicamente hacia el patógeno, adhieren sus hifas y envuelven al patógeno para lograr la degradación de su pared celular con ayuda de enzimas. Esto ocurre en 4 etapas.

1.- Crecimiento quimiotrófico: *Trichoderma* identifica a distancia a sus posibles hospedantes y sus hifas crecen hacia esa dirección en respuesta a un estímulo químico (quimiotropismo positivo) (Infante *et al.*, 2009).

2.- Reconocimiento: Esto solo puede ocurrir contra patógenos específicos, en donde debe existir una especificidad alta del antagonista por su sustrato, esto se lleva a cabo a través de interacciones lectinas-carbohidratos.

3.- Adhesión y enrollamiento: cuando ocurre la asociación de una lectina presente en la pared del patógeno con un azúcar de la pared del antagonista las hifas de *Trichoderma* se adhieren al patógeno con ayuda de estructuras parecidas a ganchos y apresorios (Infante *et al.*, 2009).

4.- Actividad lítica: *Trichoderma* segrega enzimas líticas extracelulares, como quitinasas, glucanasas y proteasas que actúan en la rizosfera (Infante *et al.*, 2009), degradando la pared celular del patógeno por acción hidrolítica y permite la penetración de las hifas de *Trichoderma*, generando una pérdida del contenido citoplasmático de la célula hospedante a manera de disgregación. Cuando el nemátodo están en etapa de huevo, *Trichoderma* logra degradar su capa media de quitina con ayuda de la quitinasa (Infante *et al.*, 2009; Algarate *et al.*, 2014).

b) Competencia

Las poblaciones de *Trichoderma*, al presentar una velocidad de crecimiento alta, eliminan la probabilidad de éxito de los competidores en el microambiente, debido a que ocupan mayor espacio y nutrientes. *Trichoderma* spp. compete principalmente por nitrógeno, microelementos y algunos carbohidratos (polisacáridos como el almidón, celulosa, laminarina, pectina y quitinas, entre otros). En sistemas con alto contenido de materia orgánica este mecanismo es poco eficiente. La velocidad de crecimiento que presenta el antagonista y la acción conjunta con otros mecanismos de acción de *Trichoderma*, es lo que determina un control óptimo del patógeno (Infante *et al.*, 2009).

c) Antibiosis

Trichoderma spp. produce metabolitos secundarios con actividad antifúngica e inhibidores (antibióticos), algunos metabolitos inhiben el crecimiento de otros microorganismos como los

nemátodos sin la necesidad de establecer un contacto físico. Los compuestos que se han identificado son del tipo aquil-pironas, sonitrilos, poliquétidos, dicepropiperacinas, sesquiterpenos, peptabioles y esteroides (Martínez *et al.*, 2013).

d) Lisis enzimática (desactivación de enzimas del patógeno)

Dentro de los metabolitos que produce *Trichoderma*, encontramos a las proteasas las cuales logran degradar enzimas que los patógenos utilizan para atacar las paredes celulares de las raíces. *Trichoderma* secreta más de 70 metabolitos que contribuyen al crecimiento y desarrollo de las plantas, lo cual representa una alternativa para detener el proceso infeccioso por patógenos (Martínez *et al.*, 2013).

e) Resistencia inducida o inducción de resistencia sistémica (IRS):

Es un mecanismo de defensa en las plantas promovido por compuestos sintetizados por *Trichoderma* como proteínas con actividad enzimática, algunas de ellas activan mecanismos de defensa como los productos de los genes de avirulencia. Otros elicitadores que contribuyen en la defensa de las plantas son oligosacáridos liberados por la acción de enzimas de *Trichoderma* (Martínez *et al.*, 2013).

Infante *et al.*, 2009 que si la cepa desarrolla distintos modos de acción, será más eficiente el control sobre el patógeno.

Las características que se les atribuye en el ámbito científico depende más de las cepas (Martínez *et al.*, 2013).

3.15.3 *Trichoderma harzianum*

Trichoderma harzianum presenta una alta adaptabilidad a diferentes ecosistemas, tipos de suelo, cultivos y climas (Ecoplexity, 2010). La utilización de éste organismo promueve una agricultura amigable y menos dependiente de insumos químicos (Tellez y Ruiz, 2011).

3.16 Tratamientos biológicos artesanales

Un producto o técnica artesanal es aquella que se realiza por procesos manuales apoyados por implementos rudimentarios o con escasa función mecánica que aligeran las tareas, donde la materia prima para la implementación de la técnica regularmente se obtiene de la región donde habita el artesano (FONART, 2007).

En el mercado se pueden encontrar una amplia gama de artículos que ayudan a erradicar la infestación por nemátodos sin embargo la mayoría son productos elaborados con químicos que dañan el medio ambiente y a la salud de todos los seres vivos. Así mismo los artículos del mercado que son orgánicos, económicamente no están al alcance de todo productor.

Producir y fomentar técnicas artesanales en la elaboración de cultivos de microorganismos eficientes (ME) con recursos locales y sin que intervenga un proceso industrial automatizado es de suma importancia para hacer un buen uso de suelo, cuidar el medio ambiente, obtener rendimientos altos y apoyar la economía familiar de los productores.

IV.- PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

- a) ¿Si se aplica una cepa de *Trichoderma* spp. aislada artesanalmente, se podría controlar de manera eficiente la infestación de nemátodos del género *Meloidogyne* en raíces de jitomate guaje?
- b) ¿La cepa de *Trichoderma* spp. podría mejorar el rendimiento del jitomate guaje?
- c) ¿La cepa de *Trichoderma* spp. podría mejorar la calidad morfológica y fisiológica del fruto de jitomate guaje?
- d) ¿El costo de producción del jitomate guaje se reduce al utilizar un insumo artesanal de *Trichoderma* spp. comparado con uno comercial?

V.- HIPÓTESIS

Los hongos del género *Trichoderma* spp. obtenidos artesanalmente presentan un mejor equilibrio en los mecanismos de control de nemátodos, como: competencia, lisis enzimática, antibiosis y resistencia inducida, debido a la viabilidad de las poblaciones recién recolectadas en el ecosistema natural con relación a una cepa comercial y a un consorcio de microorganismos eficientes, lo cual promueve una mayor producción de frutos en tamaño, peso y contenido de grados Brix.

VI.-OBJETIVOS

6.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de un cultivo artesanal de *Trichoderma* spp. en el rendimiento e infestación del nemátodo *Meloidogyne* spp. en plantas de jitomate guaje (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1) abonadas con bocashi.

6.2 Objetivos particulares

1. Determinar el efecto de cuatro tratamientos: 1) Consorcio de Microorganismos eficientes (M.E.C) + bocashi; 2) *Trichoderma* spp. artesanal (T.A) + bocashi; 3) *Trichoderma harzianum* comercial (T.C) + bocashi y 4) solo bocashi (Testigo), sobre el control de nemátodos, en jitomate.
2. Determinar el efecto de los cuatro tratamientos en el rendimiento jitomate.
3. Evaluar la calidad morfológica (tamaño, peso y color) y fisiología (contenido de grados bryx y contenido de nitratos) de los frutos del jitomate guaje *Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1.
4. Calcular los costos de producción para cada tratamiento así como el índice beneficio/costo.

VII.- MÉTODO

7.1 Diagrama de flujo

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo de la metodología para el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1).

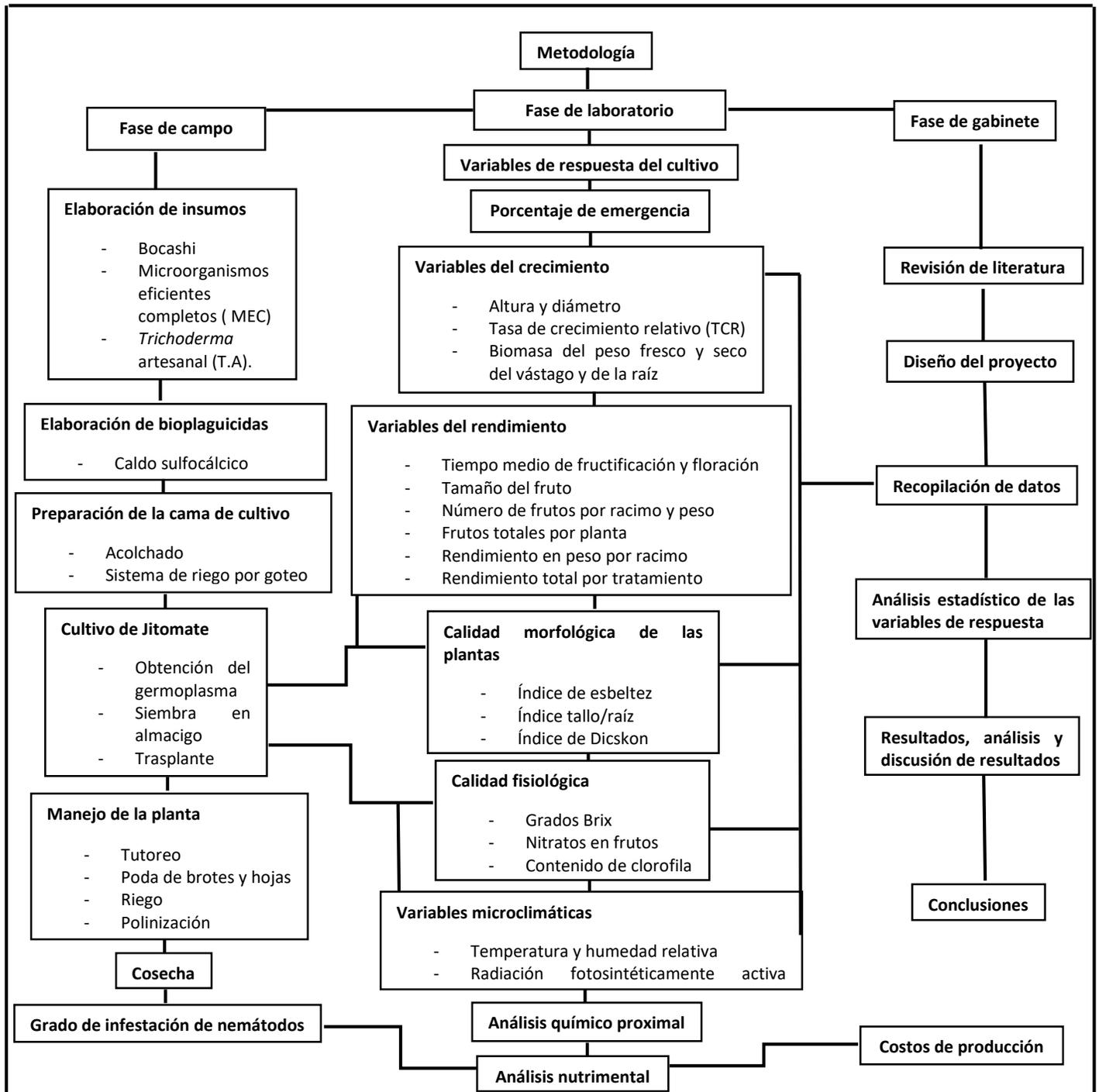


Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología para el cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1).

7.2 Sitio de estudio

El estudio se llevó a cabo bajo condiciones de invernadero en el Centro de capacitación en agricultura urbana “Chimalxochipan” (CCAUCH), ubicado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Campus II de la UNAM, en las coordenadas 19° 22'23'' N y 99° 02'04'' W, a 2248 msnm. El centro se ubica en la alcaldía Iztapalapa de la CDMX, de acuerdo con el mapa de climas de la ciudad de México (CDMX) y a la clasificación climática de Köpen modificada por García, Iztapalapa presenta un clima templado moderado lluvioso, con una temperatura que varía de entre 3 °C y 18 °C para el mes más frío y entre 22°C y 31 °C para el mes más cálido (INAFED, 2010).

7.3 Preparación del abono orgánico bocashi

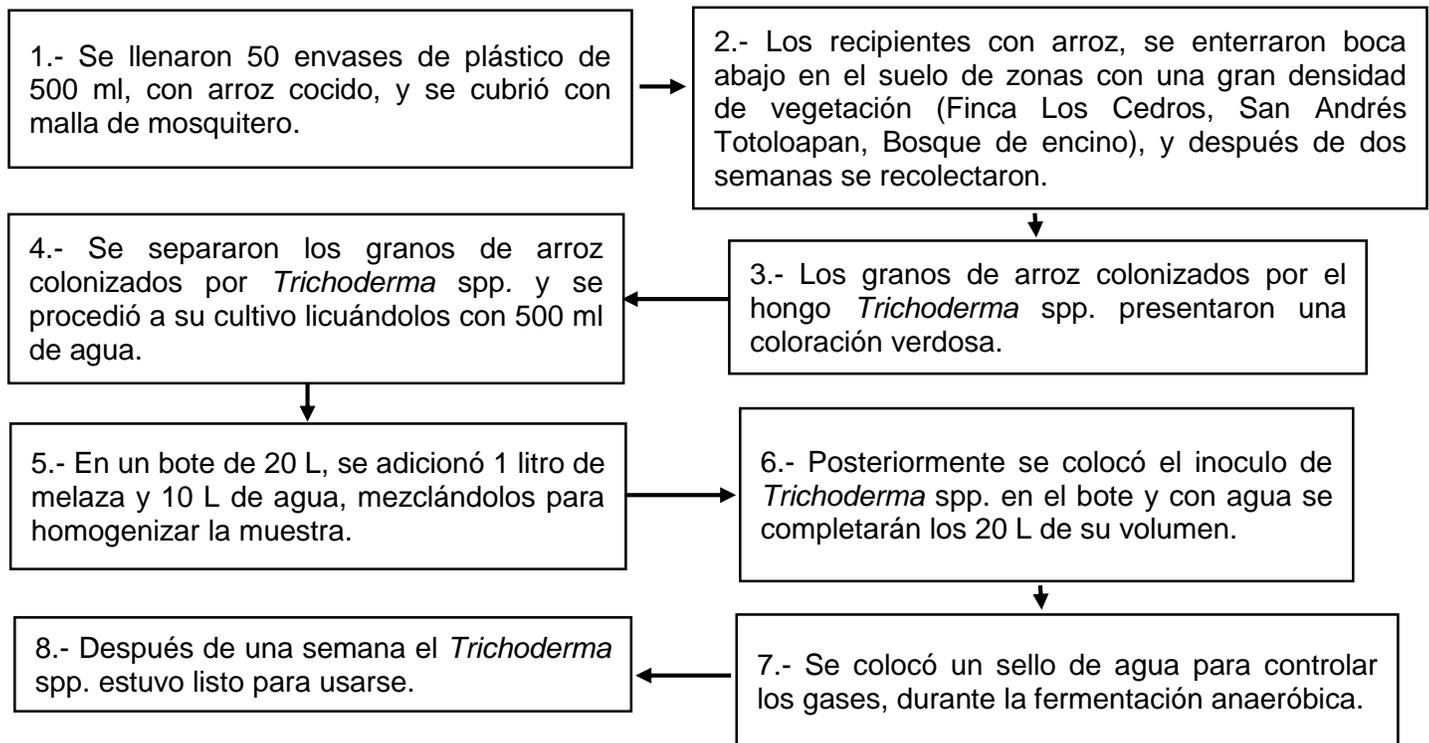
Se preparó con insumos orgánicos como hojarasca, salvado de trigo, tierra, estiércol, carbón, melaza y leche agria en una proporción tal para mantener la relación C/N= 30 (Román *et al.*, 2013) (Figura 2), con base a la metodología propuesta en el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Chimalxochipan (Orozco, 2014).



Figura 2. Elaboración del abono orgánico bocashi.

7.4 Elaboración del inóculo artesanal: se recolectó la cepa de *Trichoderma* spp. con ayuda de trampas plásticas con arroz blanco cocido, el cual presenta una coloración verdosa cuando son colonizados por *Trichoderma* spp. las trampas se colocaron dentro de un bosque de encino, localizado en la Finca Los Cedros en San Andrés Totoloapan CDMX, en las coordenadas 19° 16'46'' N y 99° 15'01'' W, a 2636 msnm (Cuadro 5).

Cuadro 5. Procedimiento para la elaboración del inóculo artesanal



7.5 Preparación de microorganismos eficientes completos sólidos (M.E.C)

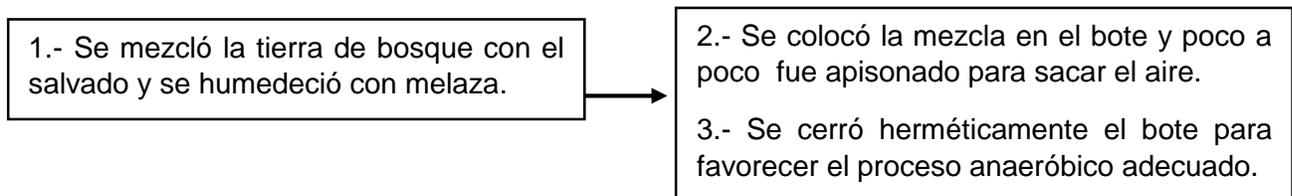
7.5.1 M.E.C sólidos

Los M.E.C sólidos se prepararon con base a los insumos del Cuadro 6 y el procedimiento se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 6. Insumos necesarios para la elaboración de Microorganismos eficientes sólidos.

MATERIAL	CANTIDAD
Balde de 20 L con tapa hermética	1
Tierra de montaña (fuente de M.E.C)	18 kg
Salvado de trigo (fuente de proteína y harina)	4 kg
Melaza o piloncillo	600 ml para la melaza y 500 g piloncillo
Agua sin cloro	20 L

Cuadro 7. Procedimiento para la elaboración de los M.E.C en estado sólido



La mezcla se dejó por unos 25 a 30 días a la sombra. En esta condición puede almacenarse de uno a dos años.

De este bote se tomaron 1.5 kg de MEC sólido para elaborar 20 L de MEC líquido. A continuación se detalla dicho procedimiento:

7.6 Preparación de MEC líquidos

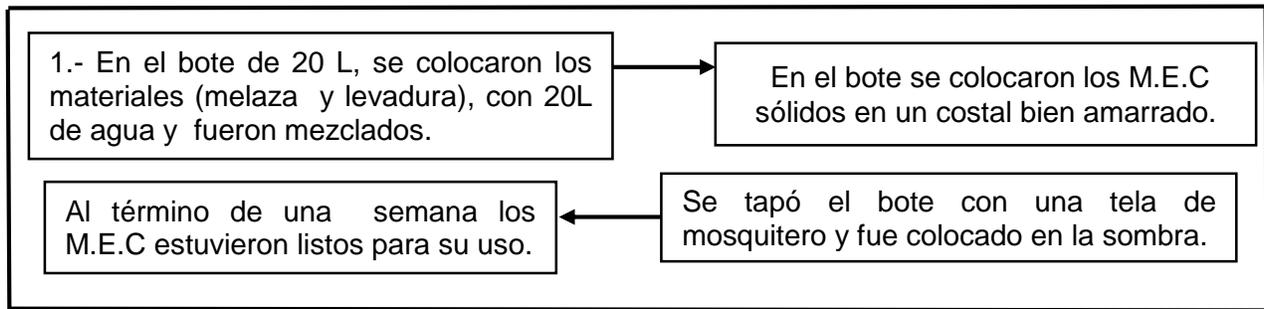
7.6.1 MEC líquidos

Los MEC líquidos se prepararon a partir de los MEC sólidos preparados anteriormente incluyendo levadura de pan (Cuadro 8), el procedimiento se presenta en el cuadro 9.

Cuadro 8. Insumos necesarios para elaborar microorganismos eficientes líquidos a partir de los sólidos.

MATERIAL PARA 20 L	CANTIDAD
ME Solidos	1.5 Kg
Melaza	500 ml
Levadura	100 g
Balde de 20 L	1
Costal pequeño	1

Cuadro 9. Procedimiento para la elaboración de los MEC en estado líquido a partir de los sólidos.



7.7 Preparación de la cama de cultivo

Se utilizó una parcela de 13.20 metros de largo x 1 de ancho, la cual se dividió en cuatro partes (en donde se establecieron los cuatro tratamientos) de 1 x 3 metros de largo cada una, con un espacio de 40 cm entre ellas, con una orientación Norte (Figura 3). En cada tratamiento se tuvieron nueve plantas.

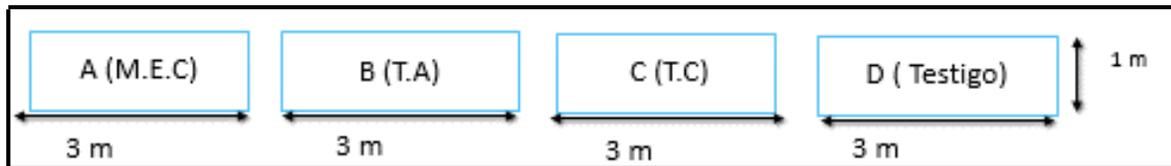


Figura 3. Distribución espacial de las cuatro parcelas o camas de cultivo, dentro del invernadero. Donde **A** = Microorganismos eficientes completos (M.E.C); **B**= *Trichoderma* spp. Artesanal (T.A); **C**= *Trichoderma harzianum* comercial (T.C) y **D**= Testigo.

El suelo se trabajó mediante una labranza de conservación, la cual se realizó removiendo la primera capa superficial (10 cm) a los costados, en seguida se aflojó el suelo con ayuda de un bieldo a 30 cm, posteriormente se colocó el bocashi (6.5 kg/m²), ceniza (250 g/m²), zeolita (33.3 g/m²), cascaron de huevo (33.3 g/m²) y roca fosfórica (33.3 g /m²) para mejorar la fertilidad del suelo (Figura 4) y se reincorporaron con ayuda de un azadón, para concluir la cama de cultivo se taparon con los primeros 10 cm de suelo removidos inicialmente (Figura 5).



Figura 4. Colocación de los insumos en la cama de cultivo.



Figura 5. Cama de cultivo lista para ser utilizada.

7.7.1 Instalación del sistema de riego por goteo

Sobre las camas se colocaron dos cintas plásticas color negro en la parte central de la cama, de manera paralela entre ellas, con una distancia de 0.40 m (Muro, 2016). El diámetro de las cintas fue de 16 mm.

7.7.2 Instalación del acolchado plástico

Una vez listas las camas de cultivo con el sistema de riego se colocó el acolchado plástico calibre 2.28mm de color negro – plateado, el cual presenta 1.2 m de ancho y 3.5 m de largo. Sobre él se hicieron nueve perforaciones en zig – zag, tres perforaciones por m².

7.8 Producción del jitomate

7.8.1 Obtención del germoplasma

Las semillas utilizadas de jitomate saladette var. El Cid F1, provinieron de la marca Harris Moran Seed Company® (Figura 6), con un 90% de probabilidad de emergencia y un 99% de pureza.



Figura 6. Semillas de *Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1 de la marca Harris Moran Seed Company.

7.8.2 Siembra en almácigo

Para la emergencia de las plántulas de jitomate, se utilizaron 50 bolsas de plástico negro calibre 600, con capacidad de 400 g usando como sustrato una mezcla con turba 40%, bocashi 25%, vermicomposta 25%, zeolita 10%, en cada bolsa se colocó una semilla a una profundidad de 0.5 cm y se cubrió con una capa de turba de 4 a 5 cm de grosor (Muro, 2016) (Figura 7). Se

colocaron dentro de un invernadero, y al paso de una semana se revisó la emergencia (% y tiempo medio) (Figura 8).



Figura 7. Siembra en almacigo (bolsas plásticas).



Figura 8. Revisión del tiempo medio de emergencia a los siete días después de la siembra.

7.8.3 Trasplante y densidad de plantación /m²

Después de que las plántulas presentaron hojas verdaderas (aproximadamente 28 días después de la siembra) o una altura de 15 cm se trasladaron a la cama previamente trabajada (Figura 9). El trasplante se realizó con un patrón a tres bolillo, a una distancia de 45 cm entre plántulas (Grijalva *et al.*, 2010). La densidad de siembra fue de tres plantas/m².



Figura 9. Trasplante de las plántulas a la cama de cultivo.

7.9 Manejo de la planta

7.9.1 Tutoreo

Cuando las plántulas presentaron una altura de 20 cm se colocaron en un soporte de rafia encerada (colocada desde la base de la planta y enrollada sobre el tallo), con el fin de guiar su crecimiento (Figura 10) hacia el alambre ubicado sobre las plantas (Velasco *et al.*, 2011).



Figura 10. Plantas tutoradas con rafia encerada color negro.

7.9.2 Poda de brotes y hojas

Una vez que las plántulas presentaron brotes laterales (chupones), estos se retiraron cuando tuvieron una longitud promedio de 3 a 5 cm, ya que si estos son más largos la herida podría ser más grande y por ende la planta sería más susceptible al ataque de enfermedades (Velasco *et al.*, 2011).

La poda de hojas permite una mejor ventilación y un fortalecimiento para las hojas nuevas. Esta práctica es necesaria para que exista un buen desarrollo de frutos (Velasco *et al.*, 2011). La poda de hojas se realizó conforme los frutos alcanzaron la madurez, dejando hojas que protegieran a los frutos verdes de la insolación directa.

La poda del brote apical, se realizó al racimo 11 para detener el crecimiento de la planta y así asegurar frutos de buena calidad.

7.9.3 Riego

De los 31 a los 46 días después del trasplante, a las plántulas se les suministro 750 ml de agua/planta, de los 46-61 días 1 L/planta, de los 61-76 días 1.5 L/planta y de los 76-91 días 2 L/planta (Rodríguez *et al.*, 2001).

7.9.4 Polinización

La polinización se realizó cuando la temperatura no sobrepasaba los 28°C y la humedad relativa se encontraba entre en 50 % y 60% (10:00 am -12:00). Se realizó con ayuda de un cepillo vibrador, el cual cada tercer día estimuló el movimiento del polen en cada flor, produciéndose así la fecundación (Velasco *et al.*, 2011).

7.10 Aplicación de tratamientos

Cada semana se agregaron los tratamientos en una proporción 1:10 con agua, de la siguiente manera: Microorganismos eficientes consorcio (M.E.C) = 1 L/planta; *Trichoderma spp.* (T.A)= 1 L/planta; *Trichoderma harzianum* (T.C) (Figura 11) = 8.1 g en 9 L de agua (para las nueve plantas) y Testigo= 1 L de agua.

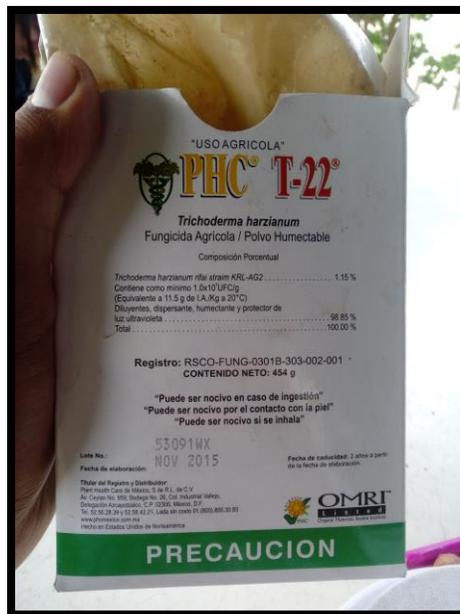


Figura 11. *Trichoderma harzianum* comercial.

7.11 Control de plagas y enfermedades

Se aplicó caldo sulfocálcico desde los 30 días después del trasplante (DDT) cada 15 días (Muro, 2016) de manera foliar diluido 1:15 para prevenir los ataques por áfidos (*Macrosiphum euphorbiae*) y mosca blanca. (*Bemisia tabasi* y *Trialeurodes vaporariorum*).

7.12 Cosecha

La cosecha se llevó a cabo con unas tijeras de poda a una mano, previamente lavadas. Los frutos fueron cosechados conforme a la maduración de los frutos (Figura 12), los cuales presentan un color rojo intenso como indicador (Figura 13) (López, 2017; Muro, 2016).



Figura 12. Frutos maduros de los primeros 2 racimos.



Figura 13. Frutos de los primeros racimos cosechados.

7.13 Variables de respuesta

7.13.1 Porcentaje de emergencia

Se realizó una curva de emergencia acumulada (número de plántulas emergidas/ tiempo) con el sustrato utilizado.

7.13.1.1 Tiempo medio de emergencia

Muestra una medida del tiempo de emergencia relacionada con la capacidad de emergencia (González y Orozco, 1996), viene dada por la siguiente formula

$$TME = \frac{\sum(n_i t_i)}{N}$$

Donde

n_i = número de semillas emergidas el día i

t_i = número de días después de la siembra.

N = Total de semillas sembradas.

7.14 Variables de crecimiento

Se midieron en nueve plantas/tratamiento.

7.14.1 Altura y diámetro/planta

Estas variables se tomaron cada 15 días hasta que la planta presentó el décimo primer racimo (Figura 14). La altura se midió con ayuda de un flexómetro de tres metros, desde el cuello de la raíz hasta la zona apical y el diámetro a un cm sobre el nivel del suelo con ayuda de un vernier (Hernán, 2011).



Figura 14. Altura de las plantas con 10 racimos.

7.14.2 Tasa de crecimiento relativo (TCR)

La TCR expresa el crecimiento a través del tiempo, viene dada por la siguiente formula (Jarama *et al.*, 2006).

$$TCR = \frac{\ln \frac{MS2 [cm]}{MS1 [cm]}}{(t2[d] - t1 [d])}$$

Donde

TCR= Tasa de Crecimiento Relativo [d^{-1}]

LnMS2= Logaritmo natural de la altura final

LnMS1= Logaritmo natural de la altura inicial

T2= tiempo final

T1= tiempo inicial

7.14.3 Biomasa del peso fresco y seco del vástago y de la raíz

Se tomaron los pesos de la parte aérea y de la raíz al concluir la última cosecha de los frutos.

7.15 Variables de rendimiento

7.15.1 Tiempo medio de fructificación y floración

Se registraron cada tercer día los momentos de floración (Figura 15) y fructificación (Figura 16) por racimo. El tiempo medio fue tomado cuando el 50% de la población de plantas de cada tratamiento floreció o fructificó, según sea el caso.



Figura 15. Plantas de jitomate en floración.



Figura 16. Plantas de jitomate en fructificación.

7.16.2 Tamaño del fruto (ecuatorial y polar)

Para evaluar esta variable se tomaron de manera aleatoria tres frutos por cada racimo que contenía la planta (Figura 17). Para el diámetro ecuatorial (DE), se realizó midiendo la longitud de la parte media del fruto, y para la polar la medición se tomó desde la zona del pedúnculo a la zona apical. Ambas mediciones se obtuvieron con un vernier (Márquez *et al.*, 2007).



Figura 17. Evaluación aleatoria de tres frutos por racimo.

7.16.3 Número de frutos por racimo y peso

Al momento de la cosecha se pesó el racimo completo/planta/tratamiento y se cuantificó el número total de frutos en él, así como su peso total con ayuda de una balanza.

7.16.4 Frutos totales por planta

Se obtuvo tomando una sumatoria del número total de frutos por los 11 racimos por planta.

7.16.5 Rendimiento en peso por racimo por planta

Se realizó la sumatoria del peso de los frutos obtenidos por cada racimo, este dato se obtuvo para los 11 racimos.

7.16.6 Rendimiento total por tratamiento

Se determinó con la sumatoria del peso de los frutos de todos los racimos de las nueve plantas por tratamiento.

7.17 Calidad morfológica de las plantas

7.17.1 Índice de esbeltez

Se obtuvo como resultado de la división de la altura (cm) entre el diámetro (mm) de las plantas (Sánchez *et al.*, 2011). La expresión es la siguiente:

$$\text{Índice de esbeltez (IE)} = \text{altura (cm)} / \text{diámetro (mm)}$$

7.17.2 Índice tallo/raíz ó Relación (PSPa/PSR)

Es uno de los indicadores de la calidad de la planta, se obtuvo al dividir el peso seco de la parte aérea (PSPa) entre el peso seco de la raíz (PSR), (Sánchez, 2011). Las plantas fueron retiradas y se tendieron dentro del invernadero, para lograr su desecación. La expresión es la siguiente.

$$\text{Índice tallo/raíz (ITR)} = \text{peso seco del tallo (g)} / \text{peso seco de raíces (g)}$$

7.17.3 Índice de Dickson

Para obtener el índice de calidad de Dickson (QI) se necesitó conocer el peso seco total (PST); Altura del tallo (AT); Diámetro del tallo (DT) y el índice tallo/raíz, (Sánchez, 2011). La expresión es la siguiente:

$$Q_i = \frac{PST}{\left[\left(\frac{AT}{DT}\right) + (ITR)\right]}$$

Donde:

QI= Índice de calidad de Dickson

PST= Peso seco total (g)

AT= Altura del tallo (mm)

DT= Diámetro del tallo (mm)

ITR= Índice tallo/raíz

7.18 Variables de la calidad fisiológica

7.18.1 Grados Brix

Se utilizó un refractómetro marca Atago calibrado con agua destilada en donde se colocó una gota de jugo (jitomate maduro de color rojo intenso) para tomar la lectura. El refractómetro fue lavado con agua destilada entre cada determinación.

7.18.2 Nitratos en frutos

La determinación fue tomada en tres frutos por racimo en cada una de las plantas, con ayuda del equipo HORIBA LAQUAtwin NO3-11. El equipo fue lavado con agua destilada entre cada tratamiento.

7.18.3 Contenido de clorofila

El contenido de clorofila se tomó cada 15 días en tres hojas por planta, con ayuda del medidor de clorofila Spectrum CM-1000, marca Fieldscout. Para el análisis estadístico se eligieron al azar las mediciones de cinco plantas por tratamiento.

7.19 Variables microclimáticas

7.19.1 Temperatura y humedad relativa

Fue colocado un termómetro análogo marca Steren dentro del invernadero (Figura 18) con el cual se monitoreó la temperatura y la humedad relativa durante todo el ciclo de vida, desde la germinación, hasta la producción del racimo 11 en todas las plantas.



Figura 18. Monitoreo de la temperatura y humedad relativa cada tercer día.

7.19.2 Radiación fotosintéticamente activa (PAR)

Se midió la PAR en cinco plantas/tratamiento cada 15 días, con un ceptómetro Accupar, modelo LP 80.

7.20 Variables de infestación

7.20.1 Grado de infestación de nemátodos

Fue determinado mediante el Índice visual de nodulación para el jitomate (Bridge y Page 1980). Es una escala de 0-10, donde las raíces sin nódulos presentan un valor 0, de 1-2 si hay

presencia (de 1 a cuatro nódulos en las raíces secundarias), de 3 y 4 (si encontramos de 5 a 10 nódulos en las raíces principales) y para la escala 5 y 10 representan un grado de infestación del 50% y 100% (Figura 19). Esto se logró con la extracción de la mayor área radicular, tomando en cuenta las nueve plantas por tratamiento (Guzmán *et al.*, 2013; Torres, 2014).

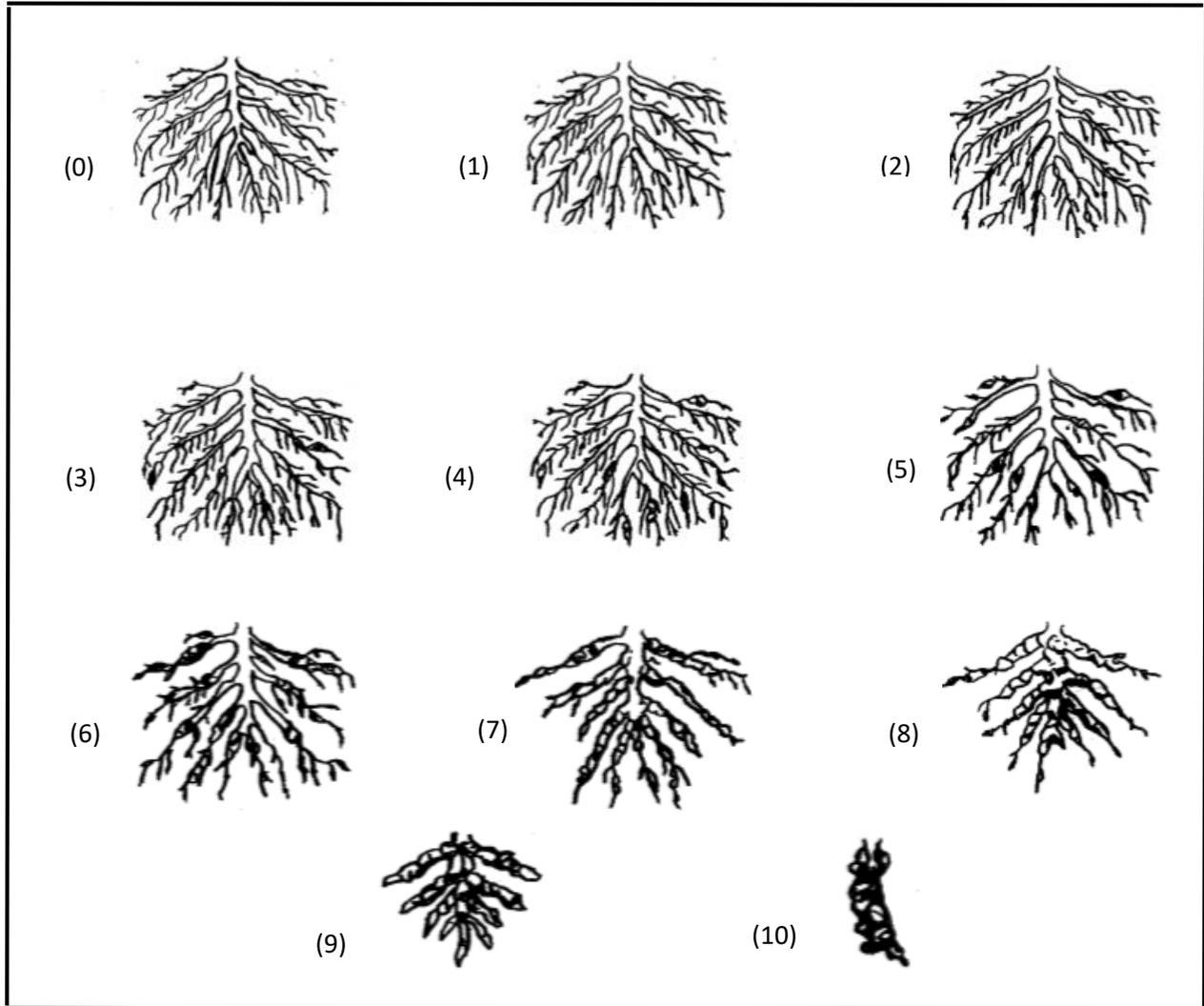


Figura 19. Escala visual del índice de nodulación para el jitomate (Bridge y Page 1980). 0= Sin nódulos; 1= Nódulos escasos y pequeños, difíciles de encontrar; 2= Nódulos escasos y pequeños, difíciles de encontrar; 3= Algún nódulo grande. Raíces principales sanas; 4= Predominan los nódulos grandes. Raíces principales sanas; 5= 50% de raíces infectadas. Algunas raíces principales noduladas; 6= Raíces principales claramente noduladas; 7= Mayoría de raíces principales noduladas; 8= Todas las raíces principales noduladas. Pocas raíces secundarias sanas; 9= Todas las raíces muy noduladas. Plantas muriendo; 10= Todas las raíces noduladas. Planta generalmente muerta.

7.21 Análisis químico proximal

Se seleccionaron aleatoriamente diez jitomates por tratamiento y se llevaron a analizar al departamento de nutrición animal y bioquímica en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, para conocer los porcentajes (%) en materia seca, humedad, proteína cruda, extracto etéreo, cenizas, fibra cruda y extracto libre de nitrógeno.

7.22 Análisis Nutricional

El análisis nutricional se realizó en el laboratorio central universitario ubicado en la Universidad Autónoma de Chapingo. Para este análisis se recolectaron diez jitomates al azar de cada tratamiento, con la finalidad de conocer las concentraciones de Nitrógeno (N), Fosforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Hierro (Fe), Cobre (Cu), Zinc (Zn), Manganeso (Mn) y Boro (B).

7.23 Costos de producción

Se calculó por tratamiento, considerando los costos de los insumos más los costos de la mano de obra.

El índice costo beneficio para cada tratamiento se calculó con los costos del precio de venta en el mercado y los costos de producción de cada tratamiento:

Índice benéfico /costo= precio de venta/ costo de producción.

Si $B/C \geq 1$ el tratamiento es rentable económicamente.

Si $B/C \leq 1$ el tratamiento no es rentable.

Si $B/C = 1$ no hay ganancias ni pérdidas.

7.24 Análisis estadístico de los resultados

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), para determinar los supuestos de normalidad e igualdad de varianza, se aplicó a los datos una prueba de Kolmogorov y una de Levene,

respectivamente. Este análisis indica que a un valor de p menor o igual a 0.05 hay al menos dos medias que son diferentes, para saber cuáles tratamientos son diferentes se aplicó un análisis de diferencia mínima significativa (Prueba de Tukey). También se utilizó un coeficiente de correlación de Pearson entre el diámetro ecuatorial y polar del fruto.

VIII.- RESULTADOS

8.1 Análisis de calidad del abono orgánico bocashi

El Abono orgánico fue evaluado en el departamento de suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo, y presenta las siguientes características (Cuadro 10), (Anexo 1):

Cuadro 10. Resultados del análisis físico y químico del abono orgánico bocashi llevado a cabo en la Universidad Autónoma de Chapingo (Laboratorio del Departamento de suelos).

Parámetro	Valor	Interpretación
pH	7.31	pH adecuado
C.E. (dS/m ⁻¹)	4.54	Salinidad ligeramente alta
MO (%)	29.09	Materia orgánica adecuada
CIC Cmol/kg ⁻¹	51.20	Capacidad de intercambio catiónico adecuado
N _T %	1.61	Nitrógeno total adecuado
P _T %	0.76	Fósforo total adecuado
K _T %	0.97	Potasio total ligeramente bajo
Ca _T %	1.44	Calcio total adecuado
Mg _T %	0.69	Magnesio total adecuado
Na _T %	0.56	Sodio total con problemas leves
Fe _T %	0.74	Hierro total alto
Cu _T mg/kg ⁻¹	34.5	Cobre total adecuado
Zn _T mg/kg ⁻¹	155.9	Zinc total adecuado
Mn _T mg/kg ⁻¹	81.2mg mg/kg ⁻¹	Manganeso total bajo
B _T mg/kg ⁻¹	85.5 mg/kg ⁻¹	Boro total alto
Dap t/m ⁻³	0.58 t/m ⁻³	Densidad aparente adecuado.

*pH= Potencial de Hidrógeno; C.E= Conductividad Eléctrica; MO= Materia Orgánica; CIC= Capacidad de Intercambio Catiónico; N_T= Nitrógeno total; P_T= Fosforo total; K_T= Potasio total; Ca_T= Calcio total; Mg_T= Magnesio total; Na_T= Sodio total; Fe_T= Hierro total; Cu_T= Cobre total; Zn_T= Zinc total; Mn_T= Manganeso total; B_T=Boro total.

8.1.1 Interpretación del abono orgánico bocashi

La interpretación del bocashi, se realizó con base en los datos proporcionados por el Laboratorio Central Universitario de la Universidad Autónoma de Chapingo (Anexo 1).

pH. El rango aceptado para los abonos orgánicos se encuentra entre los 6.5-8.0. Al ser 7.31 el valor del pH en la muestra nos indica un nivel adecuado.

Materia orgánica (MO). Todo abono orgánico debe presentar como mínimo un 25% de materia orgánica, nuestra muestra al presentar 29.09% contiene un alto contenido y se logra adicionar al suelo con mayor rapidez.

CE (conductividad eléctrica). El rango aceptable en los abonos orgánicos debe ser menor de 4 dS/m (relación 1:5). Debido a lo anterior el abono bocashi tiene un ligero problema de salinidad, ya que presenta 4.54 dS/m⁻¹ (cuadro 7), lo cual se logra solucionar con un mayor tiempo de compostaje.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC). Como mínimo un abono debe contener por lo menos 40 Cmol/kh. El bocashi contiene 51.20 Cmol/kg⁻¹. Un valor mayor a lo establecido. Lo que le confiere una ventaja en la retención de nutrimentos y humedad.

Contenido de nutrimentos: El porcentaje de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K) se presenta en buena proporción, en cuanto los micronutrimentos, Fe y Br los niveles son buenos, el manganeso (Mn) se encuentra bajo, lo cual se puede mejorar con un mayor tiempo de compostaje.

8.2.1 Siembra en almacigo (curva de emergencia acumulada %)

Las semillas de jitomate presentaron un porcentaje de emergencia de 88% (Figura 20).

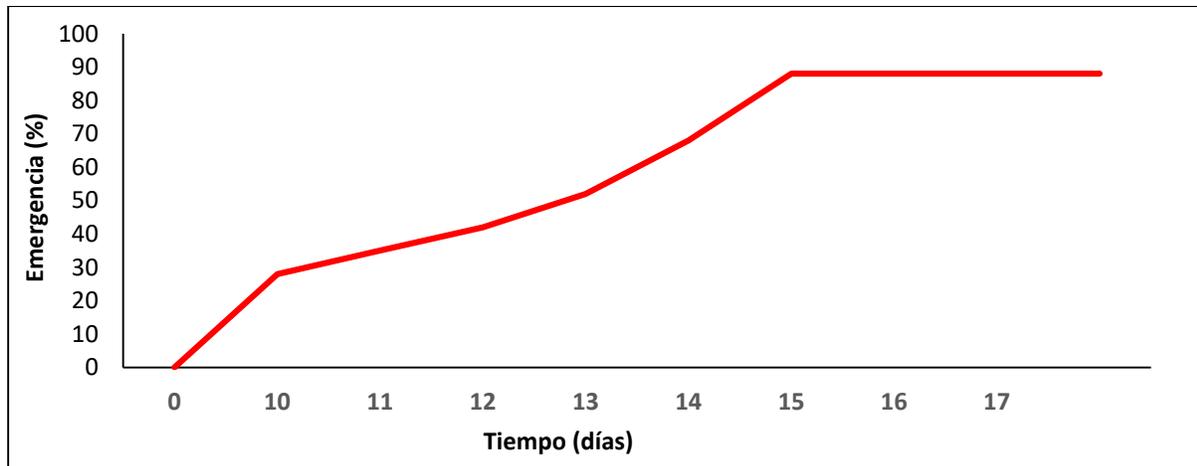


Figura 20. Emergencia promedio acumulada para las plántulas de jitomate (n= 50).

Tiempo medio de emergencia: $TME = \frac{\sum(n_i t_i)}{N} = \frac{647}{50} = 12.94$

El índice indica el tiempo promedio para que las plántulas de jitomate emerjan, lo cual en este caso fue de 12.94 días (Fig.3).

8.3 Variables de crecimiento

8.3.1 Altura

En la altura no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) (Figura 21). La altura final (161 días después del trasplante) que presentaron las plantas de jitomate al racimo 11 fue de 299.14 cm (M.E.C), 290.22 cm (T.A), 269.11 cm (T.C) y 292.07cm (Testigo).

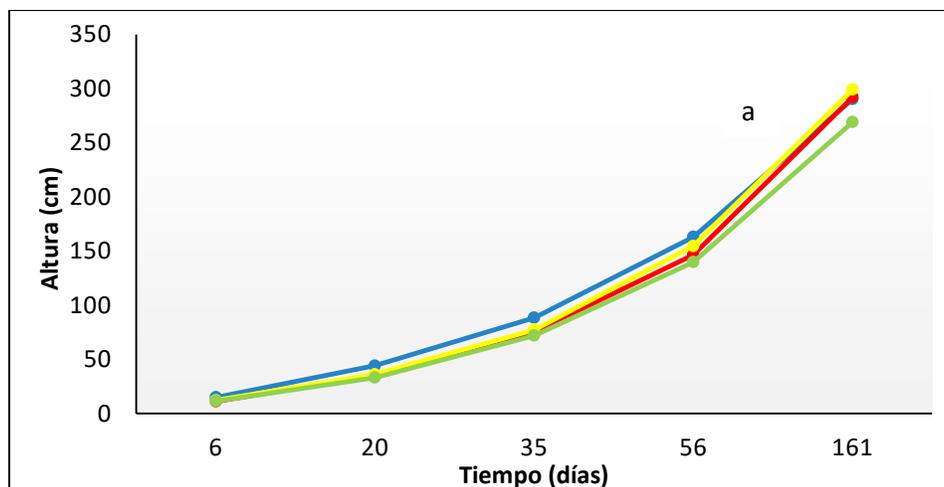


Figura 21. Altura promedio de las plantas de jitomate conforme el tiempo por tratamiento. n=9; (ANOVA; $F=2.29$; $p=0.097$). En donde: — TESTIGO — T.A — MEC — T.C, M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.3.2 Diámetro del tallo principal

Al día 161 después del trasplante (DDT), los tratamientos no presentan diferencias estadísticas significativas entre si ($P \leq 0.05$). Los valores finales del diámetro del tallo principal fueron: M.E.C 1.77 cm, T.A 1.72 cm, TC 1.73 cm y Testigo 1.64 cm (Figura 22).

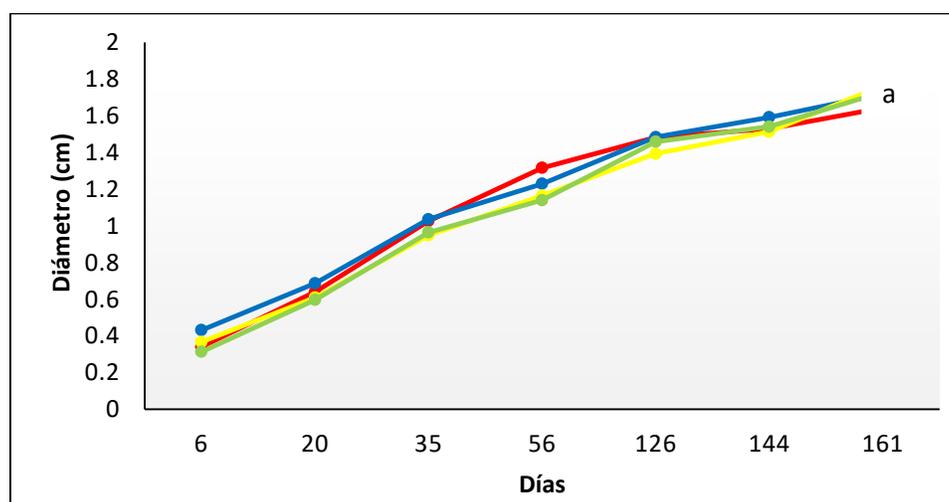


Figura 22. Diámetro promedio del tallo de las plantas de jitomate, n=9 (ANOVA; $F=0.32$; $p=0.811$). En donde: — TESTIGO — T.A — MEC — T.C, M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.3.3 Otras variables del crecimiento

8.3.3 Tasa de crecimiento relativo (TCR), biomasa del peso fresco del vástago (BPFV), biomasa del peso seco del vástago (BPSV), biomasa del peso fresco de la raíz (BPFR) y biomasa del peso seco de la raíz (BPSR).

Los únicos parámetros que presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos fueron, la biomasa peso fresco del vástago (BPFV), (ANOVA; $F=4.67$; $P=0.0081$) y la biomasa peso seco del vástago (BPSV), (ANOVA; $F=6.81$; $P=0.0019$), (Cuadro 11).

Cuadro 11. Variables del crecimiento.

Tratamiento	TCR [d ⁻¹]	BPFV [g]	BPFR [g]	BPSV [g]	BPSR [g]
M.E.C	0.020 a	1583.33 a	87.67 a	247.00 ab	17.56 a
T.A	0.019 a	1644.44 a	92.00 a	257.56 a	16.56 a
T.C	0.020 a	1077.78 b	114.22 a	186.89 bc	20.56 a
Testigo.	0.021 a	1205.56 ab	124.78 a	182.89 c	21.78 a

M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4 Variables de rendimiento

8.4.1 Tiempo medio de floración

No se presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) para el tiempo medio de floración, entre tratamientos a los 161 días después del trasplante (Figura 23).

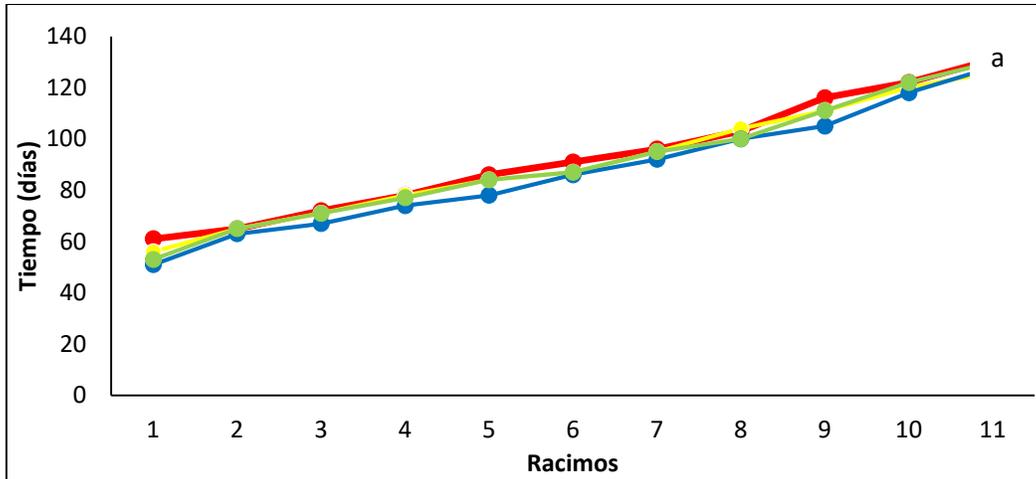


Figura 23. Tiempo medio de floración por racimo. En donde: —●— TESTIGO —●— T.A —●— MEC —●— T.C, M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.2 Tiempo medio de fructificación

No se presentaron diferencias estadísticas significativas para el tiempo medio de fructificación entre tratamientos, a los 161 días después del trasplante (Figura 24).

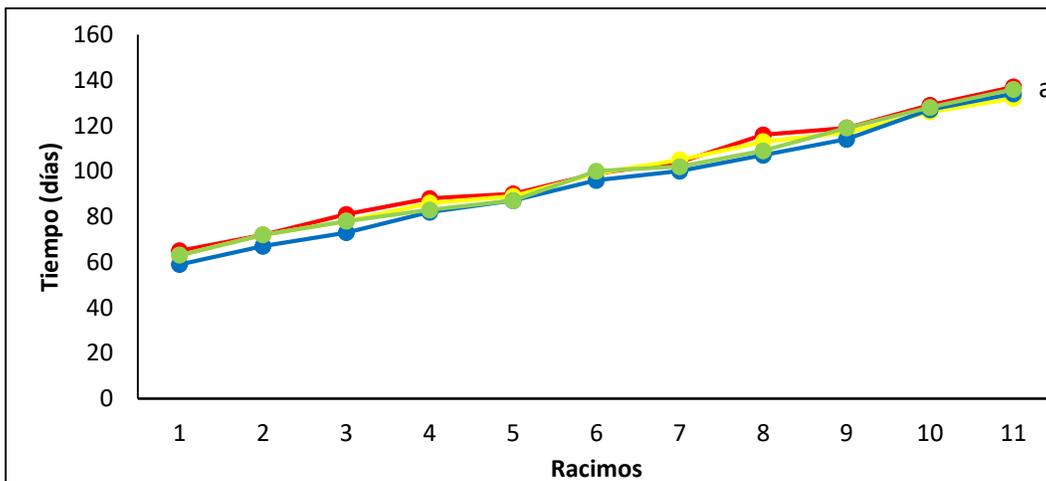


Figura 24. Tiempo medio de fructificación por racimo. En donde: —●— TESTIGO —●— T.A —●— MEC —●— T.C, M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.3 Tamaño del fruto (ecuatorial y polar)

8.4.3.1 Diámetro ecuatorial

La norma mexicana NMX-FF-031-1997-SCFI establece los criterios mínimos de calidad (siendo el tamaño ecuatorial uno de ellos) que el jitomate o tomate (*Lycopersicon esculentum*) debe cumplir en todas sus variedades, para que puedan ser comercializados en territorio nacional, ya sea para su consumo fresco o destinados para el procesamiento industrial. A continuación se muestra la clasificación para el tamaño del fruto con base al diámetro ecuatorial según la NMX-FF-009-1982. El tamaño del fruto se especifica conforme el diámetro mínimo y el máximo expresados en milímetros (Cuadro 11).

Cuadro 12. Clasificación por tamaño del fruto de *Lycopersicon esculentum*, de acuerdo a la NMX-FF-031-1997-SCFI.

Tamaño (mm)	Mínimo	Máximo
Chico	38	51
Mediano	52	59
Grande	60	70
Extra grande	71	>71

Los histogramas de frecuencias por tratamiento con una n= 297 y el diámetro ecuatorial de los jitomates de acuerdo a la NMX-FF-031-1997-SCFI se muestra en las Figuras 25, 26, 27 y 28.

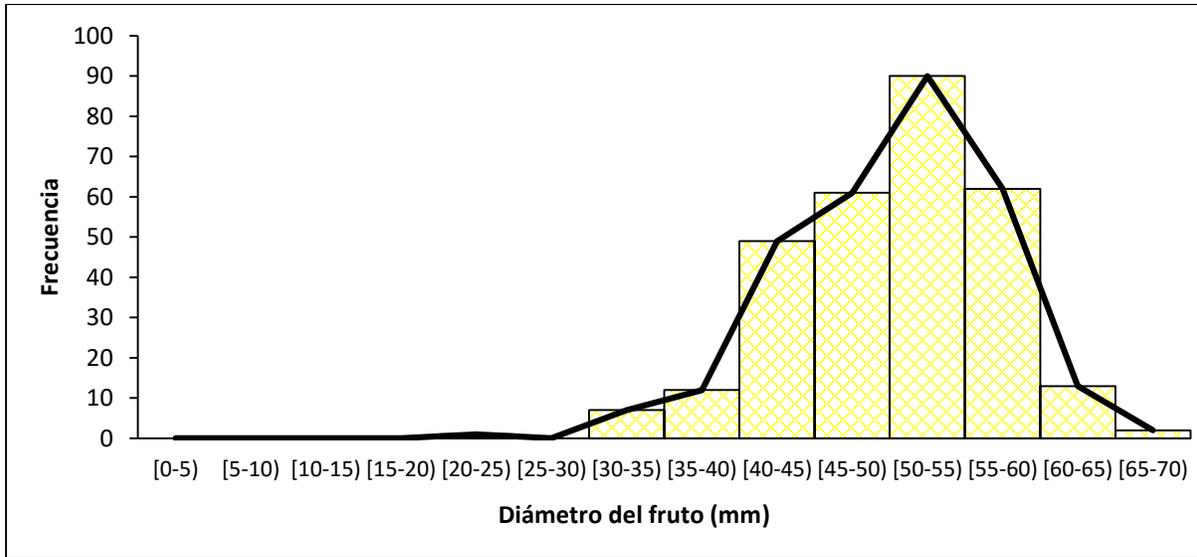


Figura 25. Histograma de frecuencias para M.E.C (n=297).

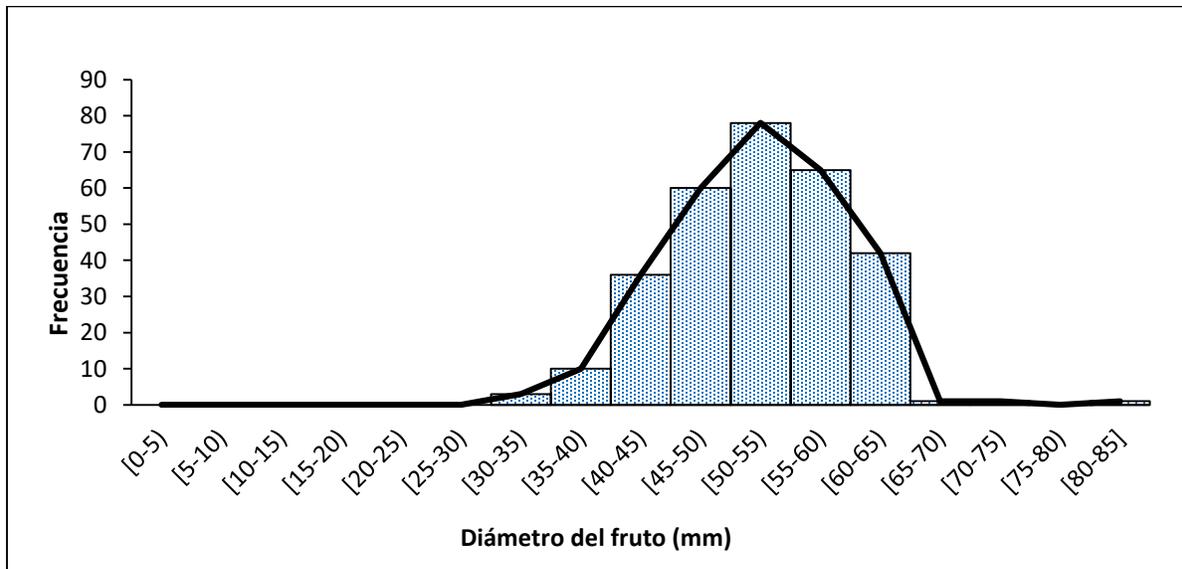


Figura 26. Histograma de frecuencias para T.A (n=297).

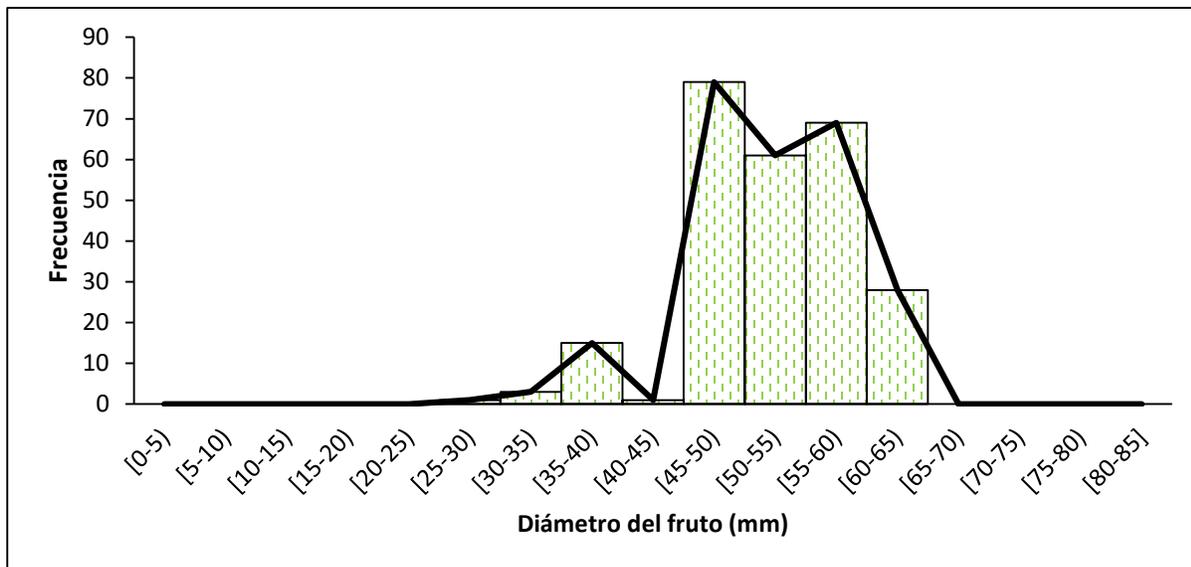


Figura 27. Histograma de frecuencias para T.C (n=297).

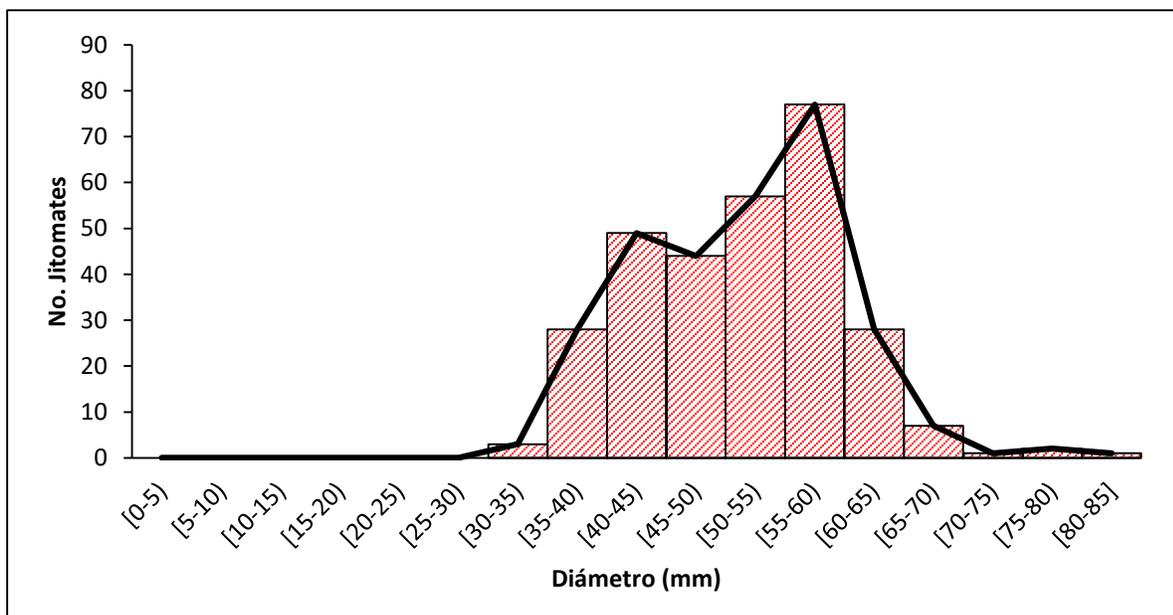


Figura 28. Histograma de frecuencias para Testigo (n=297).

El análisis de varianza (ANOVA), con una $P \leq 0.05$, no indicó diferencias significativas para el tamaño ecuatorial por tratamiento, donde M.E.C obtuvo una medida de 5.07 cm, T.A 5.27 cm, T.C 5.07 cm y el testigo una medida de 5.05 cm (Figura 29).

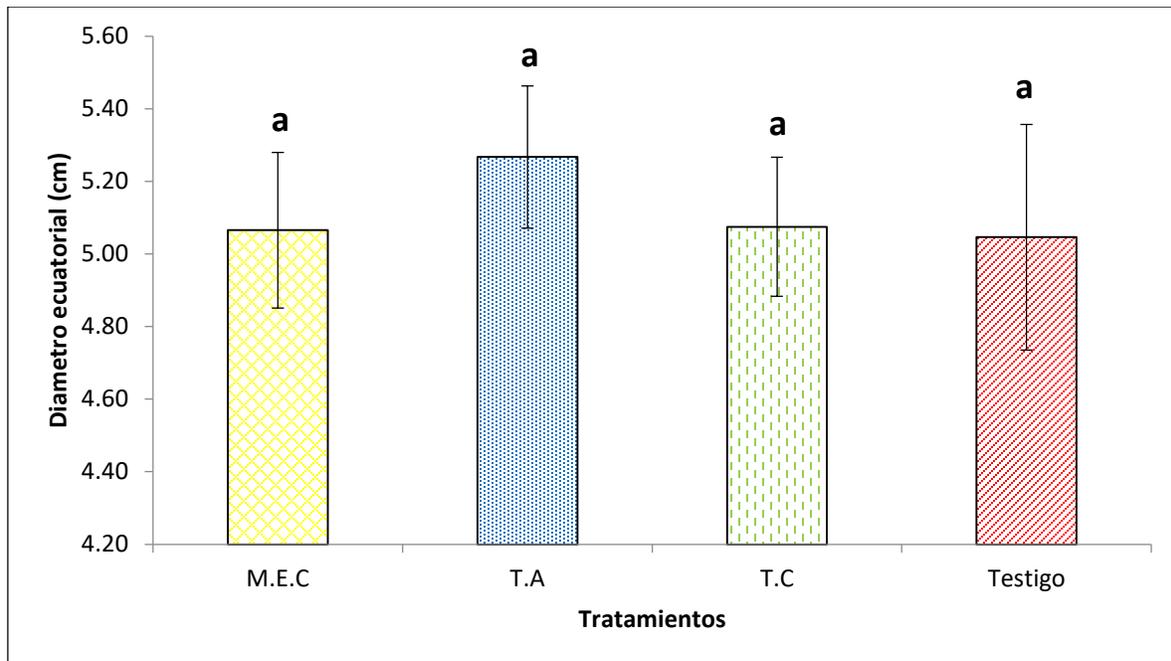


Figura 29. Diámetro ecuatorial promedio de los frutos de jitomate por tratamiento. Las letras iguales sobre las barras muestran que no hay diferencias estadísticas significativas entre tratamientos $P \leq 0.05$ (ANOVA; $F=1.76$; $p=0.175$). Las líneas sobre las barras señalan la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.3.2 Diámetro polar

El tamaño polar medio de los frutos de jitomate, no presentó diferencias estadísticas significativas $P \leq 0.05$ entre tratamientos (Figura 30). Los valores fueron de: 6.35 cm (M.E.C), 6.29 cm (T.A), 6.17 cm (T.C) y 6.20 cm (testigo).

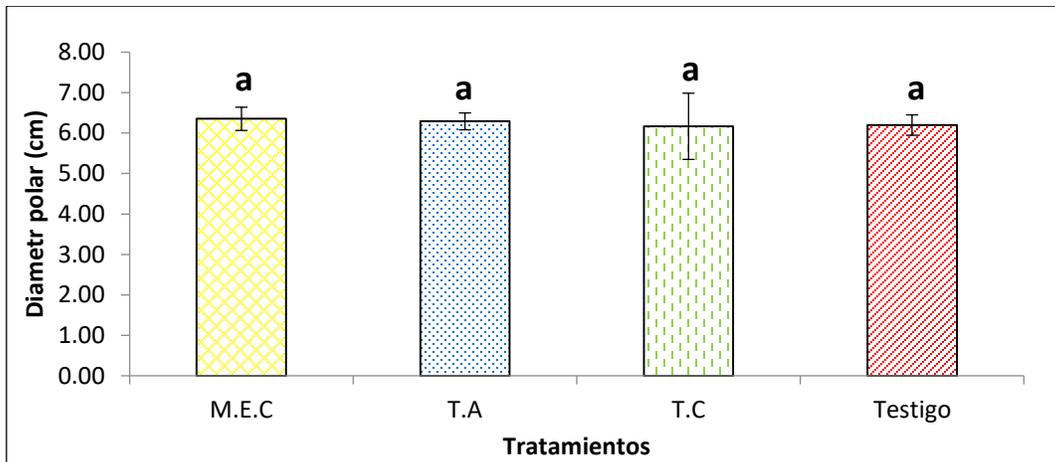


Figura 30. Diámetro polar medio para los frutos del jitomate. Las letras iguales sobre las barras muestran que no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos $P \leq 0.05$, (ANOVA; $F=0.31$; $p=0.820$). Las líneas sobre las barras señalan la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.3.3 Diámetro polar promedio/racimo/tratamiento

Se encontraron diferencias estadísticas dentro de cada uno de los tratamientos para el diámetro polar del fruto/racimo/tratamiento. Se presentó un descenso en el tamaño de los frutos conforme aumentó el número de racimos (Figuras. 31, 32, 33 y 34).

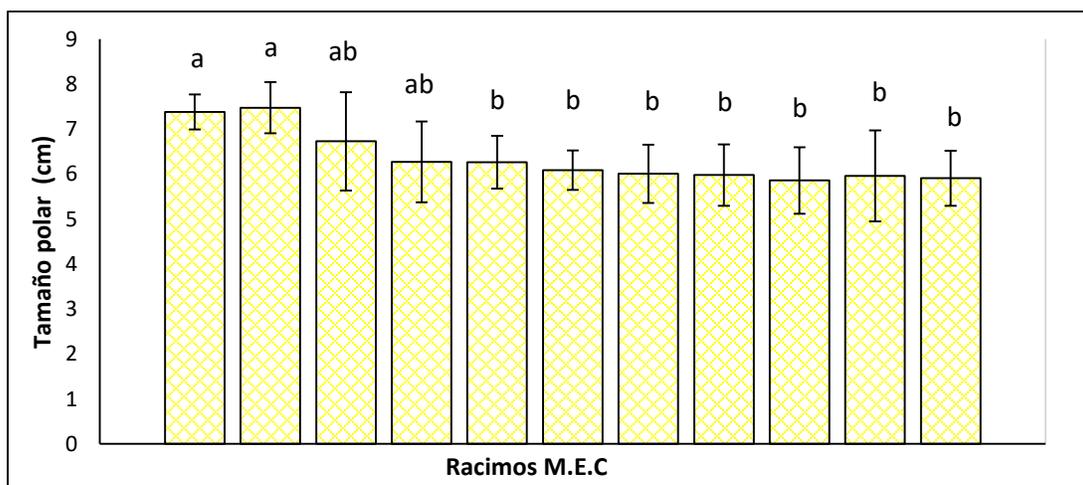


Figura 31. Tamaño polar medio del fruto para tratamiento M.E.C.

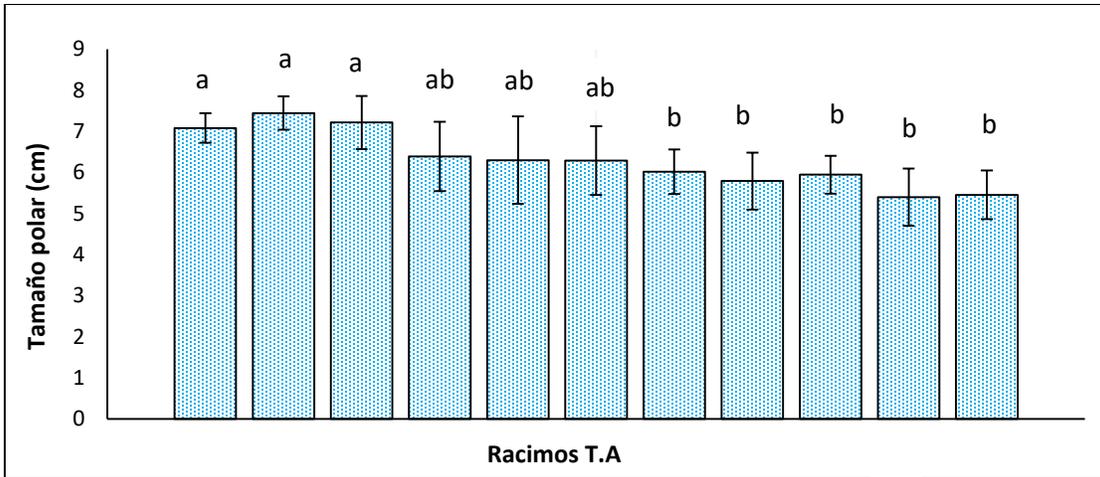


Figura 32. Tamaño polar medio del fruto para tratamiento T.A.

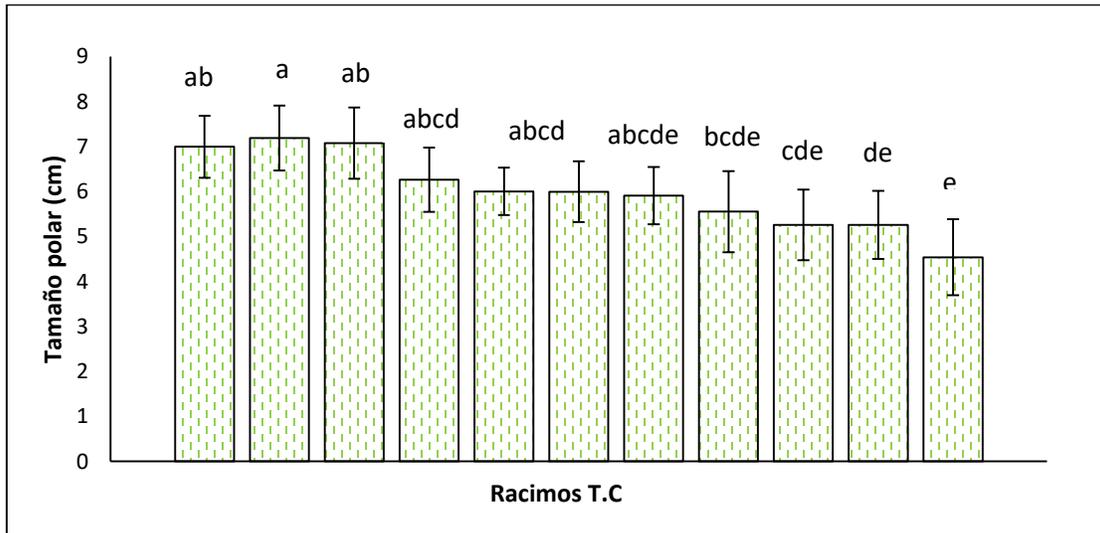


Figura 33. Tamaño polar medio del fruto para tratamiento T.C.

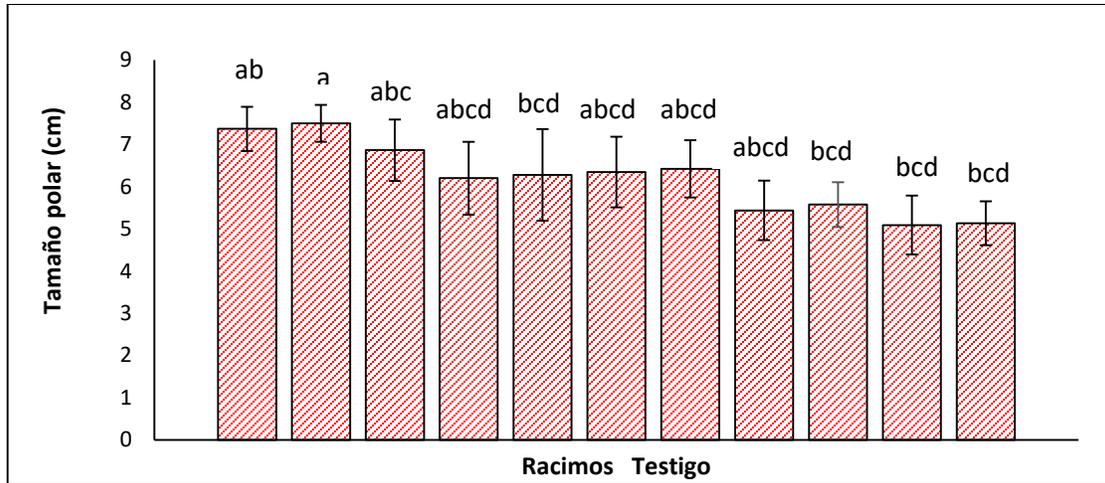


Figura 34. Tamaño polar medio del fruto para tratamiento Testigo.

8.4.3.4 Correlación entre el diámetro polar y el ecuatorial del fruto

Se encontró una correlación positiva entre el diámetro polar del fruto y el ecuatorial, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson (Figura 35.), el cual nos indica el grado de relación de dos variables cuantitativas y continuas (Diámetro polar y ecuatorial).

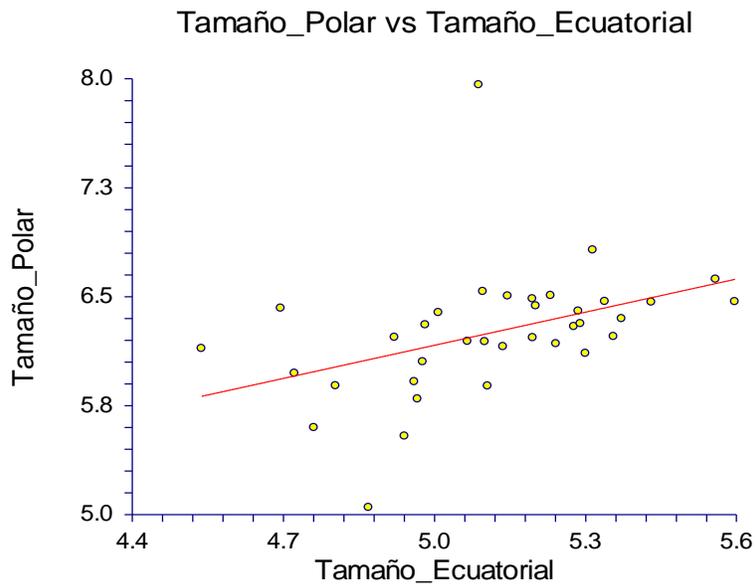


Figura 35. Correlación positiva entre el tamaño ecuatorial (cm) y el tamaño polar (cm) de los frutos (coeficiente de correlación de Pearson)= 0.4080, Valor de T = 2.60 y Valor de P= 0.01.

8.4.4 Número de frutos por racimo

En el número de frutos por racimo/planta no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Figura 36). Los valores para M.E.C fueron de 8.27, para T. A de 8.21, para T.C de 7.77 y para el testigo de 7.97.

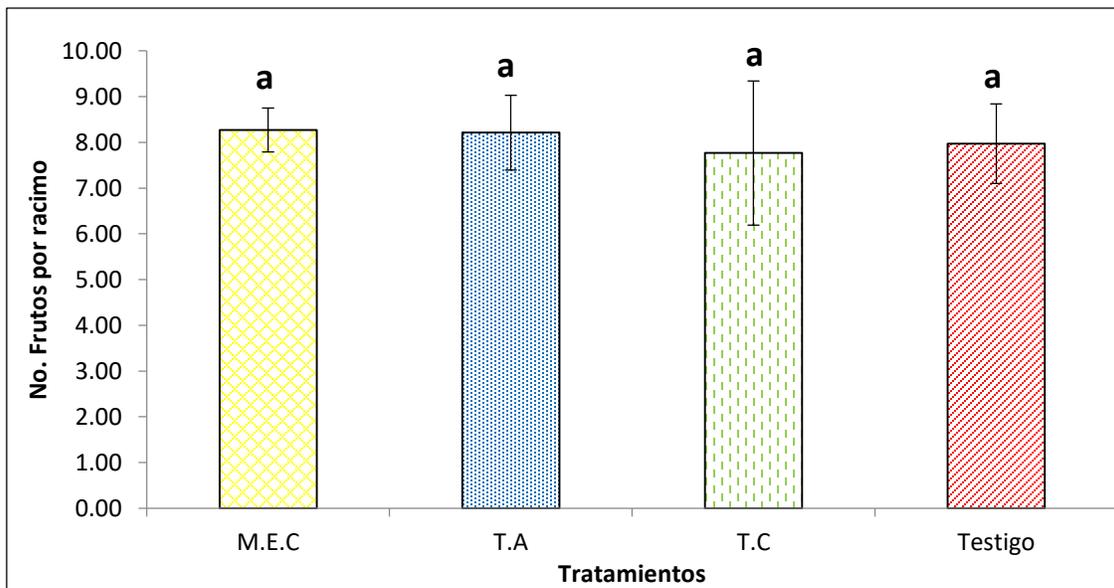


Figura 36. Número promedio de frutos por racimo/planta. Letras iguales sobre las barras indican que no hubo diferencias estadísticas (ANOVA; $F=0.47$; $p=0.706$). Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.5 Peso del fruto

El peso promedio del fruto/tratamiento no presentó diferencias estadísticas significativas por tratamiento $P \leq 0.05$. Los valores obtenidos fueron de 91.45 g para M.E.C, 98.94 g para T.A, 95.12 g para T.C y 94.83 g para el Testigo (Figura 37).

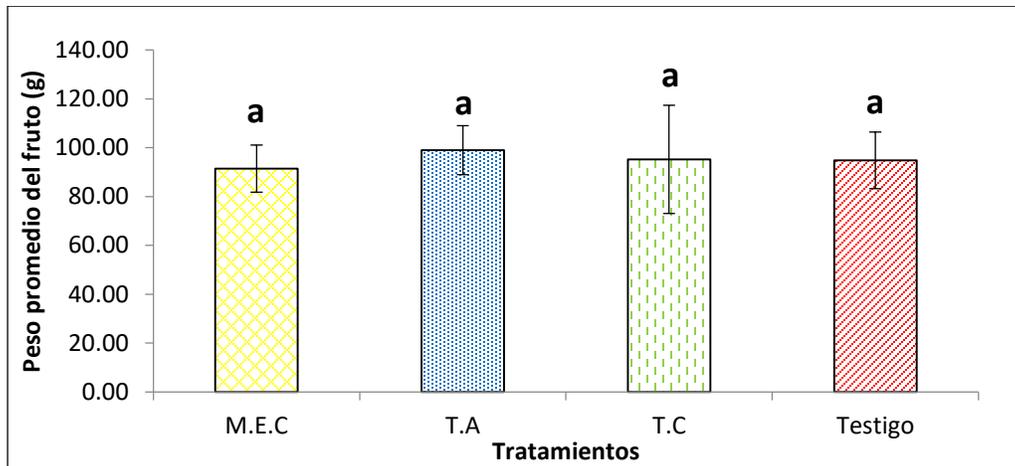


Figura 37. Peso promedio del fruto /tratamiento no mostro diferencias estadísticas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=0.41$; $p=0.7453$). Letras iguales sobre las barras indican que no hubo diferencias. Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar.

8.4.6 Frutos totales por planta

En el número de frutos/planta no se encontraron diferencias estadísticas $P \leq 0.05$ entre tratamientos. M.E.C presentó en promedio 91 frutos/planta, T.A 90.33 frutos/planta, TC 85.44 frutos/planta y el Testigo 87.67 frutos/planta (Figura 38).

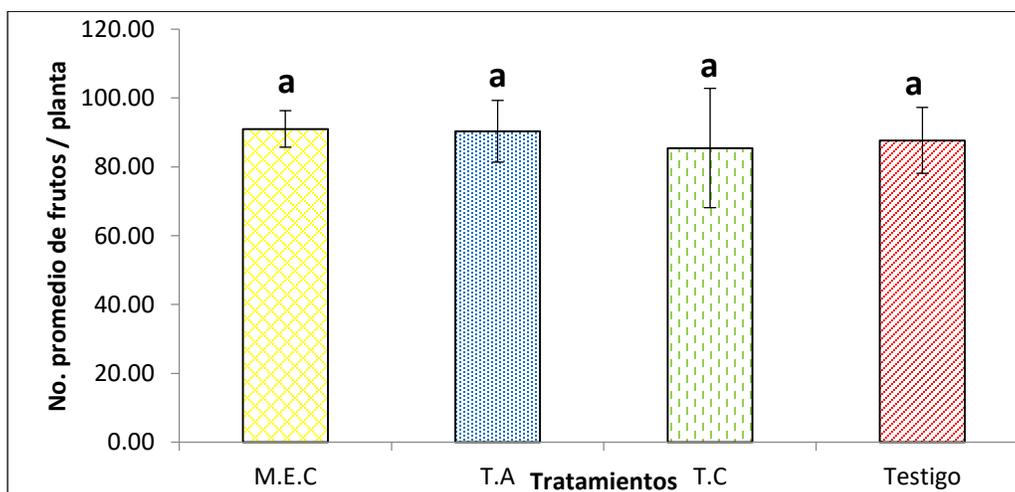


Figura 38. Número promedio de frutos /planta/ tratamiento. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) (ANOVA; $F=0.47$; $p=0.06$). Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.7 Peso promedio del fruto/racimo

Al igual que en el diámetro polar se encontraron diferencias estadísticas dentro de cada uno de los tratamientos para el peso del fruto/racimo/tratamiento. Se observa un descenso en el peso de los frutos conforme aumenta el número de racimos (Figuras 39, 40, 41 y 42).

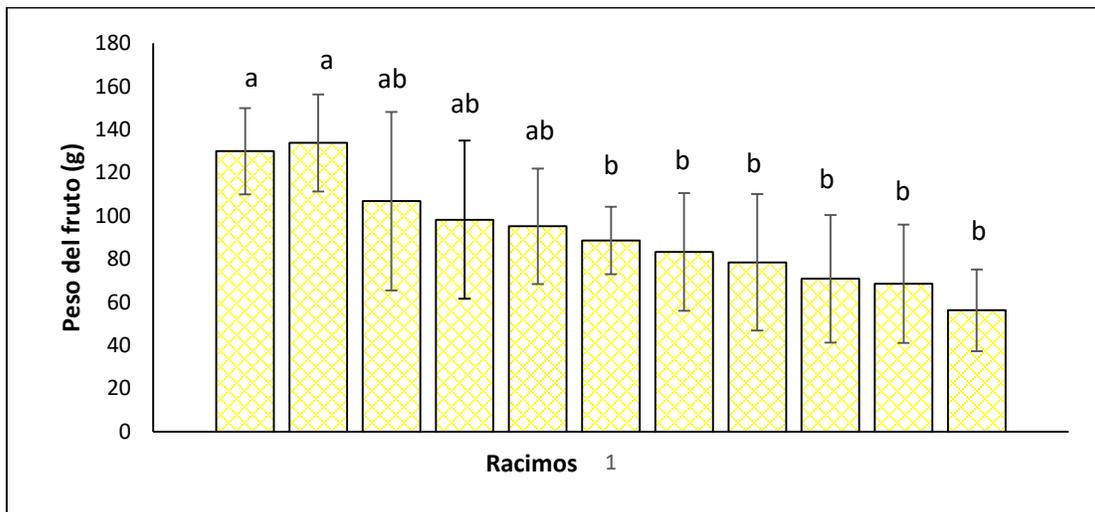


Figura 39. Peso promedio del fruto/racimo del tratamiento M.E.C.

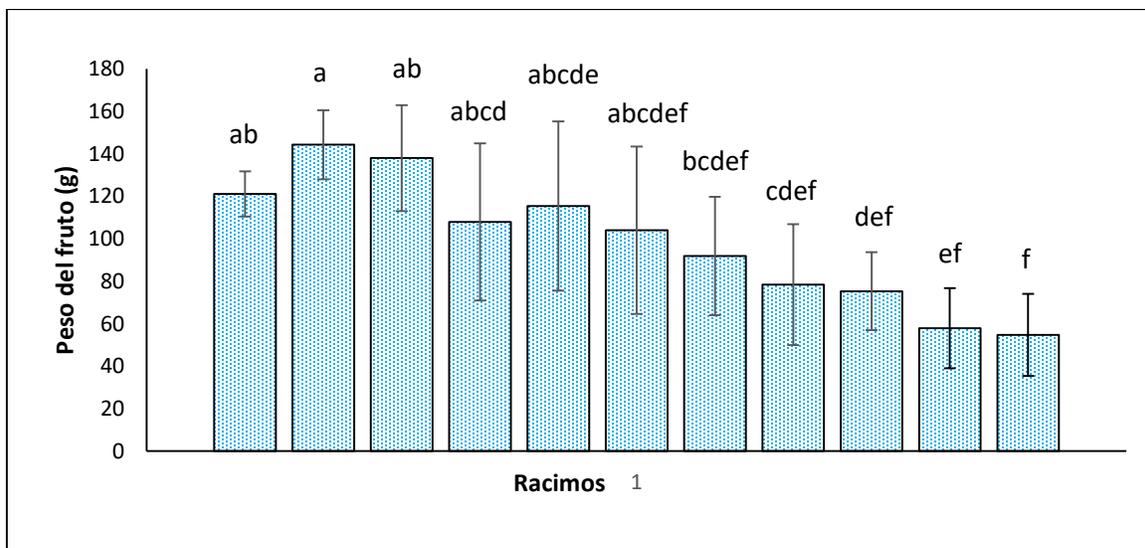


Figura 40. Peso promedio del fruto/racimo del tratamiento T.A.

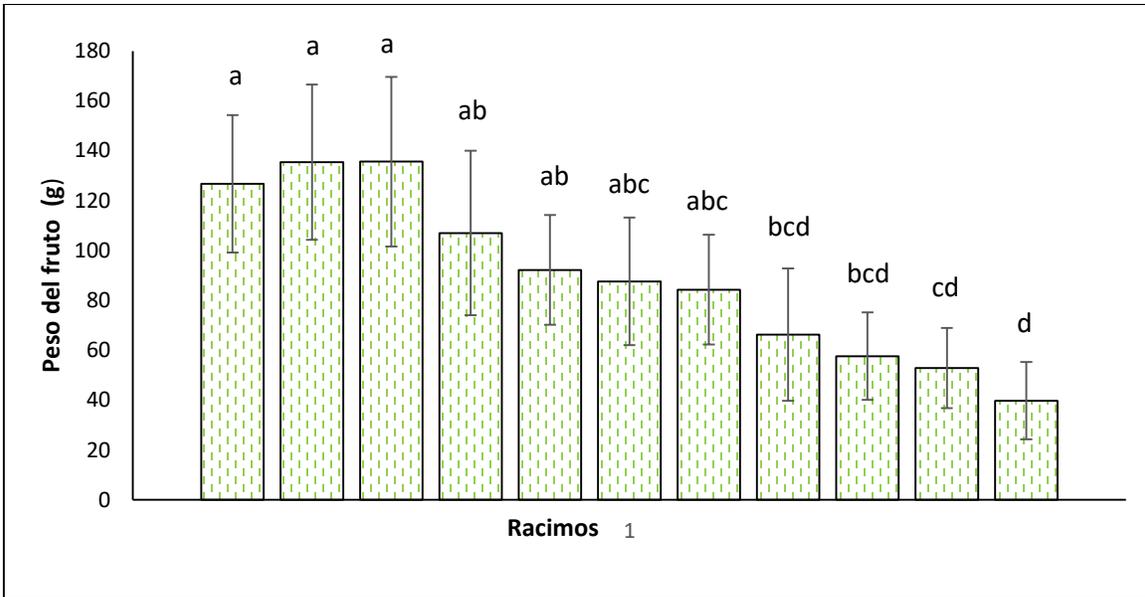


Figura 41. Peso promedio del fruto/racimo del tratamiento T.C.

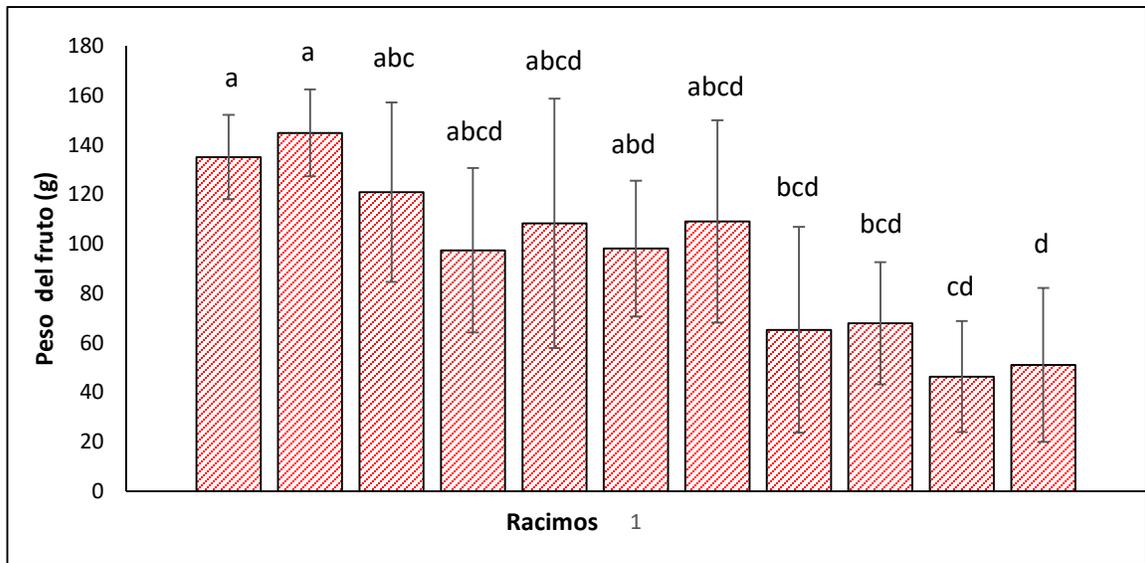


Figura 42. Peso promedio del fruto/racimo del tratamiento Testigo.

8.4.8 Rendimiento por racimo

En el rendimiento por racimo/ tratamiento en gramos (g) no se presentó diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos (Figura 43). M.E.C obtuvo un valor de 707.33 g, T.A de 746.54 g, T.C de 678 g y Testigo de 645.72 g.

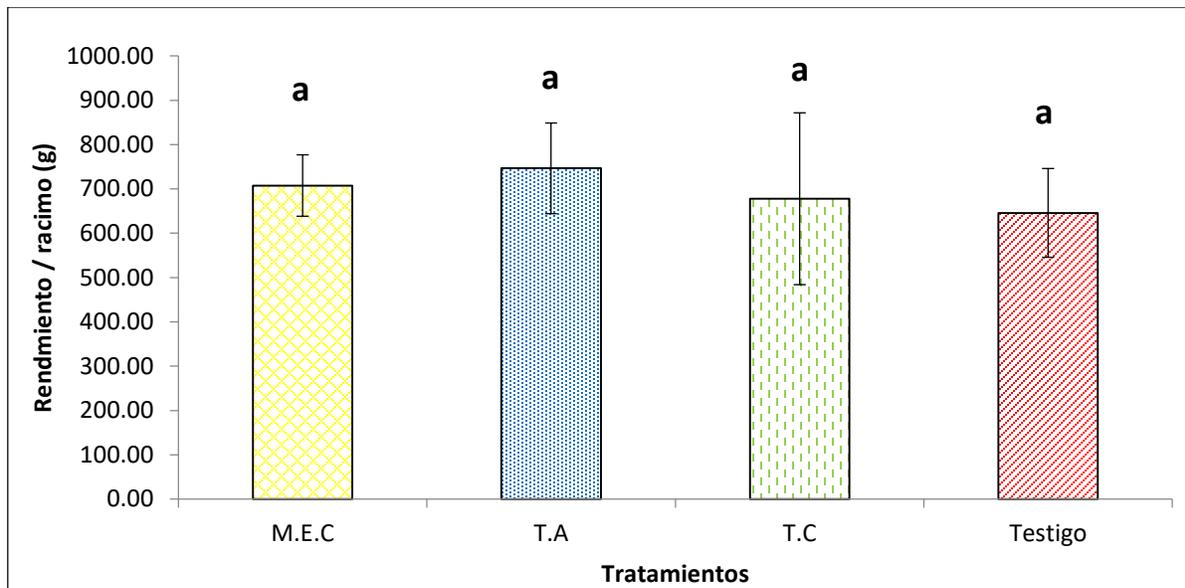


Figura 43. Rendimiento/racimo/tratamiento. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=1.05$; $p=0.382$). Letras iguales sobre las barras. Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.9 Rendimiento promedio por planta

En el rendimiento /planta en gramos (g) no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). Los valores obtenidos para M.E.C de 7780.63 g, para T.A de 8211.94 g, para T.C 7458 g y para el testigo de 7102.95 g (Figura 44).

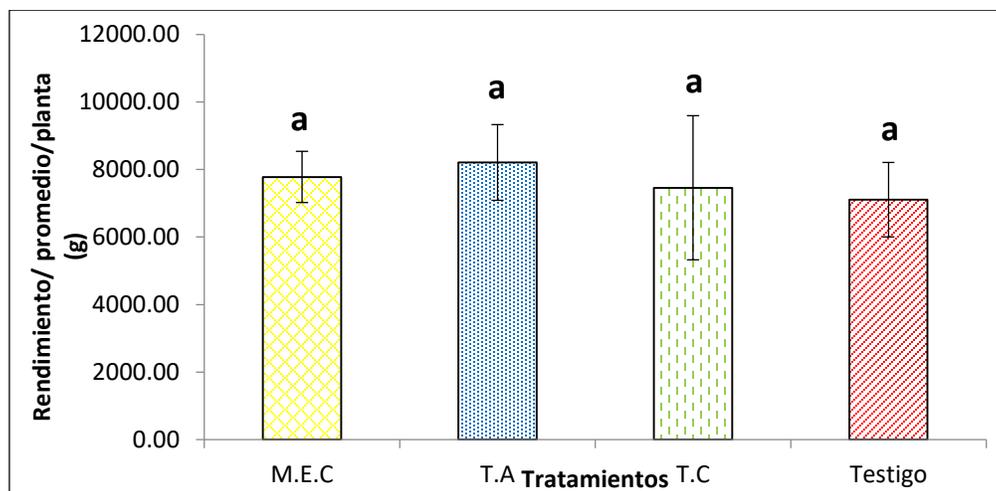


Figura 44. Rendimiento /planta/ tratamiento. No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=1.05$; $p=0.382$). Representándolo con letras iguales sobre las barras. Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.4.10 Rendimiento por m^2

En el rendimiento en m^2 por tratamientos no se encontraron diferencias estadísticas representativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Los valores para M.E.C 23.34 kg, para T.A, 24.63 kg, para T.C 22.37 kg y para el testigo 21.66 kg (Figura 45).

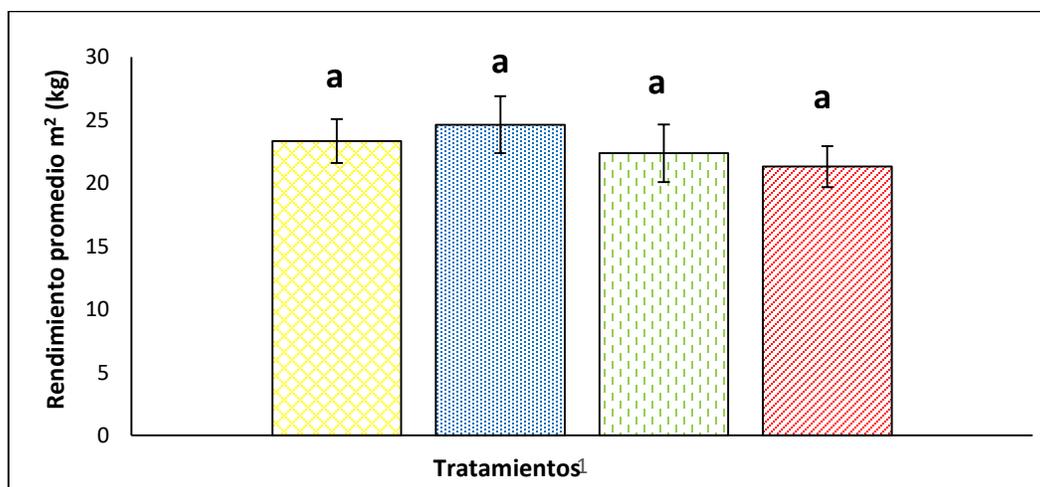


Figura 45. Rendimiento m^2 . No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), letras iguales sobre las barras representan no diferencias entre tratamientos. Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar.

8.4.11 Rendimiento Total por tratamiento

Se obtuvo al hacer la sumatoria total por tratamiento (kg/m²) obtenida de las 9 plantas ubicadas en 3 m². En donde M.E.C presento 70.02 kg/3m², T.A obtuvo 73.90 kg/3m², T.C 67.12 kg/3m² y el testigo 63.92 kg/3m². No se encontraron diferencias estadísticas representativas ($P \leq 0.05$).

8.5 Calidad morfológica de las plantas

8.5.1 TCR

En la tasa de crecimiento relativo (TCR) no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Los valores fueron: M.E.C (0.02 cm/día⁻¹), T.A (0.019 cm/día⁻¹), T.C (0.02 cm/día⁻¹) y Testigo (0.021 cm/día⁻¹).

8.5.2 Índice de esbeltez

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). Los valores obtenidos para M.E.C fueron 171.4990, para T.A (169.9921), T.C (161.9883) y el testigo obtuvo (178.0667) (Figura 46).

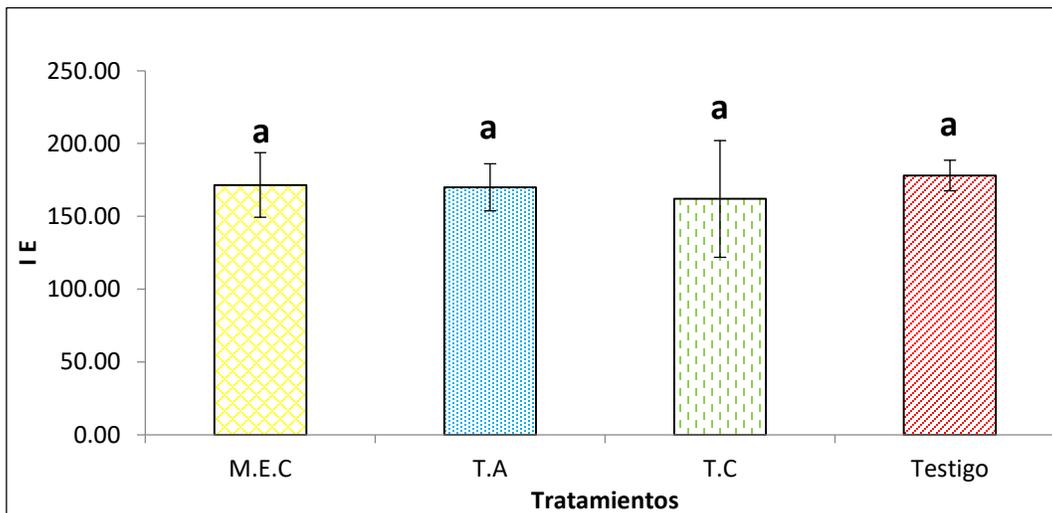


Figura 46. Índice de esbeltez. (ANOVA; $F=0.64$; $p=0.597$). Letras iguales sobre las barras indican que no hay diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.5.3 Índice tallo /raíz o Relación (PSPa/PSR)

Los tratamientos M.E.C y T. A mostraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en comparación a los tratamientos T.C y Testigo. Los valores promedio fueron 16.1302 g (M.E.C), 17.5935 g (T.A), 9.5659 g (T.C) y 9.3533 g para el Testigo (Figura 47).

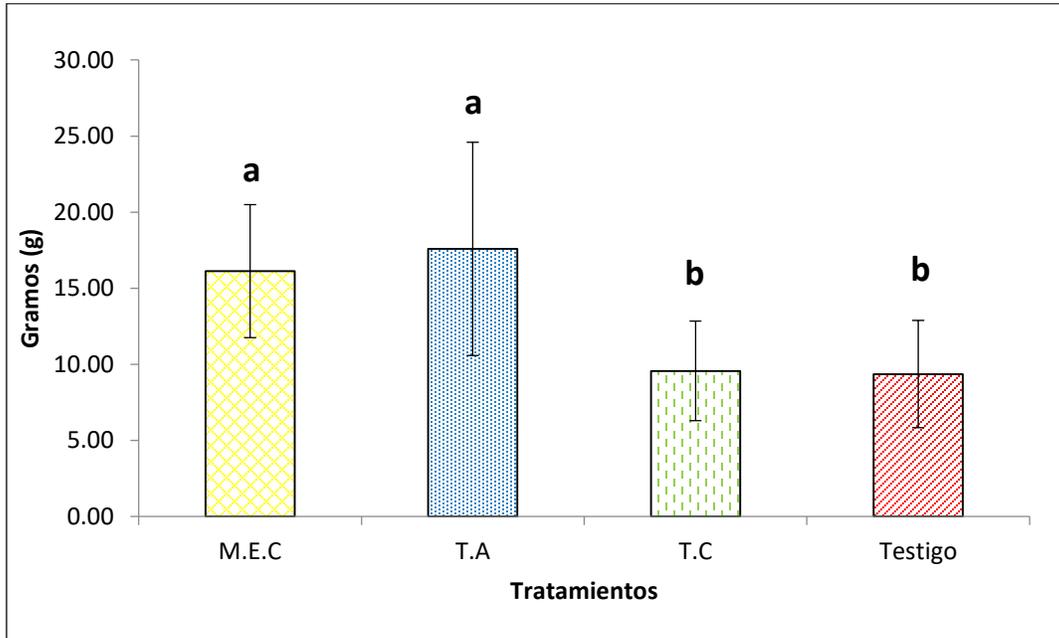


Figura 47. Índice tallo/raíz para los diferentes tratamientos. Literales diferentes sobre las barras muestran que hay diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$), y las líneas negras sobre las barras las desviaciones estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.5.4 Índice de Dickson

El índice de calidad de Dickson mostró similitudes estadísticas entre los tratamientos ($P \leq 0.05$). Los valores fueron 1.42, 1.47, 1.39 y 1.09 para M.E.C, TA, TC y Testigo respectivamente (Figura 48).

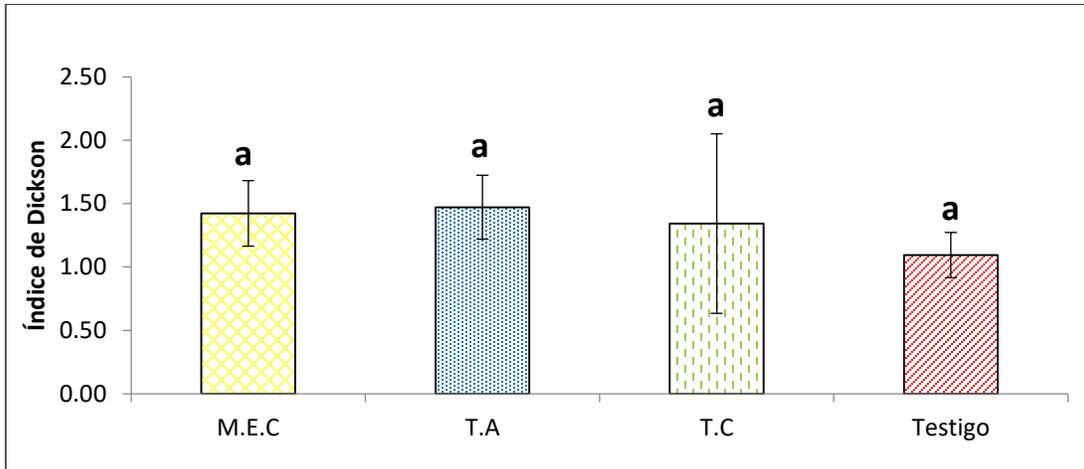


Figura 48. Índice de Dickson para los diferentes tratamientos. ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=1.53$; $p=0.226$).

Literales iguales sobre las barras no representan diferencias estadísticas. Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.6. Variables de la calidad fisiológica

8.6.1 Grados Brix

Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) en su contenido de grados Brix. Los valores obtenidos para M.E.C fueron 4.97, para T.A 4.80, T.C 4.78 y para Testigo 4.72 (Figura 49).

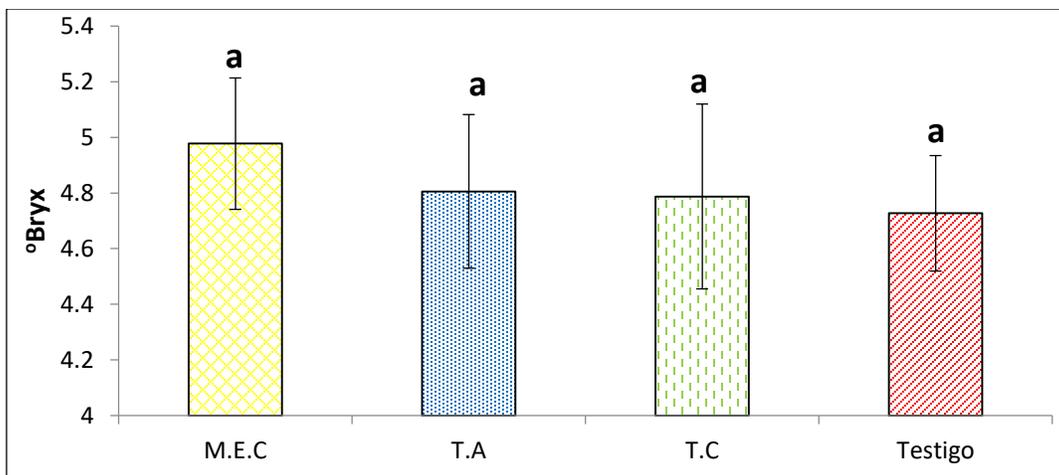


Figura 49. Grados Brix por tratamiento ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=1.45$; $p=0.246$). Representándolo con

letras iguales sobre las barras. Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar.

M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.6.2 Nitratos en frutos

EL contenido de nitratos entre tratamientos no presentó diferencias estadísticas representativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Los valores obtenidos para M.E.C fueron 322.54 ppm, para T.A 296.26 ppm, T.C 304.82 ppm y Testigo 319.01 ppm (Figura 50).

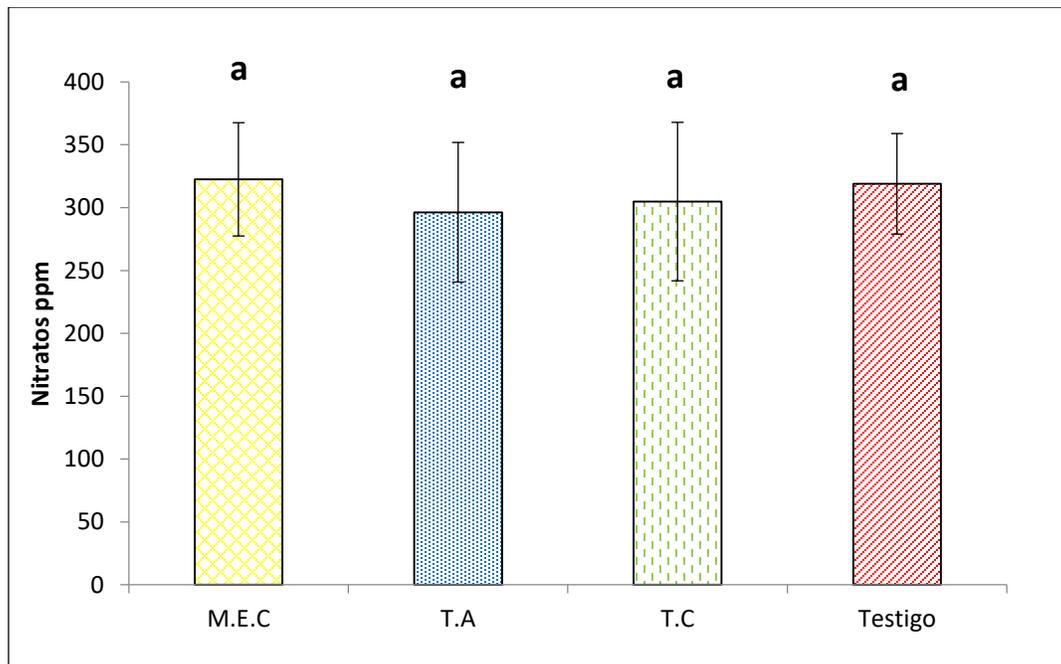


Figura 50. Nitratos en frutos / tratamiento. ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=0.51$; $p=0.68$). Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar.

8.6.3 Contenido de clorofila en hojas

Los tratamientos no presentaron diferencias estadísticas representativas entre si ($P \leq 0.05$). Los valores obtenidos para M.E.C son 159.06, T.A 174.73, T.C 160.66 y para el testigo 148.79 (Figura 51).

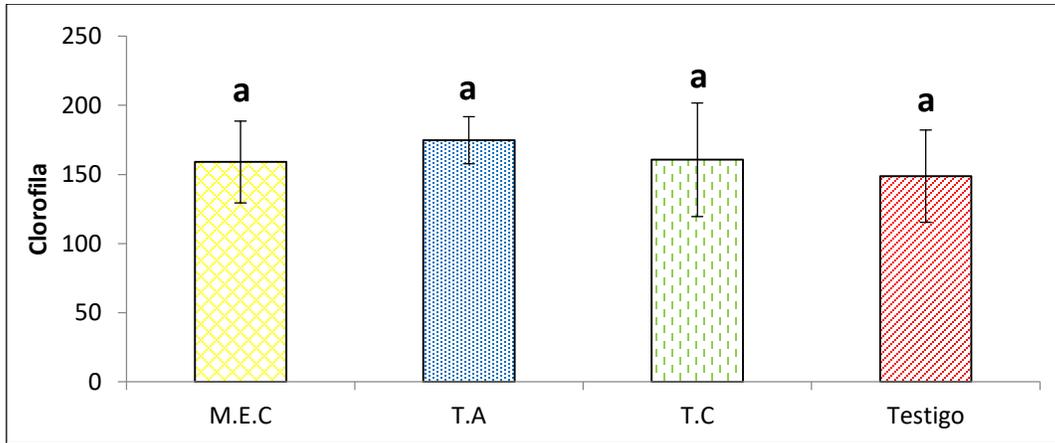


Figura 51. Contenido de clorofila en las hojas de las plantas de jitomate/tratamiento. ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=0.57$; $p=0.64$). Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.7 Variables microclimáticas

8.7.1 Temperatura y humedad relativa

Los valores de temperatura y la humedad relativa fueron registrados tres veces por semana, desde el primer día que las semillas se colocaron dentro del invernadero para su emergencia hasta la cosecha del onceavo racimo (Figura 52).

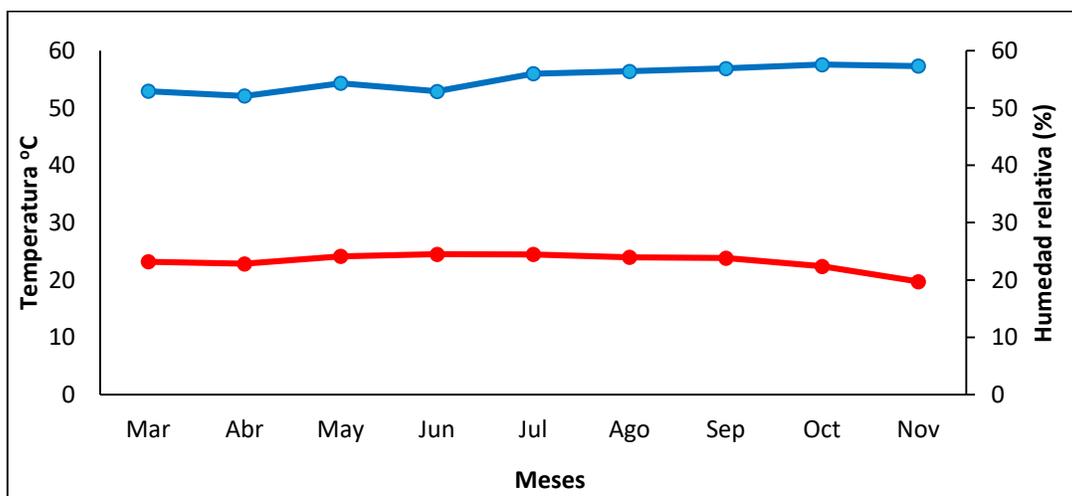


Figura 52. Temperatura y humedad relativa dentro del invernadero durante el ciclo de vida de las plantas. Temperatura (—), Humedad relativa (—).

8.7.2 Radiación fotosintéticamente activa (PAR)

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). Los valores obtenidos para M.E.C fueron $1039.6 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$, T.A $1075.8 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$, T.C $1084.6 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ y Testigo $1188.6 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{seg}$ (Figura 53).

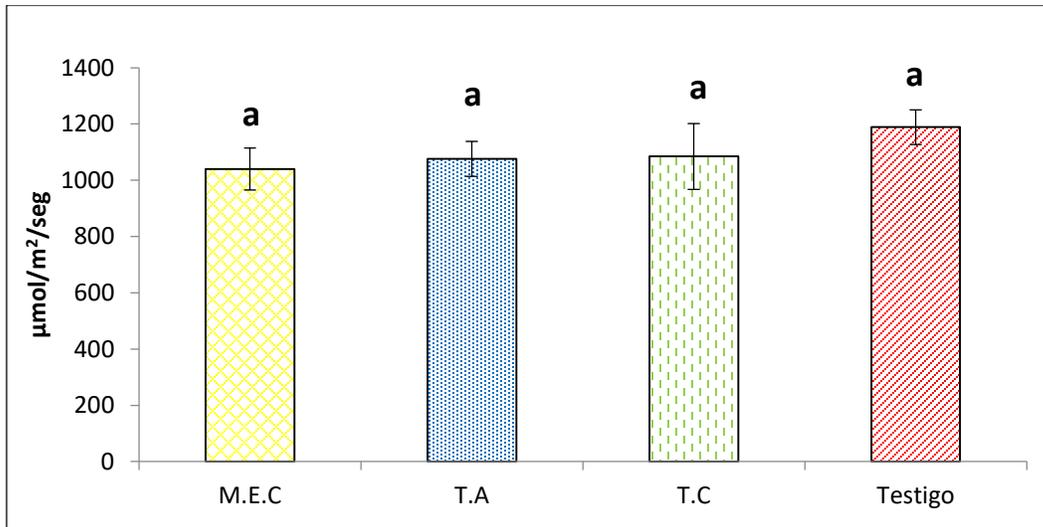


Figura 53. Radiación fotosintéticamente activa (PAR). No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P \leq 0.05$), (ANOVA; $F=3.05$; $p=0.0588$). Las líneas negras sobre las barras muestran la desviación estándar. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.8 Variables de infestación

8.8.1 Grado de infestación de nemátodos

Los tratamientos (TC y Testigo) no presentaron diferencias estadísticas entre sí ($P \leq 0.05$) (Figura 54), en donde sus valores promedio fueron 5.78 y 6.33 respectivamente. El tratamiento M.E.C con un valor de 1.44 y el T.A con 2.67 presentaron similitudes entre sí ($P \leq 0.05$), pero diferentes estadísticamente ($P \leq 0.05$) de TC y Testigo (Figura 55).

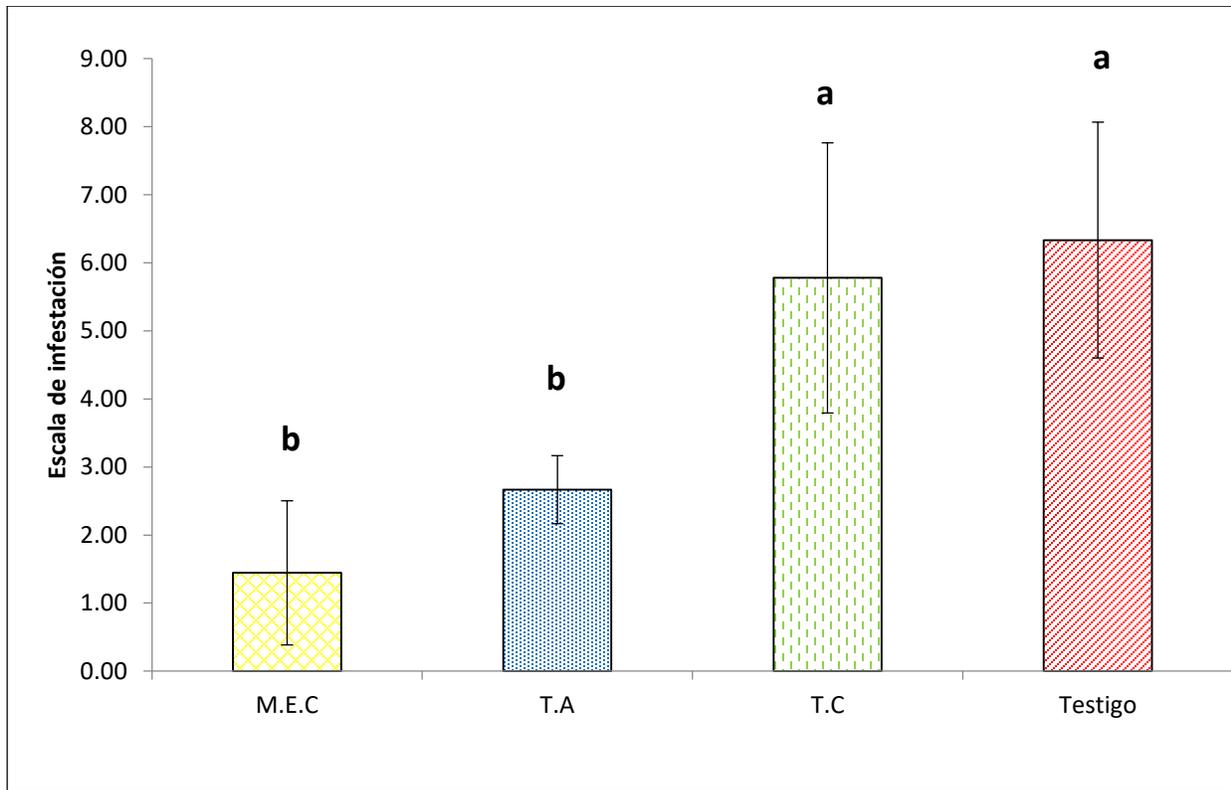


Figura 54. Grado de infestación por nemátodos por tratamiento. (ANOVA; $F=14.26$; $p=0.000005$).
Literales diferentes entre barras indican diferencias estadísticas entre tratamientos ($P \leq 0.05$).

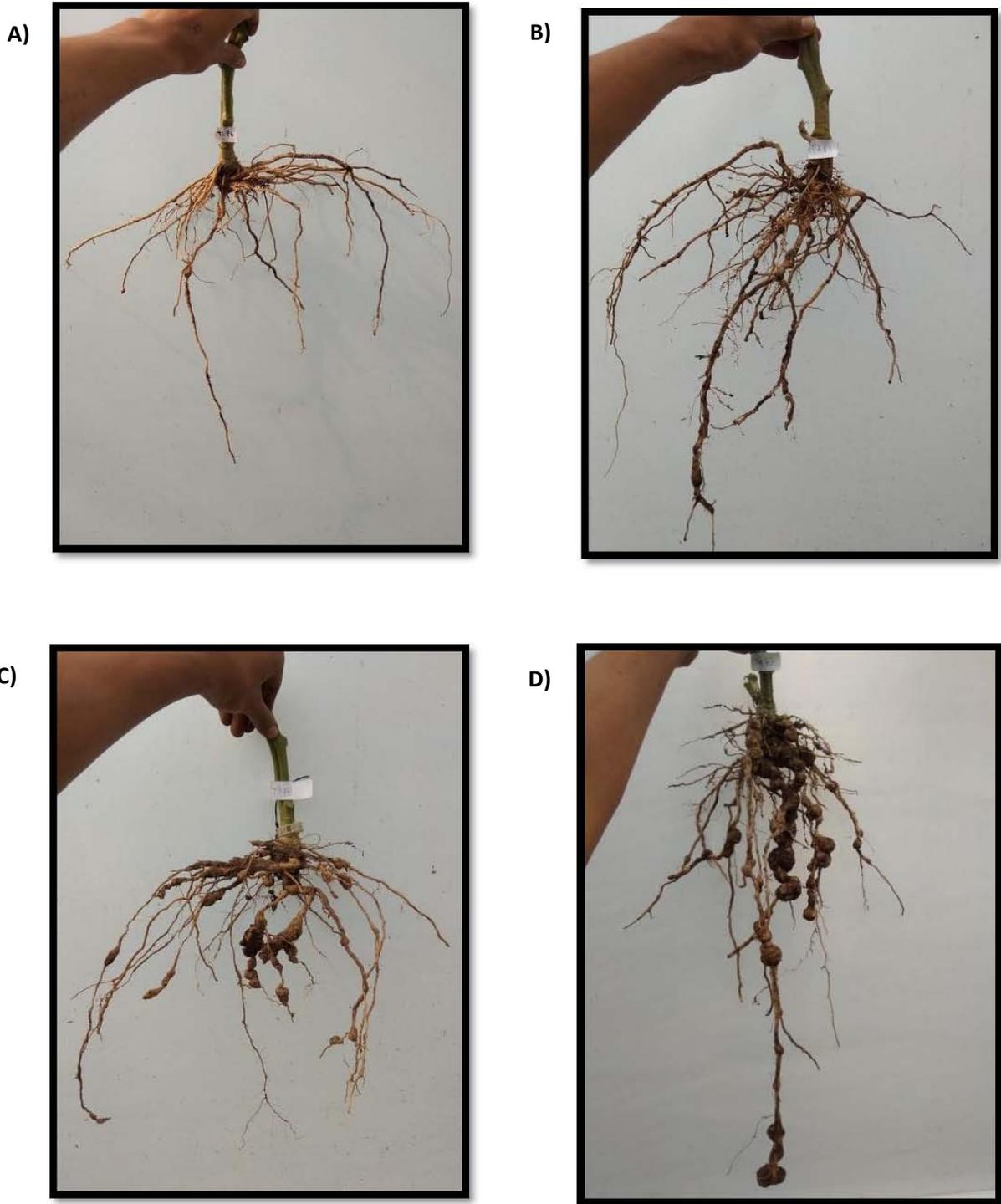


Figura 55. Raíces infestadas por tratamiento, A)= Microorganismos Eficientes Consorcio (M.E.C) + Bocashi; B)= *Trichoderma spp.* (T.A) + Bocashi; C)= *Trichoderma harzianum* Comercial (T.C) + Bocashi y D)=Testigo.

8.9 Análisis químico proximal

Los resultados otorgados por el departamento de nutrición animal y bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM se muestran en el cuadro 13, (anexo 3, 4, 5 y 6).

Cuadro 13. *Análisis Químico inmediato.

	Tratamientos			
	M.E.C	T.spp	T.C	Testigo
Materia seca (%)	5.29	5.77	5.56	5.13
Humedad (%)	94.71	94.23	94.44	94.87
Proteína cruda (%)	0.58	0.69	0.63	0.74
Extracto etéreo (%)	0.94	0.13	0.35	0.41
Cenizas (%)	1.15	1.61	0.61	0.51
Fibra cruda (%)	1.10	0.73	0.48	0.51
Extracto libre de nitrógeno (%)	1.52	2.61	3.48	2.96

*Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp* + Bocashi; T.C= *Trichoderma Harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.10 Análisis Nutricional

Los resultados obtenidos en el laboratorio central universitario de la Universidad Autónoma de Chapingo se muestran en el cuadro 14 (anexo 2).

Cuadro 14. *Análisis del tejido vegetal.

	Tratamientos			
	M.E.C	T.spp	T.C	Testigo
N (%)	0.45	2.80	1.79	1.65
P (%)	0.29	0.37	0.30	0.26
K (%)	0.42	0.50	0.43	0.42
Ca (%)	0.08	0.08	0.07	0.09
Mg (%)	0.09	0.09	0.08	0.08
Fe (mg kg ⁻¹)	71.80	42.40	203.90	253.20
Cu (mg kg ⁻¹)	8.0	10.50	5.40	5.60
Zn (mg kg ⁻¹)	74.20	80.10	75.30	73.60
Mn (mg kg ⁻¹)	10.50	13.90	10.40	11.60
B (mg kg ⁻¹)	45.35	55.59	37.30	27.06

* Laboratorio Central de Suelos de la Universidad Autónoma de Chapingo. N= Nitrógeno; P= Fósforo; K= Potasio; Ca= Calcio; Mg= Magnesio; Fe= Hierro; Cu= Cobre; Zn= Zinc; Mn= Manganeseo; B= Boro. M.E.C= Microorganismos Eficientes Consorcio + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp.* + Bocashi; T.C= *Trichoderma harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.11 Resumen de los resultados obtenidos para cada variable

Cuadro 15. Resumen de variables por tratamiento.

Variables	Tratamientos			
	M.E.C	T.Artesanal	T.Comercial	Testigo
Altura (cm)	299.1444 a	290.22 a	269.111 a	292.0777 a
Diámetro (cm)	1.77 a	1.72 a	1.73 a	1.64 a
TCR	0.020	0.019	0.020	0.021
BPFV	1583.33 a	1644.44 a	1070.78 a	1205.56 a
BPFR	87.67 a	92.00 a	114.22 a	124.78 a
BPSV	247 ab	257.56 a	186.89 ab	182.89 b
BPSR	17.56 a	16.56 a	20.56 a	21.78 a
TM fructificación	132	133	136	137
TM floración	126	127	130	131
Diámetro ECUA (mm)	5.07 a	5.27 a	5.07 a	5.05 a
Fruto CHICO (mm)	149	128	158	139
Fruto Mediano (mm)	128	113	99	102
Fruto Grande (mm)	20	54	40	52
Fruto Extra grande (mm)	0	2	0	4
Diámetro Polar (mm)	6.35 a	2.29 a	6.17 a	6.20 a
Frutos/racimo (No.)	8.27 a	8.21 a	7.77 a	7.97 a
Peso del fruto (g)	91.45 a	98.94 a	95.12 a	94.83 a
Frutos/planta (No.)	91 a	90.33 a	85.44 a	87.67 a
Rendimiento/planta (kg)	7.78 a	8.21 a	7.45 a	7.1 a
Rendimiento total	70.02Kg	73.90 Kg	67.12 kg	64.98 Kg
Rendimiento/Racimo (g)	707.33	746.54	678	645.72
Índice de esbeltez	171.49 a	169.99 a	161.98 a	178.06 a
Índice tallo /raíz	16.13	17.59	9.56	9.35
Índice de Dickson	1.42 a	1.47 a	1,39 a	1.09 a
Grados Bryx	4.97 a	4.80 a	4.78 a	4.72 a
Grados Alcohol	2.41 a	2.34 a	2.36 a	2.34 a
Nitratos (ppm)	322.54 a	296.26 a	304.82 a	319.01 a
Clorofila	159.06 a	174.73 a	160.66 a	148.79 a
PAR ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$)	1039.6 a	1075.8 a	1084.6 a	1188.6 a
Infestación de nemátodos (%)	1.44 b	2.67 b	5.78 a	6.33 a

TCR= Tasa de Crecimiento Relativo; BPFV= Biomasa del Peso Fresco del Vastago; BPFR= Biomasa del Peso Fresco de la Raíz; BPSV= Biomasa del Peso Seco del Vastago; BPSR= Biomasa del Peso Seco de la Raíz; TM fructificación= Tiempo medio de Fructificación; TM floración= Tiempo Medio de Floración; M.E.C= Microorganismos Eficientes Completos + Bocashi; T.A= *Trichoderma spp* + Bocashi; T.C= *Trichoderma Harzianum* Comercial + Bocashi; Testigo= Bocashi.

8.12 Costos de producción

8.12.1 Cultivo de M.E.C

Producir nueve plantas de jitomate con un consorcio de microorganismos eficientes (M.E.C) tiene un costo de \$1,173.96 pesos (Cuadro 16), de las cuales se obtuvieron 70.02 kg. El costo de producir un kilo de jitomate con este tratamiento es de \$16.76 pesos, tomando en cuenta que el precio del jitomate orgánico en el mercado es de \$30 pesos, la ganancia sería de \$13.24 pesos por cada kilogramo obtenido. La ganancia neta total obtenida por los 70.02 kg en los 3 m² es de \$927.06 pesos.

El índice beneficio/costo nos da un valor de: 1.78, lo cual nos indica que el tratamiento es rentable económicamente.

Cuadro 16. Costos de producción para el tratamiento M.E.C.

Insumos	Cantidad	Precio unitario \$ M.N	Costo Total \$ M.N
Bocashi (kg)	19.5	3.18	62.01
Semillas (Pza)	9	5	45
Bolsas de plástico (Pza)	9	1	9
Roca fosfórica (g)	100	0.085	8.5
Ceniza (g)	750	0.01	7.5
Zeolita (g)	100	0.085	8.5
Cascarón de huevo (g)	100	0	0
M.E.C (L)	14.4	2.5	36
Caldo sulfocalcico (L)	8	\$12	96
Mano de obra (h)	70	12.835	898.45
Acolchado (m ²)	13	\$1	3
Total			1,173.96

8.12.2 Cultivo de T.A

Producir nueve plantas de jitomate con *Trichoderma* spp. obtenido de manera artesanal (T.A) tiene un costo de \$1,181.16 pesos (Cuadro 17), de las cuales se obtuvieron 73.90 kg. El costo de producir un kilo de jitomate con este tratamiento es de \$15.98 pesos, tomando en cuenta

que el precio del jitomate orgánico en el mercado es de \$30 pesos, la ganancia sería de \$14.02 pesos por cada kilogramo obtenido. La ganancia neta total obtenida por los 73.90 kg en 3m² es de \$1036.07 pesos.

El índice beneficio/costo nos da un valor de 1.87, lo cual nos indica que el tratamiento es rentable económicamente.

Cuadro 17. Costos de producción para el tratamiento T.A.

Insumos	Cantidad	Precio unitario \$ M.N	Costo Total \$ M.N
Bocashi (kg)	19.5	3.18	62.01
Semillas (Pza)	9	5	45.00
Bolsas de plástico (Pza)	9	1	9.00
Roca fosfórica (g)	100	0.085	8.50
Ceniza (g)	750	0.01	7.50
Zeolita (g)	100	0.085	8.50
Cascarón de huevo (g)	100	0	0.00
<i>Trichoderma spp</i> (L)	14.4	3	43.2
Caldo sulfocalcico (L)	8	12	96.00
Mano de obra (hrs)	70	12.835	898.45
Acolchado (m²)	3	1	3.00
Total			1,181.16

8.12.3 Cultivo de T.C

Producir nueve plantas de jitomate con *Trichoderma harzianum* obtenido de manera comercial (T.C) tiene un costo de \$1,281.95 pesos (Cuadro 18), de las cuales se obtuvieron 67.12 kg. El costo de producir un kilo de jitomate con este tratamiento es de \$19.09 pesos, tomando en cuenta que el precio del jitomate orgánico en el mercado es de \$30 pesos, la ganancia sería de \$10.90 pesos por cada kilogramo obtenido. La ganancia neta total obtenida por los 67.12 kg en 3m² es de \$731.67 pesos.

El índice beneficio/costo da un valor de: 1.5707, lo cual nos indica que el tratamiento es rentable económicamente.

Cuadro 18. Costos de producción para el tratamiento T.C.

Insumos	Cantidad	Precio unitario \$ M.N	Costo Total \$ M.N
Bocashi (kg)	19.5	3.18	62.01
Semillas (Pza)	9	5	45.00
Bolsas de plástico (Pza)	9	1	9.00
Roca fosfórica (g)	33.3	0.085	8.50
Ceniza (g)	750	0.01	7.50
Zeolita (g)	33.3	0.085	8.50
Cascarón de huevo (g)	33.3	0	0.00
<i>T. Harzianum</i>	144	1	144.00
Caldo sulfocalcico (L)	8	12	96.00
Mano de obra (hrs)	70	12.835	898.45
Acolchado (m²)	3	1	3.00
Total			1,281.95

8.12.4 Cultivo de Testigo

Producir nueve plantas de jitomate con el tratamiento testigo tiene un costo de \$1.137.96 pesos (Cuadro 19), de las cuales se obtuvieron 63.92 kg. El costo de producir un kilo de jitomate con este tratamiento es de \$17.80 pesos, tomando en cuenta que el precio del jitomate orgánico en el mercado es de \$30 pesos, la ganancia sería de \$12.20 por cada kilogramo obtenido.

La ganancia neta total obtenida por los 63.92 kg en 3 m² es de \$779.82 pesos.

El índice beneficio/costo nos da un valor de 1,6853, lo cual nos indica que el tratamiento es rentable económicamente.

Cuadro 19. Costos de producción para el tratamiento testigo.

Insumos	Cantidad	Precio unitario \$ M.N	Costo Total \$ M.N
Bocashi (kg)	19.5	3.18	62.01
Semillas (Pza)	9	5	45.00
Bolsas de plástico (Pza)	9	1	9.00
Roca fosfórica (g)	100	0.085	8.50
Ceniza (g)	750	0.01	7.50
Zeolita (g)	100	0.085	8.50
Cascarón de huevo (g)	100	0	0.00
Caldo sulfocalcico (L)	8	\$12	96.00
Mano de obra (hrs)	70	12.835	898.45
Acolchado (m²)	3	1	3.00
Total			1.137.96

VIX. DISCUSIÓN

9. 1 Calidad del abono orgánico bocashi

Los 6.5 kg/m² de abono orgánico bocashi aplicado en la cama de cultivo/tratamiento, cubrió satisfactoriamente los requerimientos nutrimentales del jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1), ya que no se necesitaron aplicaciones adicionales durante las etapas de floración y fructificación. No se presentaron deficiencias nutrimentales a lo largo del desarrollo del cultivo. Félix *et al.* (2008), mencionan que la importancia de un abono orgánico radica en su gran cantidad de nutrientes que contiene y en la capacidad para mantener la diversidad biológica que se encuentra en el suelo, además la materia orgánica que contienen estabiliza el pH, incrementa la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y mejora la estructura y la textura del suelo, mejorando la retención de agua y la disponibilidad de nutrientes para las plantas (FAO, 2013).

9.2 Variables de crecimiento

9.2.1 Emergencia de plántulas

FAO (2011) menciona que la emergencia mínima para que las semillas sean consideradas de alta calidad es del 98%, en este estudio fue de 88%, lo que se considera de media a alta calidad. La empresa Harris Moran Seed Company®, indica un 90% de probabilidad de emergencia, un 2% mayor a lo obtenido.

El tiempo medio de emergencia fue de 12.94 días, las plántulas comenzaron a emerger al día 10 y terminaron el 15, lo cual concuerda con Muro (2016) y Mondragón (2007) ellos mencionan que la emergencia comienza de los 7-10 días después de la siembra.

9.2.2 Altura y diámetro del tallo principal

El diámetro del tallo está relacionado de forma directa con la robustez de la planta, mientras el tallo sea más grueso, más eficiente será la conducción del agua y de la savia y la planta será más vigorosa, como resultado de la traslocación de estos elementos (Cisneros y Blanco 1997; Preciado *et al.*, 2002).

No se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) en el diámetro del tallo entre tratamientos. Flores *et al.* (2017), mencionan que el tallo del jitomate puede llegar a medir hasta 2.5 cm de diámetro, esto puede variar según la edad de la planta. Muro (2016) indica un valor de 1.4 cm para la misma variedad El Cid F1 y OPIC (2013) describe un diámetro de entre 0.9-1.2 cm cuando hay frutos en el racimo cinco. En el presente estudio el diámetro osciló entre 1.64 y 1.77 cm entre tratamientos al racimo 11, lo cual se encuentra dentro de lo establecido.

En la altura tampoco se encontraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$) entre tratamientos, al racimo número 11, momento en el cual se paró el experimento, considerando la producción de frutos pequeños.

Megías *et al.* (2018) y Rodríguez *et al.* (1998) mencionan que a mayor altura, mayor será el número de hojas y racimos en la planta, lo cual aumentará el área para llevar a cabo la fotosíntesis y obtener frutos. En los cuatro tratamientos se encontraron alturas similares estadísticamente, M.E.C obtuvo 299.14 cm, T.A 290.22 cm, T.C 269.11 cm y testigo 292.07 cm.

Megías *et al.* (2018) y Preciado *et al.* (2002) Indican que la función del tallo es generar un soporte para las hojas, flores y frutos, así como conducir el agua y sales minerales de la raíz a las hojas y conducir los productos de la fotosíntesis de las hojas a las zonas de crecimiento como las raíces a través del sistema vascular formado por el xilema y floema.

9.2.3 TCR

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \geq 0.05$) en la tasa de crecimiento relativo (TCR).

El crecimiento de las plantas implica una gran cantidad de cambios y reacciones bioquímicas, las cuales dependen del suministro de agua y nutrientes, donde también están ligados factores ambientales, como humedad, temperatura, radiación solar y el genotipo de la variedad cultivada (Barraza *et al.*, 2004).

Los valores en este experimento fueron: M.E.C 0.02 cm/día^{-1} , T.A $0.019 \text{ cm/día}^{-1}$, T.C 0.02 cm/día^{-1} y Testigo $0.021 \text{ cm/día}^{-1}$. La TCR indica el incremento exponencial en el tamaño de la planta a lo largo del tiempo (Sánchez, 2011). Actualmente no hay estudios para el jitomate saladette var. El Cid F1, en donde se muestren valores en la TCR con las unidades $((\text{cm/cm})/\text{día})$ solo con las unidades $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$.

Con los valores obtenidos las plantas de los cuatro tratamientos pudieron desarrollarse de manera óptima.

9.3 Variables del rendimiento

9.3.1 Tiempo medio de floración y fructificación

Se encontraron diferencias estadísticas significativas entre el tratamiento T.A y Testigo en la floración hasta el racimo cinco y en la fructificación hasta el tercero, con el tratamiento T.A se producen los frutos precozmente con relación al Testigo, así mismo los tratamientos M.EC y T.C no mostraron diferencias con T.A ni con Testigo en ninguno de los racimos.

La floración precoz de los primeros cinco racimos y la fructificación de los primeros tres racimos de T.A fue ocasionado por el efecto de las sustancias bioactivas que *Trichoderma* segrega para estimular el crecimiento vegetal (Arias, 2004; Alagarte *et al.*, 2014). El hecho de que ya no se encontraran diferencias en el tiempo medio de floración y fructificación en los siguientes racimos responde a la misma etapa fisiológica de la planta (Carvajal *et al.*, 2015), la cual presenta un metabolismo más lento al presentar 95 días de vida después del trasplante (DDT) de un total de 161 DDT, así mismo también responde a la densidad poblacional de *Trichoderma*, debido a que el inóculo de *Trichoderma* (T.A) se suministró al cultivo durante todo el ciclo exceptuando los últimos dos meses.

La obtención precoz puede ayudar al productor a obtener una cosecha temprana.

A partir del racimo 6 hasta el último que fue el 11 ya no hubo diferencias estadísticas significativas entre ninguno de los tratamientos ($p \geq 0.05$).

Megías *et al.* (2018) indica que las flores son aquellas encargadas de formar los gametos femeninos y los masculinos. En ellas se lleva a cabo la fecundación generando un embrión latente (semilla), las semillas se encuentran rodeadas por tejidos que conforman el fruto, el cual tendrá una apariencia oval uniforme como resultado de una buena fecundación. Velasco *et al.* (2011) Indican que una buena cantidad de nutrientes junto con condiciones climáticas favorables ayudará en la formación de un mayor número de flores que podrán ser polinizadas

adecuadamente si la temperatura no sobrepasa los 28°C o disminuye por debajo de los 12 °C, lo que provocaría la muerte del polen y por consiguiente disminución en la polinización y formación de frutos. La formación de flores y la fecundación se logró con éxito en el presente estudio, dando como resultado frutos sin malformaciones en los cuatro tratamientos.

9.3.2 Tamaño del fruto

No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos en el diámetro polar ni el ecuatorial del fruto ($p \geq 0.05$).

9.3.2.1 Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial se utiliza para determinar los criterios mínimos de calidad que el jitomate o tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) debe cumplir en todas sus variedades, para que puedan ser comercializados en territorio nacional.

El tamaño ecuatorial promedio encontrado en los cuatro tratamientos (M.E.C 5.07 cm, T.A 5.27 cm, T.C 5.07 cm y Testigo 5.05 cm se encuentran dentro de lo que establece Muro (2016), el indica un valor de entre 4.9-5.46 cm para el jitomate saladette El Cid F1. Los valores del presente estudio se encuentran dentro de lo que establece la norma mexicana NMX-FF-031-1997-SCFI que va de los 38 mm que se consideran chicos (ch), 52 mm medianos (m), 60 mm para ser considerados como grandes (G) y 71 mm para ser considerados como extra grandes (EX).

Tomando en cuenta el tamaño promedio, los frutos de los tratamientos M.E.C, T.C y Testigo se clasifican como chicos, y los frutos del tratamiento T.A como medianos según la norma mexicana NMX-FF-031-1997-SCFI. Sin embargo, todos los tratamientos presentaron frutos de los cuatro tamaños excepto T.C que no presentó EX.

9.3.2.2 Diámetro polar

Muro (2016) indica un tamaño que va de los 7.3 cm a los 5.5 cm del primer al 5to racimo, en otro trabajo realizado por Gálvaez (2015), menciona un tamaño para el jitomate saladette de 3.49 cm, 3.69 cm y 3.96 cm al fertilizar con té de composta y de vermicomposta. En el presente estudio el tratamiento M.E.C obtuvo un valor promedio de 6.35 cm, T.A (6.29 cm), T.C (6.17 cm) y Testigo (6.20 cm). Los resultados entran en lo establecido por los autores.

Escalante (1989) menciona que a mayor tamaño del fruto se presenta un menor número de frutos en las plantas. Lo cual no ocurrió en el presente estudio.

Se encontró una correlación positiva entre el diámetro polar y ecuatorial. Lo cual significa que a mayor tamaño polar el ecuatorial aumenta. El tamaño de los frutos se va reduciendo conforme la planta crece y desarrolla más racimos, esto es ocasionado por una distribución desigual de los nutrimentos en las partes más altas debido a que es más difícil traslocar los nutrimentos a mayores alturas (FAO, 2013), otros factores que influyen en la reducción del tamaño de los frutos en las partes altas es el desgaste nutricional que el suelo ha tenido a lo largo del ciclo del cultivo y la propia edad de la planta.

9.3.3 Número de frutos por planta y por racimo

El número de frutos por planta no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \geq 0.05$). El número de frutos se determina por la cantidad de flores que fueron exitosamente fecundadas y que logran desarrollar un fruto (Santiago *et al.*, 1998). En el presente experimento M.E.C produjo 91 frutos/planta (8.27 frutos por racimo), T.A 90.33 frutos/planta (8.21 frutos por racimo), T.C 85.44 frutos / planta (7.77 fruto por racimo) y Testigo 87.67 frutos/planta (7.97 frutos por racimo). Estos resultados son similares a los obtenidos por Zarate (2007) utilizando fibra de coco y sales minerales (8 frutos por racimo) y a los de Ortega (2010) que utilizó como sustrato aserrín-composta obteniendo 8.8 frutos por racimo.

Para aumentar el número de frutos por planta no es necesario la utilización de prácticas como la aplicación de M.E.C y T.A.

9.3.4 Peso del fruto

No hubo diferencias en el peso del fruto entre tratamientos ($p \geq 0.05$). El peso del fruto está determinado por la relación entre los asimilatos producidos por la planta y demandados por el fruto durante su periodo de crecimiento. Con esta relación podemos conocer la máxima cantidad de asimilatos que se producirán y la que demandará el fruto. Lo que se traduce en una tasa de absorción de asimilatos por unidad de peso del tejido del fruto, más las pérdidas que se generen por respiración (Santiago *et al.*, 1998).

González (2018), indica un valor promedio de 88 gramos, lo cual se considera como bueno, en la variedad rio grande + bocashi dentro de invernadero. Los valores obtenidos en este experimento fueron: M.E.C 91.45 g, T.A 98.94 g, T.C 95.2 g y Testigo 94.83 g. El peso de los frutos fue mayor a lo establecido en la literatura, esto puede estar relacionado con la genética de la variedad (El Cid F1), ya que Velasco *et al.* (2011), mencionan que la variedad El Cid F1 de la empresa Harris Morgan® es muy rendidora.

La utilización de microorganismos no es un factor que determine una mayor biomasa del fruto.

9.3.6 Rendimiento por planta y m²

Tanto para el rendimiento por planta como para el rendimiento total (kg/m²) no se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($p \geq 0.05$).

Ortega (2010), indica que el rendimiento esperado por planta para el jitomate bajo condiciones protegidas en México es de 5-8 kg/planta. Los valores obtenidos en el experimento para M.E.C fue de 7.78 kg/planta, T.A 8.21 kg/planta, T.C 7.45 kg/planta y Testigo 7.1 kg/planta. Los

resultados de M.E.C, T.C y Testigo entran en el rango establecido, mientras que el rendimiento del tratamiento T.A lo sobrepasa por 210 g.

En el rendimiento/m² el tratamiento M.E.C presentó 23.34 kg/m², T.A 24.63 kg/m², T.C 22.37 kg/m² y testigo 21.66 kg/m². En los trabajos de Bernabé y Solís (1999) y de Ortega (2010) se reporta para el jitomate de tipo indeterminado en invernadero un rendimiento de 25 kg/m², mientras que Ortiz (2004) señala un rendimiento de 17.2 kg/m². Los experimentos se dieron en condiciones ambientales distintas y con abonos diferentes. La densidad de plantación reportada por Ortega (2010) es de 6 plantas/m², en este estudio la densidad fue de tres plantas/m², con lo cual se obtuvieron valores similares.

La diferencia entre el tratamiento que obtuvo un valor menor (testigo) y aquel que obtuvo un valor mayor (T.A) es de 2.97 kg en 1 m², si el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos es importante mencionar que en las cuestiones agrícolas las mínimas diferencias entre tratamientos pueden ser importantes para los costos de producción. Por ejemplo en este trabajo la diferencia en kg por m² entre el tratamiento que obtuvo un valor menor (testigo) y aquel que obtuvo un valor mayor (T.A) fue de 2.97 kg/ m², tomando en cuenta que el kg de jitomate orgánico está en 30 pesos, estos 2.97 kg extras se verían reflejados en \$89.1 pesos por 1 m². Si lo extrapolamos a una hectárea la ganancia extra sería de \$891,000.00 pesos.

9.4 Variables de la calidad morfológica de las plantas.

9.4.1 Índice de esbeltez

No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($P = 0.597$). Los valores obtenidos para M.E.C fueron 171.49 cm, para T.A 169.99 cm, T.C 161.98 cm y testigo 178.06 cm. Santiago *et al.* (2007) señala que a un valor menor, se presentará un mayor vigor en las plantas como resultado de la relación de la altura/diámetro (mm). Toral (1997) menciona que el índice de esbeltez (IE) relaciona la resistencia de la planta con su capacidad

fotosintética. Las plantas deben de guardar una proporción adecuada entre el diámetro del tallo y la altura. Si las plantas fueran muy altas y el tallo muy delgado no podrían soportar el peso de las hojas ni de los racimos, así mismo el tallo no podría conducir suficiente agua y sales minerales para soportar una mayor cantidad de follaje (Megías *et al.*, 2018). Muro (2016) en su trabajo encontró valores entre 15-18 cm para la misma variedad, el valor está por debajo de lo encontrado en el presente estudio debido a que el cosecho hasta el racimo cinco y la altura era mucho menor. Actualmente no hay trabajos que indiquen un valor para el jitomate en su variedad El Cid F1 a los 11 racimos.

A lo largo de este experimento ninguno de los tallos de los cuatro tratamientos se trozo por el peso ni mostró diferencias en el vigor de la planta. Los valores reflejan un buen desarrollo vegetativo para todos los tratamientos.

9.4.2 Índice tallo/raíz

El índice tallo/raíz (ITR) resulta de la división entre el peso seco de la parte aérea y el peso seco de la raíz (Orozco, 2010). Los tratamientos si mostraron diferencias estadísticas significativas ($p \geq 0.05$). Los valores promedios para M.E.C y T.A fueron 16.13 g y 17.59 g respectivamente, los cuales se diferenciaron de T.C (9.56 g) y del Testigo (9.35 g). Rodríguez (2001) indica que conforme los valores sean mayores se verá reflejado una mayor biomasa del vástago con relación a la biomasa de la raíz. Los tratamientos T.C y testigo obtuvieron un valor menor debido a que sus raíces pesaban más por la presencia de nódulos generados por nemátodos.

La estrategia del jitomate es producir un mayor vástago que raíz ya que el vástago le permite producir los órganos de la supervivencia y desarrollar frutos (Rojas *et al.*, 2014). Megías *et al.* (2018) menciona que la función de la raíz además de fijar la planta al suelo es la toma de agua y sales minerales disueltas. La mayoría de las raíces entre 70-75% son superficiales y

extendidas, lo cual permite explotar las primeras capas del suelo a 20 cm de profundidad (Pérez *et al.*, 2000).

Actualmente no existen trabajos en donde se evalué el índice tallo/raíz para cultivos de jitomate indeterminado con 11 racimos.

9.4.3 Índice de calidad de Dickson

El índice de calidad de Dickson (IQ) utiliza el índice de esbeltez y el índice tallo/raíz junto con la altura de la planta (Oliet, 2000). No se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ($P = 0.226$). Los valores fueron 1.42, 1.47, 1.39 y 1.09 para M.E.C, TA, TC y Testigo respectivamente. Sánchez (2011) menciona que un valor mayor indica una mejor calidad de la planta. Muro (2016) indica que con un valor de 0.8 un cultivo de esta variedad puede ser considerado de buena calidad morfológica. En este sentido el desarrollo de la planta fue adecuado y todos los tratamientos presentaron valores por arriba de lo establecido.

La utilización de microorganismos no mejora la calidad morfológica de las plantas en relación con un cultivo que contenga solo bocashi.

9.4.4 Sólidos Solubles Totales (Grados Bryx)

Este valor se relaciona con los parámetros de calidad en el sabor del jitomate, e indica la cantidad de sólidos solubles (azúcar) totales que está presente en el fruto, la cual aumentará conforme el fruto esté más maduro (González *et al.*, 2000; Gómez, 2012). Este índice es importante porque existen normas que establecen valores mínimos para que los frutos puedan ser comercializados (Willis *et al.*, 1998). Santiago *et al.* (1998) muestra un valor mayor o igual a 4°Brix para ser considerado como bueno. Martínez (2005) señala un rango 4-5 °Brix para el jitomate de tipo saladette. Muro (2016) indica un valor de 4.92 °Brix para un cultivo de la misma variedad abonado con bocashi. En el presente estudio no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p \geq 0.05$). Los valores obtenidos para M.E.C fueron

4.97 °Brix, para T.A 4.80 °Brix, T.C 4.78 °Brix y para Testigo 4.72 °Brix. Todos los tratamientos se encuentran dentro del rango considerado como adecuado para el jitomate tipo saladette. Con los cuatro tratamientos se obtiene una buena concentración de °Brix que permiten la comercialización de los jitomates reflejando un sabor adecuado para que el consumidor los compre.

9.4.5 Nitratos en fruto

No se encontraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P \leq 0.05$). Actualmente en México no existe una norma que establezca las concentraciones máximas permitidas en jitomate. Leyva *et al.* (2005) indican que las concentraciones máximas permitidas según las normas de Rusia y Europa son 60 mgkg⁻¹; Informes de Alemania recomiendan un consumo diario de nitratos de 3.65 mgkg⁻¹ por kg de peso corporal, lo cual no causa daños a la salud humana, de esta manera una persona que pese 70 kg puede consumir hasta 255.5 mgkg⁻¹ sin que este represente un daño a su salud. Las concentraciones de nitratos en los frutos de cada tratamiento fueron: M.E.C 322.54 ppm, T.A 296.26 ppm, T.C 304.82 ppm y Testigo 319.01 ppm, estos valores se encuentran por arriba de lo establecido para estos países, sin embargo son similares a lo establecido por la Unión Europea (UE) que establece una concentración máxima de 300 ppm para frutos de jitomate producidos en invernadero.

9.5 Variables microclimáticas

9.5.1 Temperatura y humedad relativa

La temperatura media mensual durante el cultivo de jitomate en los cuatro tratamientos osciló entre 19.7°C – 24.4°C, entre marzo – noviembre del 2018. Pérez *et al.* (2000) mencionan que el rango óptimo para el cultivo de jitomate se encuentra entre 21°C – 26°C, lo cual permite un crecimiento normal del vástago, así como una adecuada floración y fructificación (Velasco, 2011). En todos los meses (excepto noviembre, que fue el último mes) el cultivo de jitomate se encontró en óptimas condiciones microclimáticas para poder llevar a cabo un buen desarrollo.

Velasco *et al.* (2011) señalan que algunos procesos que se ven afectados por la influencia de temperaturas altas se encuentran: disminución en el proceso de la fotosíntesis, bajo número de racimos por planta, polinización anormal, frutos que no son uniformes y pequeños. Estos problemas no ocurrieron en el presente estudio.

La humedad relativa osciló entre 52% - 57% a lo largo del ciclo de la planta, Alvarado *et al.* (2005) mencionan que los niveles óptimos se encuentran en 50% y 60%. Se alcanzaron los niveles adecuados para el crecimiento de las plantas. Dentro de los problemas que se pueden presentar por valores desfavorables está la disminución en la transpiración de la planta, lo que genera problemas por deficiencia de calcio sobre todo en frutos y una nula polinización (Velasco *et al.*, 2011). En el presente estudio no se encontró ninguno de estos problemas.

9.5.2 Radiación fotosintéticamente activa (PAR)

De toda la radiación que incide sobre la superficie de las plantas, sólo una pequeña parte es aprovechable para llevar a cabo el proceso de fotosíntesis, lo cual se relaciona con procesos fisiológicos y morfológicos que regulan el crecimiento y desarrollo de las plantas (Carrasco, 2009). A esta parte se le denomina radiación fotosintéticamente activa (PAR).

Ayala *et al.* (2011) indican que la radiación total se encuentra entre 350-1050 nm y la fotosintéticamente activa va de 400-700 nm. Las plantas utilizan la PAR para transformar CO₂ en azúcares (Canseco, 2018). En la PAR no se encontraron diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. En el presente estudio los valores obtenidos por tratamiento de PAR fueron M.E.C 1039.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, T.A 1075.8 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$, T.C 1084.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ y Testigo 1188.6 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$.

Estos valores de PAR fueron óptimos para el desarrollo y producción del cultivo de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. El Cid F1).

En condiciones de luz inadecuada, ya sea deficiencia o exceso, las plantas presentan síntomas como: si hay poca luz, el desarrollo del tallo es alargado y delgado, así como malformación de hojas y de color amarillentas, floración incompleta y disminución del rendimiento (Almorox, 2012; Canseco, 2018), y si hay exceso de luz, las hojas se vuelven arrugadas y de color pardas por quemaduras, se presenta disminución del vigor y orientación de las hojas al sentido contrario de la luz.

Ninguno de estos problemas se vio reflejado en el presente estudio, los valores obtenidos permitieron que se llevara a cabo el proceso de fotosíntesis de manera adecuada.

9.6 Variables de infestación

9.6.1 Índice de infestación de nemátodos

El análisis estadístico indica que los tratamientos M.E.C y T.A presentaron diferencias estadísticas significativas en comparación con T.C y testigo. Esto quiere decir que el consorcio de microorganismos (M.E.C) y el *Trichoderma* spp. (T.A) impidieron el desarrollo de los nemátodos, en comparación con el tratamiento T.C que es un producto comercial (*Trichoderma harzianum*), lo cual puede ocasionar que el éxito en el control biológico se vea afectado (Arcia, 1995). El valor de infestación menor lo obtuvo M.E.C 1.44, seguido de T.A 2.67, T.C 5.78 y Testigo 6.33.

Esto demuestra la eficiencia que T.A y M.E.C presentaron en el control de nemátodos, resultando excelentes como agentes biocontrol. Rojas (2014) mencionan que a mayor calidad de la raíz mejor es la absorción de agua y nutrientes por parte de la planta, lo que resulta en una mejor distribución de los nutrimentos y un mayor rendimiento, tal como se obtuvo en los kg finales obtenidos por tratamiento T.A 24.63 kg/m²; M.E.C 23.34 kg/m²; T.C 22.37 kg/m² y Testigo 21.66 kg/m².

Meco *et al.* (2011) indican que los efectos de la aplicación de microorganismos eficientes (M.E.C) es la supresión de enfermedades y organismos causantes de plagas, ya que induce la resistencia sistemática a enfermedades. El aumento de microorganismos en el suelo genera mecanismos de competencia contra patógenos, lo cual promueve el desarrollo de microorganismos benéficos nativos, tal como las bacterias ácido lácticas que ayudan a controlar poblaciones de hongos dañinos como *Fusarium* spp. el cual debilita las plantas aumentando la susceptibilidad de ser atacadas por nemátodos (Ezziyani *et al.*, 2004).

Dentro de los ME se encuentran los hongos del género *Trichoderma* spp las especies de este género actúan como hiperparásitos que producen fitohormonas que estimulan el crecimiento vegetal (auxinas, giberelinas, y citoquininas) y metabolitos antifúngicos logrando un control biológico sobre otros patógenos, entre ellos los nemátodos y otras enfermedades causadas por *Pythium* spp, *Rhizotocnia* spp y *Fusarium* spp al colonizar y mejorar el desarrollo radicular de las plantas que le permite tener una mejor asimilación de nutrientes y absorción de agua, aumentando sus mecanismos de defensa de las plantas (Algarate *et al.*, 2014; ECURED, 2014; Rojas, 2014).

La eficacia en el control de los nemátodos por el tratamiento T.A. responde a los diferentes mecanismos de acción de *Trichoderma* spp sobre los nemátodos; 1. Competencia, 2. Microparasitismo, 3. Lisis enzimática, 4. Antibiosis y 5. Resistencia inducida o inducción de resistencia sistémica (IRS) (Infante *et al.*, 2009; Martínez *et al.*, 2013; Algarate *et al.*, 2014).

9.6.2 Análisis del tejido vegetal

El análisis del tejido vegetal presentó diferencias entre tratamientos en las concentraciones de los principales macro y microelementos. El tratamiento con T.A obtuvo los valores más altos en N, P, K, Cu, Zn, Mn y B.

A pesar que el tratamiento T.A presentó los valores más altos, y de acuerdo con el informe en El Diario Oficial de la Unión Europea (2008), los valores obtenidos por los cuatro tratamientos cubren las cantidades nutricionales diarias recomendadas para un adulto, indicando que los frutos contienen un adecuado valor nutricional.

9.6.3 Análisis químico proximal

Alvarado y Hernández (2005), encontraron en la variedad de tipo Saladette un valor de 92.8% en el % de humedad, similar al reportado en los frutos de los cuatro tratamientos. En cuanto a las cenizas, los tratamientos T.A y M.E.C obtuvieron valores de 1.61% y 1.15% respectivamente, diferenciándose de T.C (0.61%) y Testigo (0.51%), esto concuerda con el análisis nutrimental en donde los valores más altos los obtuvo T.A. Alvarado y Hernández (2005) indican que un valor de 0.57% es catalogado como bueno.

En la concentración más baja de extracto etéreo se encontró en T.A (0.13%). similar a los obtenidos por Alvarado y Hernández (2005), los valores para los demás tratamientos fueron T.C (0.35%), Testigo (0.42%) y M.E.C (0.94%) respectivamente. En un estudio realizado por Davis (2001), indica un valor de 0.4% como adecuado.

En cuanto a la fibra cruda, Alvarado y Hernández (2005) indican un valor óptimo de 0.82%, el tratamiento que presentó un valor mayor fue M.E.C (1.10%) seguido de T.A (0.73%), lo cual podría ayudar en la regulación de la dinámica digestiva al producir una estimulación mecánica del tránsito intestinal por su alta capacidad de retener agua, lo cual acelera el tránsito intestinal y previene el estreñimiento (Escudero y González, 2006; Moreiras *et al.*, 2013). En cuanto al contenido de proteínas los autores señalan un valor de 0.72%, semejante a los encontrados en los cuatro tratamientos.

Aunque se encontraron diferencias entre tratamientos todos presentan las concentraciones adecuadas para el jitomate de tipo saladette.

9.7 Costos de producción

Muro (2016) y Pacheco (2006), mencionan que una de las desventajas de producir hortalizas en invernadero es la alta inversión inicial. Para calcular los costos de producción del cultivo de jitomate bajo los cuatro tratamientos, no se tomaron en cuenta los costos del invernadero ni de la instalación de la tubería para el riego por goteo. El índice Beneficio/Costo fue mayor en el tratamiento T.A (1.87) seguido del tratamiento M.E.C (1.78), Testigo (1.68), en el tratamiento TC se presentó el valor más bajo (1.57). El índice establece que cuando el valor es mayor a 1, el tratamiento es rentable económicamente. En este experimento los cuatro tratamientos resultaron rentables, sin embargo es importante resaltar los tratamientos que presentan mejores ganancias por 3 m², T.A (\$1036.07 pesos) seguido de M.E.C (\$927.06 pesos), Testigo (\$779.824 pesos) y T.C (\$731.67 pesos).

X. CONCLUSIONES

- La aplicación de microorganismos eficientes (M.E.C y T.A) elaborados artesanalmente, controla la infestación de nemátodos por arriba del 80% comparada con el tratamiento testigo que solo fue abonado con bocashi.
- La aplicación de *Trichoderma harzianum* obtenido de manera comercial (T.C) sólo controló la infestación de nemátodos en un 60%, resultando igual al testigo, lo que indica una inefectividad de la cepa.
- El *Trichoderma* spp. (T.A) incrementó el rendimiento de los frutos en un 13.75%, comparado con el testigo, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas entre tratamientos, sí fueron económicamente más rentables.
- La aplicación de *Trichoderma* spp. (T.A) promovió la floración de las plantas de jitomate en los primeros cinco racimos, y la fructificación hasta el tercer racimo.

- Todos los tratamientos son rentables económicamente pero la ganancia neta total es mayor si se utilizan las técnicas empleadas en los tratamientos M.E.C y T.A.
- La hipótesis del trabajo se cumplió parcialmente, la elaboración e implementación de técnicas de cultivo de Microorganismos Eficientes (M.E.C y T.A), no mejora la calidad morfológica ni fisiológica del fruto, pero si controla la infestación de nemátodos, lo cual puede ser una alternativa ante el uso de nematicidas químicos, altamente nocivos para la biota edáfica.

XI. RECOMENDACIONES

Se tiene que volver a realizar el experimento en donde el número de repeticiones sea mayor que nueve, con la finalidad de reducir el margen de error, y de esta manera observar con mayor claridad el comportamiento estadístico de los parámetros evaluados.

Se recomiendan utilizar los tratamientos M.E.C y T.A. para el control de los nemátodos cuando afecten variedades de jitomate en las cuales existan estudios que indiquen una reducción en la calidad morfológica, fisiológica y en el rendimiento por infestación.

XII. REFERENCIAS

Algarate, O., Collantes., Cox, G. y Wilson, J. (2014). Efecto de dos especies nativas de *Trichoderma* sobre huevos y juveniles de *Meloidogyne* spp. En condiciones de laboratorio. Facultad de Ciencias Biológicas. Revista Científica de Estudiantes. REBIOLEST; 2(1): e24. Trujillo. Perú.

Almorox, A. J. (2012). Efecto de la radiación sobre las plantas. Ingeniería agroforestal. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Alvarado, O. J. y Hernández, C. J. (2005). Características físico- químicas de las variedades de tomate bola y saladett y cultivares criollos tipo riñón. Tesis de licenciatura. Instituto de ciencias agropecuarias. Estado de Hidalgo. México.

Arcia, A. (1995). Uso de Antagonistas en el Control de Fitopatógenos del Suelo. Curso sobre control microbial de insectos plagas y enfermedades en cultivos. Seminario en la Universidad Centro Occidental (UCLA). Barquisimeto- Venezuela.

Arias M. (2004). Hongos Antagonistas o micopatógenos en: Guía de insumos biológicos para el Manejo Integrado de Plagas. Corporación para Desarrollo de Insumos y Servicios Agroecológicos Armonía. p. 59-62.

Ayala, T. F., Zatarain, L. D., Valenzuela, L. M., Partida, R. L., Velázquez, A. T., Díaz, V. T. y Osuna, S.A. (2011). Crecimiento y rendimiento de tomate en respuesta a la radiación solar transmitida por mallas sombra. Universidad Autonoma de Sinaloa. Facultad de Agronomía. Culiacán, Sinaloa, México.

Baños, Y.S., Concepción, A., Lazo, R., González, I. A. y Merejón, L. P. (2010). Efecto de enmiendas orgánicas y *Trichoderma* spp. En el manejo de *Meloidogyne* spp. Revista Brasileira de Agroecología. 5(2): 224-233. Universidad de Pinar del Río. Cuba.

Barraza, V. F., Fischer, G. y Cardona, E. C. (2004). Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia, Agronomía Colombiana, vol 22 (1): 81-90. Bogotá, Colombia.

Bernabé, A. A., y Solís, J. V. (1999). Evaluación del rendimiento, calidad y precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero en Chapingo. Tesis de Licenciatura .México. 85p

Bessa, C., Gomes, P. S., Costa, J., Almeida, R., Vieira, L., Ferraz, M. y Fernandes, M. H. (2012). Equisetum arvense hydromethanolic extracts in bone tissue regeneration: in vitro osteoblastic modulation and antibacterial activity. Cell Proliferation, 45(4), 386-396. Portugal

BID. (2009). Manual práctico de uso de EM. Proyecto de Reducción de Pobreza y Mejora de las Condiciones Higiénicas de los Hogares de la Población Rural de Menores Recursos. OISCA, Uruguay, Edición 1, Julio.

Bridge, J.; P. L. Page: "Estimation of root-knot nematode infestation levels on roots using a rating chart", Tropical Pest Management 26: 296-298, USA, 1980.

Cabrera, P. (2011). Colección "buenas Prácticas". Aboneras tipo Bocashi. Guatemala: FAO.

Canseco, O. H. (2018). Radiación ultravioleta para cultivo de jitomate en invernadero. Tesis de licenciatura. UNAM.

Carrasco, R. L. (2009). Efecto de la radiación ultravioleta-B en plantas. Departamento de química, Facultad de ciencias. Universidad de Tarapacá. Volumen 27, N° 3, Páginas 59-76, Chile.

Castillo, I. L. y Rodríguez, E. M. (2014). Efecto del purín de hojas de ortiga, *Urtica dioica* sobre el crecimiento del rabanito, *Raphanus sativus*, en condiciones de laboratorio. Revista científica de estudiantes. Escuela AP de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional de Trujillo. Perú. Departamento de Ciencias Biológicas.

Castro, L., Flores, L. y Uribe, L. (2011). Efecto del vermicompost y quitina sobre el control de *Meloidogyne incógnita* en tomate a nivel de invernadero. *Agronomía Costarricense* 35(2):21-32.

Ceccon, E. (2008). La revolución verde: tragedia en dos actos. *Ciencias* núm. 91, julio-septiembre, pp. 20-29.

Cisneros S.O. y Banco, N. M. 1997. Comportamiento de café (*Coffea arabica* L.), bajo sistema de asociación con frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.); en cuatro años de estudio. En: Echeverri, J. y Zamora, L. (Eds). XVIII Simposio Latinoamericano de Caficultura, IICA/PROMECAFE. San José, Costa Rica.

Escalante, G. (1998). Evaluación de cinco variedades de jitomate en hidroponía bajo invernadero rústico (Tesis profesional). Departamento de fitotecnia. UACH, Chapingo, México.

Ezziyani, M., Pérez, C., Ahmed, A. y Requena, M. (2004). *Trichoderma harzianum* como biofungicida para el biocontrol *Phytophthora capsici* en plantas pimiento (*Capsicum annuum* L.). *Anales Biología* 26: 35-45.

Félix, H. J., Sañudo, T. R., Rojo, M. G., Ruiz, M. R. y Olalde, P. V. (2008). Importancia de los abonos orgánicos. Programa de Ingeniería Forestal e Ingeniería en Desarrollo Sustentable de la Universidad Autónoma Indígena de México. Sinaloa. México.

Flores, A. J., Murillo, Y., Oporta, R., Flores, P. C y Alemán, Y. (2017). Producción hidropónica de tomate (*Solanum lycopersicum*) y chiltoma (*Capsicum annuum*) con sustratos inertes. *Agroforestería y Sistemas Silvopastoriles*, Pág. 73-81. Universidad de Valladolid. México.

Gálvaez, G. M. (2015). Producción de tomate saladette (*Lycopersicon esculentum* Mill.) con soluciones nutritivas orgánicas en invernadero. Tesis de ingeniero agrónomo en irrigación. Universidad Autónoma Agraria, Antonio Narro, Unidad Laguna. Torreón, Coahuila, México.

Gómez, M. E. (2012). Calidad de fruto en 12 poblaciones silvestres de jitomate *Solanum Lycopersicum* L. var. Cerasiforme (Dunal) Del occidente de México. Tesis de licenciatura. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. México.

González, Z. L y Orozco, S. A. (1996). Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda Brachystachya*. Centro de Ecología, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria, México.

González, A. M., Sala, M. C., Urrestarazu, M. G. (2000). Producción y calidad en el cultivo de jitomate cherry. pp 547-586.

González, O. E. (2018). Rendimiento de jitomate guaje (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en un cultivo intercalar con caléndula (*Calendula officinalis* L.) y con aplicación de microorganismos eficientes. Tesis de licenciatura. Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM

Grijalva, C.R., Macías, D.R., Grijalva, D., A. y Robles, C.F. (2010). Evaluación de densidades y arreglos de plantación en tomate bola en condiciones de invernadero en el Noroeste de Sonora. Biotecnia, Vol XII, No. 2.

Guzmán, O., Castaño, J. y Sánchez, M (2013). Estudio preliminar del efecto de microorganismos benéficos sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el nematodo del nudo radical (*Meloidogyne* spp.). Departamento de Producción Agropecuaria. Universidad de Caldas. Revista Agronomía. 21(2):51-64.

Hernán, A. R. (2011). Estudio del crecimiento de la planta y del fruto de tres híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en tiempo fisiológico, bajo cubierta plástica. Universidad de Colombia, Facultad de agronomía. Bogotá D.C.

INTA, (2016). Manual técnico del cultivo de tomate *Lycopersicon esculentum*. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. Costa Rica.

Infante, D., Martínez, B., González, N. y Reyes, Y. (2009). Mecanismos de Acción de *Trichoderma* frente a hongos fitopatógenos. Rev. Protección Vegetal. V.24 n.1, La Habana.

Jarama, A., Rengifo, T., y Aramendiz-Tatis, H. (2006). Fisiología de estevia en función de la radiación en el Caribe colombiano. II Análisis de crecimiento. Agronomía Colombiana, 24(1): 38-47.

Jaramillo, N. J., Rodríguez, V. P., Guzmán, A. M., Zapata. M. y Rengifo T. (2007). Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Tomate Bajo Condiciones Protegidas. Antioquia, Colombia, CORPOICA.

Leyva, R. G., Sánchez, G. P., Alcántara, G. G., Valenzuela, U. J.G., Gavy, R. F. y Martínez, G. G. (2005). Contenido de nitratos en extractos celulares de pecíolo y frutos de tomate. Rev, Fitotec. Mex. Vol.28 (2): 145. 159, 2005.

Márquez, Q. C., Estrada, B.M., Mendoza, P. J., Brito, M.N., Cruz, L. E., Gómez, V. A., Osorio, O. R., López, N. U. y Álvarez, R. J. (2007). Efecto del lavado del sustrato en la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado en hidroponía bajo condiciones protegidas. En: UJAT (Ed). Memorias de la semana de Divulgación y Video Científico 2007. Villahermosa, Tabasco., UJAT.

Martínez, B., Infante, D. y Reyes, Y. (2013). *Trichoderma* spp. Y su función en el control de plagas en los cultivos. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria. Cuba, Rev. Protección Veg. Vol.28. no 1 La Habana.

Martínez, C. E. (2005). Efecto de composta elaborada a base de gallinaza sobre la producción de tomate (Var. Saladete Rio grande) en invernadero. Tesis de Maestría. Ingeniería de sistemas agrícolas. Universidad Autónoma Agraria. Buena vista, Saltillo, Coahuila, México.

Meco, R., Lacasta, C. y Moreno, M. M. (2011). Agricultura ecológica en secano. Soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos. México: Ediciones Mundi- prensa.

Megías, M., Molist, P. y Pombal, A.M (2018). Órganos vegetales Tallo. Atlas de Histología Vegetal y Animal. Departamento de Biología Funcional y Ciencias de la Salud. Facultad de Biología. Universidad de Vigo. España.

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L. y Cuadrado, C. (2013). Tablas de composición de alimentos. Editorial Pirámide, 16º ed. Madrid, España.

Muro, J. (2016). Producción de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill. var. CID1). Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Oliet, J. (2000). La calidad de la postura forestal en vivero. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Montes de Córdoba. España. 93 p.

OPIC. (2013). Manual de Manejo Sustentable Del Cultivo de Jitomate en invernadero. Amealco, Querétaro. México.

Orozco, A. (2014). El huerto urbano ecológico. UNAM, FES Zaragoza.

Orozco, G. G., Muñoz, F. J., Rueda, S. A., Sígala, R. J., Prieto, R. A. y García, M.J. (2010). Diagnóstico de la calidad de planta en los viveros forestales del estado de colima. México

Ortega, M.L.D., Sánchez, O.J., Ocampo, M.J. Sandoval, C.E., Salcido, R.B. y Manzo, R. F. (2010). Efecto de Diferentes Sustratos en Crecimiento y Rendimiento de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Bajo condiciones de invernadero. Revistas UNAM. Ra Ximhai, Vol 6, No. 3. pp 333-346. México.

Ortiz, G. (2004). Comparación de la producción de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía y suelo bajo invernadero en Miahuatlan, Puebla. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. México.

Pacheco, A. J. (2006). Fundamentos Técnicos para el Diseño y Construcción de Invernaderos. Memoria. Producción de Hortalizas Bajo Invernadero. Fundación Produce Sinaloa A.C. Culiacán, Sinaloa México.

Pérez, V.A. y Landeros, S.C. (2009). Agricultura y deterioro ambiental. Revista: elementos No, 73, Vol. 16, Enero-Marzo, México.

Preciado, R., Baca, C., Tirado, T., Kohashi, S., Tijerina, C. y Martínez, G. (2002). Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra. Vol. 20, N° 3. Pp. 267 – 276.

Quiñones, E. E., Evangelista, Z. y Rincón, G. (2016). Los actinomicetos y su aplicación biotecnológica. Elementos 101, pp 50-54.

Ramos, A. N. y Santacruz, F. S. (2012). Evaluación de tres diluciones de un extracto de *Allium sativum* (ajo) y su posible uso como insecticida natural contra el *Zabrotes subfasciatus* (Gorgojo común del frijol) en gran almacenado. Tesis de licenciatura Universidad de el Salvador. El Salvador. Centro América.

Restrepo, R. J. (2007). Manual práctico. El ABC de la agricultura orgánica y harina de rocas. Nicaragua; SIMAS.

Rodríguez, M. N., Alcántara, G. G., Aguilar, S. A., Etchevers, B. J. y Santizó, R. J. (1998). Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra*. Vol. 16, Nú. 2. Pp. 135 – 141.

Rodríguez, R.R., Tabares, R.J y Medina, S.J (2001). *Cultivo moderno del tomate*. (2ª Ed). Madrid, España: Mundi – prensa.

Rojas, A.N (2014). Efecto de *Trichoderma harzianum* sobre el fruto de tomate. Tesis de licenciatura. Guatemala.

Santiago, J., Mendoza, M. y Borrego, F. (1998). Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill.) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. *Agronomía Mesoamericana* 9 (1): 59-65. México.

SAGARPA. (2016). *Planeación Agrícola Nacional 2017-2030 para Jitomate mexicano* México.

Sánchez, J. J., Bonifacio, V. R., Pérez, R. S., Mohedano, C. L. y Capulín, G.J (2011) Producción de (*Cedrele odorata* L.), en sustrato a base de aserrín crudo en sistema tecnificado en Tecpan de Galeana, Guerrero, México. Universidad Autónoma Indígena de México Mochicahui, El fuerte, Sinaloa. pp 123-132.

Sañudo, R. R. (2013) El cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) y el potencial endofítico de diferentes aislados de *Beauveria bassiana* (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma Indígena de México, Los Mochis, Sinaloa.

Soto, G. (2003). Memoria de taller, Agricultura orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. FIDA, RUTA, CATIE y FAO. Turrialba, Costa Rica.

Torrall, M. 1997. Concepto de calidad de plantas en viveros forestales. Documento técnico No 1. Programa de desarrollo forestal integrado de Jalisco, SEDER – Fundación Chile. Consejo Agropecuario de Jalisco, México.

Torres, M. J. (2014). Estudio del potencial del índice de nodulación para la evaluación los daños provocados por nematodos del género *Meloidogyne*. Trabajo para obtener el título de Máster en Producción Vegetal en Cultivos Protegidos. Escuela Superior de Ingeniería y Facultad de Ciencias Experimentales. Universidad de Almería.

Verdejo, L.S., Blanco, M. y Cortada, L. (2013). Resistencia al nematodo *Meloidogyne* en patrones de tomate a temperaturas del suelo superiores a los 28°C. Barcelona, Phytoma España, Nº 249, 2013, págs. 24-28.

Velasco, H. E., Nieto, A. R. y Navarro, L. E. (2011). Cultivo del Tomate en Hidroponía e Invernadero. Chapingo. Méx.

Wills, R., Glasson, Mc. Y Joyce, D. (1998). Introducción a la fisiología y manipulación poscosecha de frutas, hortalizas y plantas ornamentales. Editorial Acribia, Zaragoza España. Pp. 7-165.

Zarate, B. (2007). Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) hidropónico con sustratos, bajo invernadero, Tesos de Maestría. Oaxaca. México.

10.1 REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Carvajal, H. L., Cardona, A., Osorio, W. y Orduz, S. (2015). Efecto de diversos aislamientos de *Trichoderma* spp. en la absorción de nutrientes en fríjol (*Phaseolus vulgaris*) en dos tipos de suelo. Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Ciencias Agronómicas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado el 5 de Mayo del 2019 de la web:

<http://www.scielo.org.co/pdf/rcch/v9n2/v9n2a06.pdf>

Diario Oficial de la Unión Europea. (2008). Directivas. Recuperado el 15 de enero del 2019 de la web: <https://www.boe.es/doue/2008/285/L00009-00012.pdf>

Ecoplexity. (2010). La presencia del hongo en el suelo. Recuperado en Agosto de 2018, de la web: <http://ecoplexity.org/node/609?page=0,1>

ECURED. (2014). *Trichoderma* spp. Obtenido de Conocimiento con todos y para todos. Recuperado el 15 de Agosto del 2018 de la web: http://www.ecured.cu/index.php/Trichoderma_spp.

Escudero, A. E. y González, S. P. (2006). La fibra dietética. Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital de la Fuenfría. Madrid. Recuperado el 12 de Mayo del 2019 de la web: <http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>

FAO, (1999). Guidelines for the production, processing, labeling and marketing of organic produced products. GL- 32. Recuperado el 15 de marzo, de la web: <http://www.fao.org/organicag/doc/glorganicfinal.pdf>

FAO. (2011). Semillas en emergencias. Manual técnico. Recuperado el 22-04-2019 de la web: <http://www.fao.org/3/a-i1816s.pdf>

FAO. (2010). Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana. México. Recuperado el 12-10-2018, de la web: <http://www.fao.org/3/a-as435s.pdf>

FAO. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Recuperado el 02-03-2019 de la web: <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>

FONART. (2007). Manual de diferenciación entre artesanía y manualidad. Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías. Recuperado el 10-08-2019 de la web:

www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107963/Manual_diferenciacion_artesania_manualidad_2015.pdf

Higa, T. (2013). Reproducción de Microorganismos de montaña, .MM A2-02,21. Recuperado el 4 de febrero del 2019 de la web: <http://ingenieroambiental.com/index-php?pagina=811>

INAFED, (2010). Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, Delegación del Distrito Federal, Iztapalapa. Recuperado el 12 de marzo del 2019 de la web: <http://www.inafed.gob.mx>

López, G.M.A (2010). Bioespacio escuela para la producción de hortalizas. Recuperado el 03-01-2019 de la web: <http://www.iica.int>.

Maguey, H. (2019). Arancel al jitomate, chantaje comercial. Gaceta UNAM, México. Recuperado el 15-05-2019 de la web: <http://www.gaceta.unam.mx/arancel-al-jitomate-chantaje-comercial/?fbclid=IwAR1G1h-xQpHQdY5PLw2LmH5ZfyAW0d4WpKUza9uMcLF6UMLhYWMo7duvSsw>

Merino, D. M. y Ansorena, J. (1993). Recomendaciones para el cultivo de hortalizas con bajo contenido en nitratos. Horticultura. Recuperado el 12 de enero del 2019 de la web:

https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_Hort/Hort_1993_90_11_21.pdf

Mondragón, S. L. (2017). Producción de jitomate en invernadero. SAGARPA. Gobierno del Estado de México. Disponible:

https://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Estado%20de%20Mexico/24mexico.pdf

Nuño, M.R. (2007). Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el Valle de Mexicali Baja California. Recuperado el 13 de septiembre del 2018 de la web: http://www.cofupro.org.mx/cofupro/archivo/fondo_sectorial/Baja%20California/42baja.pdf

NMX-FF-031-1997. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano. Hortalizas frescas. Tomate- (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Especificaciones. Recuperada el 4-01-2019 de la web: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-031-1998.PDF>

NMX-FF-0091982. Productos alimenticios no industrializados, para el uso humano. Fruta fresca. Determinación del tamaño con base al diámetro ecuatorial. Recuperada el 4-01-2019 de la web: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-009-1982.PDF>

NMX-FF-006-1982. Productos alimenticios no industrializados para uso humano, Fruta fresca. Terminología. Recuperada el 3-01-2019 de la web: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-FF-006-1982.PDF>

Pérez, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q. y Larin A, M. (2000). Guía técnica, Cultivo de tomate. Recuperado el 25 de agosto del 2018 de la web: <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>

SEDEMA. (2015). Guía de huertos urbanos. Recuperado el 25 de agosto del 2018 de la web: <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/flippingbook/guia-huertos-urbanos/#p=1>

SEMARNAT. (2013). El huerto familiar biointensivo. México, recuperado el 29 de Agosto de la web: <http://biblioteca.semarnat.gob.mx/janium/Documentos/Ciga/Libros2013/CD001599.pdf>

SEMARNAT. (2018). En la agricultura, los sistemas de riego son utilizados para un aprovechamiento óptimo del agua. Recuperado el 3 de enero del 2019 de la web: <https://www.gob.mx/siap/articulos/en-la-agricultura-los-sistemas-de-riego-son-utilizados-para-un-aprovechamiento-optimo-del-agua?idiom=es>

SIAP. (2016). Jitomate (tomate rojo), es una hortaliza y sus propiedades son un medicamento natural. Recuperado el 12 de septiembre del 2018 de la web:

<https://www.gob.mx/siap/articulos/jitomate-tomate-rojo-es-una-hortaliza-y-sus-propiedades-son-un-medicamento-natural>

SIAP. (2017). Jitomate, 3.3 millones de toneladas en 2016. Recuperado el 19 de septiembre del 2018 de la web: <https://www.gob.mx/siap/articulos/jitomate-3-3-millones-de-toneladas-en-2016>

INTA. (2015). Manual de capacitación. Riego por goteo. Recuperado el 18 de diciembre del 2018 de la web: https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_manual_riego_por_goteo.pdf

Tellez, J. M. y Ruiz, J. C. (2011). Hongos benéficos controlan patógenos y promueven crecimiento. Recuperado el 30 de Agosto del 2018 de la página web: <http://www.hortalizas.com/cultivos/chiles-pimientos/hongos-beneficos-controlan-patogenos-y-promueven-crecimiento/>

Villegas, M. (2005). *Trichoderma pers.* Características generales y su potencial biológico en la agricultura sostenible. Recuperado el 3 de mayo del 2019 de la web: <http://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=VE2007400595>

Wided, Z. (2013). Tesis doctoral. Efectos del acolchado sobre distintos parámetros del suelo y de la nectarina en riego por goteo. Universidad de Lleida. España. Recuperado el 12-enero del 2019 de la web: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/130924/Twz1de1.pdf?sequence=2>

XIII. ANEXOS

1. Análisis de calidad del abono orgánico bocashi.



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



6 DE JUNIO DE 2017.
No. DE OFICIO: 220

USUARIO: **MARIA SOCORRO OROZCO ALMANZA**

PROCEDENCIA:

TIPO DE MUESTRA: **BOCASHI SOLIDO (1 MUESTRA)**

Nº CONTROL	pH	CE dS m ⁻¹	M. O. %	N %	P %	K %	Na %	Ca %	Mg %
B-1006	7.31	4.54	29.09	1.61	0.76	0.97	0.56	1.44	0.69

Nº CONTROL	CIC Cmol _c kg ⁻¹	Fe %	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	B mg kg ⁻¹	Dens. Apar. g cm ⁻³
B-1006	51.20	0.74	34.50	155.9	81.2	85.54	0.58

METODOLOGIA:

pH: POTENCIOMETRICO EN RELACION MUESTRA: AGUA, 1.5.

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA (CE): PUENTE DE CONDUCTIVIDAD EN RELACION MUESTRA: AGUA, 1.5.

MATERIA ORGANICA (MO): WALKLEY Y BLACK.

NITROGENO (N): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR.

FOSFORO ASIMILABLE (P): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA POR REDUCCION CON MOLIBDO-VANADATO.

POTASIO, SODIO (K, Na): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISION DE FLAMA.

CALCIO, MAGNESIO (Ca, Mg): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC): ACETATO DE AMONIO 1.0 N pH 7.0 Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR.

HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO (Fe, Cu, Zn, Mn): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

BORO (B): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO FOTOCOLORIMETRIA CON AZOMETINA-H

DENSIDAD APARENTE (DAP.): METODO DE LA PROBETA.

IDENTIFICACION

B-1006: BOCASHI.

ATENTAMENTE.

DR. EDMUNDO ROBLEDO SANTOYO
JEFE DEL LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO

ERS/

2. Análisis nutrimental de jitomate



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



TIPO DE MUESTRA: TEJIDO VEGETAL (4 MUESTRAS)

Nº CONTROL	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
P-2992	0.45	0.29	0.42	0.08	0.09
P-2993	2.80	0.37	0.50	0.08	0.09
P-2994	1.79	0.30	0.43	0.07	0.08
P-2995	1.65	0.26	0.42	0.09	0.08

Nº CONTROL	Fe mg kg ⁻¹	Cu mg kg ⁻¹	Zn mg kg ⁻¹	Mn mg kg ⁻¹	B mg kg ⁻¹
P-2992	71.80	8.00	74.20	10.50	45.35
P-2993	42.40	10.50	80.10	13.90	55.59
P-2994	203.90	5.40	75.30	10.40	37.30
P-2995	253.20	5.60	73.60	11.60	27.06

METODOLOGIA:

NITROGENO (N): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ARRASTRE DE VAPOR DE: KJELDAHL.

FOSFORO (P): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR FOTOCOLORIMETRIA POR REDUCCION CON MOLIBDO-VANADATO.

POTASIO (K): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE EMISION DE FLAMA.

CALCIO, MAGNESIO, HIERRO, COBRE, ZINC, MANGANESO (Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn): DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO POR ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCION ATOMICA.

BORO (B) DIGESTADO CON MEZCLA DIACIDA Y DETERMINADO FOTOCOLORIMETRIA CON AZOMETINA-H.

IDENTIFICACION

P-2992: JITOMATE 1, FES ZARAGOZA, LUNA BARREDA, 15-X-18.

P-2993: JITOMATE 2, FES ZARAGOZA, LUNA BARREDA, 15-X-18.

P-2994: JITOMATE 3, FES ZARAGOZA, LUNA BARREDA, 15-X-18.

P-2995: JITOMATE 4, FES ZARAGOZA, LUNA BARREDA, 15-X-18.

3. Análisis Químico Inmediato del tratamiento M.E.C



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA



Constancia: NUT-586/18

Hoja 01/01

DRA. MA SOCORRO OROZCO ALMANZA
FES-ZARAGOZA
UNAM

Muestra.: NUT-586
JITOMATE M1

Fecha de recepción: 26.09.18

Análisis Químico Inmediato*

Materia seca	5.29%
Humedad	94.71%
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25)	0.58%
Extracto Etéreo	0.94%
Cenizas	1.15%
Fibra Cruda	1.10%
Extracto Libre de Nitrógeno	1.52%

Los resultados se expresan en Base Húmeda

*Método AOAC 2016 (934.01, 2001.11, 920.39, 942.05, 962.09)

NA = NO ANALIZADO

NC = NO CALCULADO

Analizó: Antonio Venancio Enríquez

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Co. Universitaria: CUMEX 1508 de Octubre de 2018
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

03 OCT 2018

Q.A. Águeda García Pérez
Responsable del Laboratorio

Departamento de Nutrición Animal
y Bioquímica

Dr. Luis Cbrona Gochi
Jefe de Departamento de Nutrición Animal y
Bioquímica



Esta constancia ampara únicamente la muestra analizada. Se prohíbe la reproducción total o parcial de la misma sin previa autorización escrita del responsable del laboratorio. La presente constancia no podrá ser utilizada para fines legales.

Av. Universidad 3000, Col. UNAM, C.U., Del. Coyoacán, Cd. Méx., CP 04510.
Tel./Fax: 01 (55) 5622 5906 y 5622 5907. Tel: 5622 5879

FRP-DNAR-MV-002 Rev. 5

4. Análisis Químico Inmediato del tratamiento T.A



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA



Constancia: NUT-587/18

Hoja 01/01

DRA. MA SOCORRO OROZCO ALMANZA
FES-ZARAGOZA
UNAM

Muestra.: NUT-587
JITOMATE M2

Fecha de recepción: 26.09.18

Análisis Químico Inmediato*

Materia seca	5.77%
Humedad	94.23%
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25)	0.69%
Extracto Etéreo	0.13%
Cenizas	1.61%
Fibra Cruda	0.73%
Extracto Libre de Nitrógeno	2.61%

Los resultados se expresan en Base Húmeda
*Método AOAC 2016 (934.01, 2001.11, 920.39, 942.05, 962.09)
NA = NO ANALIZADO
NC = NO CALCULADO
Analizó: Antonio Venancio Enríquez

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, Cd. UNAM, a 03 de Octubre de 2018
FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA

Q.A. Águeda García Pérez
Responsable del Laboratorio

03 OCT 2018

Departamento de Nutrición Animal
y Bioquímica

Dr. Luis Corona Gochi
Jefe de Departamento de Nutrición Animal y
Bioquímica



Esta constancia ampara únicamente la muestra analizada. Se prohíbe la reproducción total o parcial de la misma sin previa autorización escrita del responsable del laboratorio. La presente constancia no podrá ser utilizada para fines legales.

Av. Universidad 3000, Col. UNAM, C.U., Del. Coyoacán, Cd. Mx., CP04510.
Tel./Fax: 01 (55) 5622 5906 y 5622 5907. Tel.: 5622 5879

FRP-DNAB-MV-002 Rev. 5

5. Análisis Químico Inmediato del tratamiento T.C.



FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA



Constancia: NUT-588/18

Hoja 01/01

DRA. MA SOCORRO OROZCO ALMANZA
FES-ZARAGOZA
UNAM

Muestra.: NUT-588
JITOMATE M3

Fecha de recepción: 26.09.18

Análisis Químico Inmediato*

Materia seca	5.56%
Humedad	94.44%
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25)	0.63%
Extracto Etéreo	0.35%
Cenizas	0.61%
Fibra Cruda	0.48%
Extracto Libre de Nitrógeno	3.48%

Los resultados se expresan en Base Húmeda

*Método AOAC 2016 (934.01, 2001.11, 920.39, 942.05, 962.09)

NA = NO ANALIZADO

NC = NO CALCULADO

Analizó: Ladislao Mendoza Medina

Atentamente
"POR MI RAZA HABLA EL ESPÍRITU"
Cd. Universitaria, Cd. Mx., a 01 de Octubre de 2018
01 OCT 2018
Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica
Q.A. Águeda García Pérez Responsable del Laboratorio
Dr. Luis Corona Gochi Jefe de Departamento de Nutrición Animal y Bioquímica



Esta constancia ampara únicamente la muestra analizada. Se prohíbe la reproducción total o parcial de la misma sin previa autorización escrita del responsable del laboratorio. La presente constancia no podrá ser utilizada para fines legales.

6. Análisis Químico Inmediato del tratamiento Testigo.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN ANIMAL Y BIOQUÍMICA



Constancia: NUT-589/18

Hoja 01/01

DRA. MA SOCORRO OROZCO ALMANZA
FES-ZARAGOZA
UNAM

Muestra.: NUT-589
JITOMATE M4

Fecha de recepción: 26.09.18

Análisis Químico Inmediato*

Materia seca	5.13%
Humedad	94.87%
Proteína Cruda (Nitrógeno*6.25)	0.74%
Extracto Etéreo	0.41%
Cenizas	0.51%
Fibra Cruda	0.51%
Extracto Libre de Nitrógeno	2.96%

Los resultados se expresan en Base Húmeda
*Método AOAC 2016 (934.01, 2001.11, 920.39, 942.05, 962.09)
NA = NO ANALIZADO
NC = NO CALCULADO
Analizó: Ladislao Mendoza Medina

Atentamente
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Cd. Mónica Ojeda de Octubre de 2018
FACULTAD DE MEDICINA
VETERINARIA Y ZOOTECNIA
01 OCT 2018
Q.A. Águeda García Pérez
Responsable del Laboratorio
Departamento de Nutrición Animal
y Bioquímica
Dr. Luis Corona Gochi
Jefe de Departamento de Nutrición Animal y
Bioquímica



Esta constancia ampara únicamente la muestra analizada. Se prohíbe la reproducción total o parcial de la misma sin previa autorización escrita del responsable del laboratorio. La presente constancia no podrá ser utilizada para fines legales.

Av. Universidad 3000, Col. UNAM, C.U., Del. Coyoacán, Cd. Mx., CP 04510.
Tel./Fax: 01 (55) 5622 5906 y 5622 5907. Tel.: 5622 5879

FRP-DNAB-MV-002 Rev. 5