



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
ZARAGOZA**

**Rendimiento de jitomate guaje (*Lycopersicon  
esculentum* Mill.) en un cultivo intercalar con caléndula  
(*Calendula officinalis* L.) y con la aplicación de  
microorganismos eficientes**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN BIOLOGÍA

P R E S E N T A

**ELIZABET GONZÁLEZ OJEDA**

DIRECTORA DE TESIS

Dra. María Socorro Orozco Almanza



**CDMX, Junio 2018**

Investigación realizada con financiamiento de la DGAPA. PAPIIME 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.



## Dedicatoria

### ***A Dios:***

Gracias por permitirme vivir este momento, sé que siempre has estado a mi lado guiando mi camino y cuidándome.

### ***A mi papi:***

Gracias por todo el apoyo que me has brindado, porque a pesar de no estar conmigo nunca has dejado de apoyarme. Este es un logro más que cumplimos.

### ***A mi mami:***

Como poder expresarte lo importante que eres para mí, gracias por estar siempre conmigo, por apoyarme en cada una de mis decisiones, por todos los consejos y regaños que me has dado, gracias a eso soy quien soy.

### ***A mis hermanos:***

Gracias por estar siempre a mi lado y porque siempre me motivan a dar lo mejor de mí, los quiero.

### ***A los seres más importantes para mí:***

Gary, Terry, Kaiser, Jager y Yuki siempre los amaré.

## Agradecimientos

A mi directora de Tesis la Dra. María Socorro Orozco Almanza por la paciencia y dedicación dada a este proyecto, por todos los conocimientos que me brindo durante mi estancia en su laboratorio. Gracias por motivarme a ser cada día mejor.

Al profesor Roberto y a la Maestra Chuy, por todos los consejos y ayuda brindada al proyecto. Sin ustedes el vivero no sería lo mismo. Muchas gracias.

A todos y cada uno de los profesores que me brindaron sus conocimientos durante la carrera.

A mis sinodales por las observaciones realizadas a mi trabajo.

Gracias Facultad de Estudios Superiores Zaragoza por todos los conocimientos y buenos momentos que me brindaste dentro de tus instalaciones.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES

"ZARAGOZA"

DIRECCIÓN

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

Comunico a usted que la alumna **GONZÁLEZ OJEDA ELIZABET**, con número de cuenta **413006079**, de la carrera de Biología, se le ha fijado el día **19 de junio de 2018** 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** Dra. ROSALVA GARCÍA SÁNCHEZ  
**SUPLENTE** Biól. LETICIA LÓPEZ VICENTE  
**SUPLENTE** Biól. JUAN ROMERO ARREDONDO

El título de la tesis que presenta es: **Rendimiento de jitomate guaje (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en un cultivo intercalar con caléndula (*Calendula officinalis* L.) y con la aplicación de microorganismos eficientes.**

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 18 de mayo de 2018

**DR. VÍCTOR MANUEL MENDOZA NÚÑEZ**  
DIRECTOR



RECIBO  
OFICINA DE EXÁMENES  
PROFESIONALES Y DE GRADO

VO. SO  
M. en C. ARMANDO CERVANTES SANDOVAL  
JEFE DE CARRERA

# Índice

<b>1</b>	<b><u>RESUMEN</u></b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b><u>INTRODUCCIÓN</u></b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b><u>ANTECEDENTES</u></b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b><u>MARCO TEÓRICO</u></b>	<b>15</b>
4.1	AGRICULTURA CONVENCIONAL	15
4.2	AGRICULTURA ECOLÓGICA	15
4.2.1	ABONOS ORGÁNICOS	16
4.2.1.1	Microorganismos eficientes (ME)	16
4.2.1.2	Bocashi	17
4.2.2	POLICULTIVOS	17
4.3	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS CULTIVOS	18
4.3.1	JITOMATE	18
4.3.1.1	Clasificación taxonómica	18
4.3.1.2	Descripción Botánica	19
4.3.1.2.1	Semilla	19
4.3.1.2.2	Raíz	19
4.3.1.2.3	Tallo	19
4.3.1.2.4	Hoja	19
4.3.1.2.5	Flores	20
4.3.1.2.6	Fruto	20
4.3.1.2.7	Hábito de crecimiento	20
4.3.1.3	Requerimientos climáticos	20
4.3.1.4	Fenología	21
4.3.1.5	Plagas	21
4.3.2	CALÉNDULA	22
4.3.2.1	Requerimientos climáticos	22
4.3.2.2	Plagas y enfermedades	22
4.3.2.3	Propiedades nematicidas	22
<b>5</b>	<b><u>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</u></b>	<b>23</b>
<b>6</b>	<b><u>HIPÓTESIS</u></b>	<b>24</b>
<b>7</b>	<b><u>OBJETIVOS</u></b>	<b>25</b>

<b>7.1</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>25</b>
<b>7.2</b>	<b>OBJETIVOS PARTICULARES</b>	<b>25</b>
<b>8</b>	<b><u>MÉTODO</u></b>	<b><u>26</u></b>
<b>8.1</b>	<b>LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO</b>	<b>26</b>
<b>8.2</b>	<b>PREPARACIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS</b>	<b>27</b>
<b>8.2.1</b>	<b>PREPARACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES</b>	<b>27</b>
<b>8.2.1.1</b>	<b>Fase sólida</b>	<b>27</b>
<b>8.2.1.2</b>	<b>Fase líquida</b>	<b>28</b>
<b>8.2.2</b>	<b>PREPARACIÓN DE BOCASHI</b>	<b>29</b>
<b>8.3</b>	<b>PREPARACIÓN DE LAS CAMAS DE CULTIVO</b>	<b>30</b>
<b>8.4</b>	<b>GERMOPLASMA Y GERMINACIÓN DE LAS SEMILLAS</b>	<b>30</b>
<b>8.5</b>	<b>TRASPLANTE A LA CAMA</b>	<b>30</b>
<b>8.6</b>	<b>RIEGO</b>	<b>31</b>
<b>8.7</b>	<b>TUTOREO Y PODA</b>	<b>31</b>
<b>8.8</b>	<b>POLINIZACIÓN</b>	<b>31</b>
<b>8.9</b>	<b>MEDICIÓN DE VARIABLES DE RESPUESTA</b>	<b>31</b>
<b>8.9.1</b>	<b>GERMINACIÓN DEL LOTE DE SEMILLAS</b>	<b>31</b>
<b>8.10</b>	<b>VARIABLES MORFOLÓGICAS</b>	<b>31</b>
<b>8.10.1</b>	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	<b>32</b>
<b>8.10.2</b>	<b>DIÁMETRO DEL TALLO PRINCIPAL</b>	<b>32</b>
<b>8.11</b>	<b>VARIABLES DE RENDIMIENTO</b>	<b>32</b>
<b>8.11.1</b>	<b>NÚMERO DE FLORES POR RACIMO</b>	<b>32</b>
<b>8.11.2</b>	<b>NÚMERO DE RACIMOS POR PLANTA</b>	<b>32</b>
<b>8.11.3</b>	<b>NÚMERO DE FRUTOS POR RACIMO</b>	<b>32</b>
<b>8.11.4</b>	<b>FRUTOS TOTALES POR PLANTA</b>	<b>32</b>
<b>8.11.5</b>	<b>RENDIMIENTO EN PESO POR RACIMO</b>	<b>32</b>
<b>8.11.6</b>	<b>RENDIMIENTO TOTAL</b>	<b>32</b>
<b>8.12</b>	<b>VARIABLES DE BIOMASA</b>	<b>33</b>
<b>8.12.1</b>	<b>CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ESBELTEZ</b>	<b>33</b>
<b>8.12.2</b>	<b>ÍNDICE TALLO/RAÍZ</b>	<b>33</b>
<b>8.12.3</b>	<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON</b>	<b>33</b>
<b>8.13</b>	<b>VARIABLES DE LA CALIDAD EXTERNA DEL FRUTO</b>	<b>33</b>
<b>8.13.1</b>	<b>DIÁMETRO POLAR</b>	<b>33</b>
<b>8.13.2</b>	<b>DIÁMETRO ECUATORIAL</b>	<b>33</b>
<b>8.14</b>	<b>VARIABLES DE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DEL FRUTO</b>	<b>34</b>
<b>8.15</b>	<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</b>	<b>34</b>
<b>9</b>	<b><u>RESULTADOS</u></b>	<b><u>35</u></b>
<b>9.1</b>	<b>CALIDAD DEL ABONO ORGÁNICO</b>	<b>35</b>



<b>9.2</b>	<b>GERMINACIÓN DEL LOTE DE SEMILLAS DE JITOMATE</b>	<b>36</b>
<b>9.3</b>	<b>GERMINACIÓN DEL LOTE DE SEMILLAS DE CALÉNDULA</b>	<b>36</b>
<b>9.4</b>	<b>VARIABLES MORFOLÓGICAS</b>	<b>37</b>
<b>9.4.1</b>	<b>ALTURA DE LA PLANTA</b>	<b>37</b>
<b>9.4.2</b>	<b>DIÁMETRO DEL TALLO PRINCIPAL</b>	<b>37</b>
<b>9.5</b>	<b>VARIABLES DE RENDIMIENTO</b>	<b>39</b>
<b>9.5.1</b>	<b>NÚMERO DE FLORES POR PLANTA</b>	<b>39</b>
<b>9.5.2</b>	<b>NÚMERO DE RACIMOS POR PLANTA</b>	<b>39</b>
<b>9.5.3</b>	<b>FRUTOS POR PLANTA</b>	<b>41</b>
<b>9.5.4</b>	<b>PESO DEL FRUTO</b>	<b>42</b>
<b>9.5.5</b>	<b>RENDIMIENTO EN PESO DE LOS FRUTOS POR RACIMO</b>	<b>42</b>
<b>9.5.6</b>	<b>RENDIMIENTO POR PLANTA</b>	<b>44</b>
<b>9.6</b>	<b>INFESTACIÓN POR NEMATODOS</b>	<b>44</b>
<b>9.7</b>	<b>VARIABLES DE BIOMASA</b>	<b>46</b>
<b>9.7.1</b>	<b>CÁLCULO DEL ÍNDICE DE ESBELTEZ</b>	<b>46</b>
<b>9.7.2</b>	<b>ÍNDICE TALLO/RAÍZ</b>	<b>46</b>
<b>9.7.3</b>	<b>ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON</b>	<b>46</b>
<b>9.8</b>	<b>VARIABLES DE LA CALIDAD EXTERNA DEL FRUTO</b>	<b>47</b>
<b>9.8.1</b>	<b>DIÁMETRO POLAR</b>	<b>47</b>
<b>9.8.2</b>	<b>DIÁMETRO ECUATORIAL</b>	<b>49</b>
<b>9.9</b>	<b>VARIABLES DE LA CALIDAD FISIOLÓGICA DEL FRUTO</b>	<b>51</b>
<b>9.9.1</b>	<b>ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL</b>	<b>51</b>
<b>9.10</b>	<b>COSTOS DE PRODUCCIÓN</b>	<b>53</b>
<b>9.10.1</b>	<b>MONOCULTIVO CON ME</b>	<b>53</b>
<b>9.10.2</b>	<b>POLICULTIVO CON ME</b>	<b>54</b>
<b>9.10.3</b>	<b>MONOCULTIVO SIN ME</b>	<b>55</b>
<b>9.10.4</b>	<b>POLICULTIVO SIN ME</b>	<b>56</b>
<b>10</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>57</b>
<b>10.1</b>	<b>CALIDAD DEL ABONO ORGÁNICO</b>	<b>57</b>
<b>10.2</b>	<b>GERMINACIÓN DEL LOTE DE SEMILLAS</b>	<b>57</b>
<b>10.3</b>	<b>ALTURA Y DIÁMETRO DEL TALLO</b>	<b>57</b>
<b>10.4</b>	<b>FLORES POR PLANTA</b>	<b>58</b>
<b>10.5</b>	<b>FRUTOS POR PLANTA</b>	<b>58</b>
<b>10.6</b>	<b>PESO DEL FRUTO</b>	<b>59</b>
<b>10.7</b>	<b>RENDIMIENTO POR PLANTA</b>	<b>59</b>
<b>10.8</b>	<b>VARIABLES DE BIOMASA</b>	<b>60</b>
<b>10.8.1</b>	<b>ÍNDICE DE ESBELTEZ, ÍNDICE TALLO/RAÍZ E ÍNDICE DE CALIDAD DE DICKSON</b>	<b>60</b>
<b>10.9</b>	<b>VARIABLES DE LA CALIDAD EXTERNA DEL FRUTO</b>	<b>61</b>
<b>10.10</b>	<b>ANÁLISIS DE TEJIDO VEGETAL</b>	<b>61</b>
<b>10.11</b>	<b>GRADOS ° BRUX</b>	<b>61</b>

<b>11</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>12</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>62</b>
<b>13</b>	<b>REFERENCIAS</b>	<b>63</b>
<b>14</b>	<b>ANEXO</b>	<b>69</b>
<b>14.1</b>	<b>ANÁLISIS DEL BOCASHI</b>	<b>69</b>
<b>14.2</b>	<b>ANÁLISIS NUTRIMENTAL DE JITOMATE ORGÁNICO</b>	<b>70</b>
<b>14.3</b>	<b>ANÁLISIS NUTRIMENTAL DE JITOMATE CONVENCIONAL</b>	<b>71</b>

## Lista de Figuras

Figura 1. Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan”	26
Figura 2. Solución de microorganismos eficientes	28
Figura 3. Porcentaje de germinación de las semillas de jitomate guaje.	36
Figura 4. Porcentaje de germinación de las semillas de caléndula	36
Figura 5. Altura de las plantas de jitomate por tratamiento.	37
Figura 6. Diámetro del tallo de las plantas de jitomate por tratamiento.	38
Figura 7. Disposición de los tratamientos en las dos camas de cultivo.	38
Figura 8. Número de flores por planta de jitomate por tratamiento.	39
Figura 9. Número de racimos por planta de jitomate por tratamiento.	40
Figura 10. Racimo con flores.	40
Figura 11. Número de frutos totales por planta de jitomate por tratamiento.	41
Figura 12. Peso del fruto por planta de jitomate por tratamiento.	42
Figura 13. Rendimiento en peso por racimo de las plantas de jitomate, dentro de cada tratamiento.	43
Figura 14. Frutos en maduración.	43
Figura 15. Rendimiento por planta de cada tratamiento.	44
Figura 16. Porcentaje de infestación por nematodos	45
Figura 17. Raíces de la planta de jitomate. a) raíz con protuberancias debido a la presencia de nematodos, b) raíz sana.	45
Figura 18. Diámetro polar de los frutos de jitomate.	47
Figura 19. Diámetro polar del fruto dentro de cada tratamiento.	48
Figura 20. Diámetro polar de los frutos de jitomate.	49
Figura 21. Diámetro ecuatorial del fruto dentro de cada tratamiento.	50

## Lista de Cuadros

Cuadro 1. Resultados del análisis realizado al bocashi	35
Cuadro 2. Atributos de la calidad de la planta de jitomate. Índice de esbeltez (IE), Índice de tallo/raíz (ITR) e Índice de calidad de Dickson (QI).	46
Cuadro 3. Contenido de Nutrientes de jitomate convencional y orgánico.	51
Cuadro 4. Resumen de las variables evaluadas	52
Cuadro 5. Costo de producción del Monocultivo con ME.	53
Cuadro 6. Costo de producción del Policultivo con ME.	54
Cuadro 7. Costo de producción del Policultivo con ME.	55
Cuadro 8. Costo de producción del Policultivo con ME.	56

## 1 Resumen

El uso actual de métodos convencionales en la agricultura, provoca la contaminación y degradación del medio ambiente, por lo que se han buscado alternativas para contrarrestar este daño mediante el uso de insumos orgánicos y asociaciones de plantas. En el presente trabajo se evaluó el rendimiento de un cultivo de jitomate guaje (*Lycopersicon esculentum* Mill.) var. Río grande, al ser asociado con caléndula (*Calendula officinalis* L.) y aplicando a su vez microorganismos eficientes. El diseño experimental, consistió de dos parcelas de 13.2 m de largo por 0.80 m de ancho; cada una se dividió en tres secciones: monocultivo (caléndula), monocultivo (jitomate) y policultivo (jitomate y caléndula); una de las camas se regó con microorganismos eficientes y la otra fue el testigo. La densidad de plantación fue: monocultivo de caléndula 44 plantas; monocultivo de jitomate 22 plantas y policultivo 22 plantas de jitomate y 44 de caléndula. El sustrato en las parcelas fue una mezcla de suelo, bocashi, ceniza, cascarón de huevo y harina de rocas. Las semillas de jitomate se colocaron en una cámara de germinación programada a 24°C, posteriormente se trasplantaron en recipientes con sustrato y cuando alcanzaron una altura de entre 10 y 15 cm fueron colocadas en las parcelas correspondientes. Se utilizaron plantas de caléndula, las cuales se separaron por mata para obtener la densidad de plantación requerida. Quincenalmente se evaluó la altura y el diámetro del tallo. Se evaluó el número de flores, frutos y rendimiento. Se registró la incidencia de plagas y se controlaron por medios ecológicos. El rendimiento del jitomate, se incrementó con la aplicación de microorganismos eficientes en un 39.66 %, la infestación por nemátodos se controló en un 100%, y la caléndula controló la población del áfido negro. El cultivo orgánico del jitomate guaje Río grande, presentó rendimientos satisfactorios para el autoconsumo y mercadeo, bajo la aplicación de microorganismos eficientes en el agua de riego y la asociación con plantas de caléndula.

## 2 Introducción

El jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) es un fruto que contiene una alta cantidad de vitaminas y minerales, posee un bajo valor calórico y un elevado contenido de agua (Ruiz, Vicente, Montañez, Rodríguez y Aguilar, 2012); asimismo pertenece a los de mayor comercialización en todo el mundo, debido a su gran versatilidad, tanto en el consumo fresco del fruto, como de su industrialización (Mondragón, 2007).

Su producción es de suma importancia para el país, siendo la 8ª hortaliza con mayor valor en el territorio, principalmente por la producción de las variedades saladette que representa el 56% del total y del jitomate bola cuya producción alcanza el 14% (SAGARPA, 2010), a nivel mundial México es el principal exportador (Ortega, 2009).

En México, el jitomate se cultiva principalmente, bajo el modelo de la agricultura industrial, destacando los estados de la República como Sinaloa en donde se produce cerca del 50% del total nacional, Michoacán y San Luis Potosí participan con el 15% y 10% respectivamente (SAGARPA, 2010), sin embargo este tipo de producción impacta considerablemente al ambiente, ya que utiliza productos químicos como fertilizantes y plaguicidas, que más que ayudar a obtener una alta producción, perjudican la fertilidad del suelo; además las prácticas de labranza intensiva, monocultivo, utilización de variedades mejoradas, riego y uso de herbicidas, provocan la destrucción de la biodiversidad del planeta.

Actualmente, se vive un estado de crisis, en donde la sostenibilidad de los ecosistemas naturales se está perdiendo, y de seguir bajo este modelo de producción, las generaciones venideras serán gravemente afectadas en su supervivencia. Es importante por tanto trabajar con otro modelo de producción de alimentos que genere un bajo impacto en el ambiente y fomente una alimentación sana, este modelo es conocido como agricultura orgánica o ecológica.

Esta agricultura se caracteriza por no utilizar insumos químicos para la producción, ni variedades mejoradas genéticamente, fomenta el cuidado de la fertilidad del suelo y de la biodiversidad, sus prácticas son la labranza de conservación y labranza cero, policultivos, abonos orgánicos, cultivos de cobertura, abonos verdes, control holístico de plagas y utilización de semillas criollas (Céspedes, 2005).

En los últimos años la agricultura orgánica se ha incrementado en el país, sin embargo la producción de ésta, se exporta en un 85% y el mercado interno aún es muy poco (15%) (Gómez y Gómez, 2004), de aquí la necesidad de generar planes de manejo orgánico que permitan su adopción por productores en conversión y que ofrezcan rendimientos satisfactorios, así como la posibilidad de desarrollar un mercado interno.

Es importante mencionar que en México aún existen en diversas regiones, grupos indígenas y campesinos que practican la agricultura ecológica, la cual se integra de un gran conocimiento tradicional para conservar los recursos naturales como el suelo y la biodiversidad y que han sido la base para el desarrollo de la Agroecología (Altieri, 1999).

Asimismo es necesario desarrollar ecotecias sostenibles, que contribuyan al conocimiento del manejo de recursos locales que con el mínimo gasto energético permitan la producción de alimentos sanos.

Por lo que el objetivo de este trabajo fue realizar un cultivo orgánico de jitomate guaje asociado con caléndula, bajo condiciones de invernadero, con el fin de generar un plan de manejo que permita la producción para autoconsumo y mercadeo de baja escala o para un mercado local.

### 3 Antecedentes

Actualmente existen investigaciones sobre la producción de alimentos en donde se evita usar insumos químicos, de manera que es importante hacer mención de algunos trabajos relacionados con el presente estudio.

Terry, Leyva y Hernández (2005), en su estudio “Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)” evaluaron la efectividad agrobiológica de *Azospirillum sp*, en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de esta hortaliza. Para ello, seleccionaron el género microbiano predominante en la rizósfera del cultivo y posteriormente evaluaron el efecto de su inoculación a partir de la respuesta del cultivo. Obtuvieron como resultados que los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus* y *Streptomyces*, forman parte de la comunidad microbiana de la rizósfera del tomate, en las condiciones estudiadas, y que *Azospirillum* es el género dominante. La inoculación artificial de esa rizobacteria causó un efecto positivo sobre el crecimiento de las plántulas, así como en el estado nutricional de las plantas, con un rendimiento agrícola superior a un 11% con respecto a las plantas testigo.

Muro (2016), en su trabajo titulado “Producción de Jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. Var.CID1), con aplicación de un fermento de frutas como biofertilizante, bajo condiciones de invernadero” planteó una alternativa de producción del cultivo de jitomate basada en la utilización de abonos orgánicos, empleando bocashi como abono principal y fermento de frutas como abono complementario para la producción intensiva de jitomate orgánico, con el fin de mejorar la calidad del fruto, quien concluyó que se puede cultivar jitomate saladette utilizando insumos orgánicos, sin contaminar al ambiente ni dañar a la salud humana.

Márquez, Cano y Rodríguez (2008), en su investigación “Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero” evaluaron sustratos elaborados con mezclas entre compostas, biocomposta y vermicomposta, y sustratos inertes, arena y perlita, a diferentes niveles, bajo condiciones de invernadero. Su experimento se llevó a cabo en Matamoros, Coahuila, México, en las instalaciones del Campo Experimental La Laguna del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), del 1 de octubre 2003 al 30 de marzo de 2004, utilizando el genotipo Bosky. Las mezclas sobresalientes fueron vermicomposta al 50% más arena así como con perlita al 37 y 50% además de biocomposta al 37.5% más perlita, con una media de 91.42 t ha<sup>-1</sup>; es decir, 9.14 veces más, a lo obtenido en producciones de tomate orgánico en campo, sin afectar la calidad de los frutos.

## 4 Marco Teórico

### 4.1 Agricultura convencional

En las últimas décadas, debido al desarrollo tecnológico mejor conocido como Revolución Verde, la agricultura incrementó considerablemente su nivel de producción en más del 100% (Arriaga, 2015).

La agricultura convencional utiliza métodos, técnicas e insumos que pueden provocar contaminación y degradación del suelo, agua, biodiversidad y medio ambiente, así como el uso de productos químicos de síntesis industrial, basada en producir grandes cantidades de alimentos en menos tiempo y espacio, pero con mayor desgaste ecológico (Ortega, 2009).

Entre las prácticas que caracterizan este tipo de producción, las cuales pueden conducir a serios problemas para el ser humano y el ambiente se encuentran la remoción o quemado de residuos de cultivos, aradas y rastreadas continuas, sobrepastoreo, monocultivos, uso de semillas transgénicas, excesivo uso de fertilizantes, uso incorrecto de pesticidas, entre otras (FAO, 2002), lo que provoca deforestación, salinización, desertificación y la pérdida de la biodiversidad, principalmente (SAGARPA, 2015).

Una de las prácticas más utilizadas en la agricultura convencional es la labranza del suelo, considerada una de las operaciones más importantes para crear una estructura favorable del suelo, sin embargo los implementos mecánicos destruyen la estructura del suelo al reducir el tamaño de los agregados, actualmente, los métodos de labranza convencional son la mayor causa de pérdida del suelo y de desertificación en muchos países en desarrollo (FAO, 2002).

### 4.2 Agricultura ecológica

Los crecientes niveles de deterioro de los ecosistemas han obligado a la sociedad a buscar alternativas de producción más amigables con el medio ambiente. La agricultura orgánica y su aplicación de métodos en armonía con el medio ambiente, ha despertado, en nuestro país y en el extranjero, el interés de consumidores, agricultores, técnicos, investigadores y de las instituciones de gobierno (Arriaga, 2015).

La agricultura orgánica es un sistema de producción que trata de utilizar al máximo los recursos de la finca, dándole énfasis a la fertilidad del suelo y la actividad biológica, y al mismo tiempo, a minimizar el uso de los recursos no renovables y no utilizar fertilizantes y plaguicidas sintéticos para proteger el medio ambiente y la salud humana (Andersen, 2003).



Su objetivo es producir alimentos inocuos y de alta calidad procurando la salud ecológica a largo plazo, empleando sistemas de rotación, usando fertilizantes de origen orgánico y energías renovables (Márquez-Hernández *et al.*, 2013).

Un aspecto fundamental a considerar en un sistema de producción orgánica es el manejo de la fertilidad del suelo, a diferencia de la producción convencional, este no intenta suplir los requerimientos de nutrientes del cultivo con fertilizantes solubles, sino que pretende construir fertilidad y mantenerla a largo plazo, es por eso que utiliza varias prácticas como la incorporación de rastrojos en los cultivos, establecimiento de rotaciones de cultivo que consideren leguminosas, abonos verdes, cubiertas vegetales y compostas (Céspedes, 2005).

La producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de plaguicidas y fertilizantes sintéticos, inocuos y con un alto valor nutricional (Márquez *et al.*, 2008).

#### 4.2.1 Abonos orgánicos

Los abonos orgánicos son el material resultante de la descomposición natural de la materia orgánica por acción de los microorganismos presentes en el medio, los cuales digieren los materiales, transformándolos en otros benéficos que aportan nutrimentos al suelo y, por tanto a las plantas que crecen en él (Ramos y Terry, 2014).

El uso de abonos orgánicos es una de las prácticas más importantes de la Agricultura Ecológica, ya que su uso ayuda a recuperar la fertilidad del suelo, se obtienen de la degradación y mineralización de materiales de origen animal y vegetal, los cuales se utilizan para activar e incrementar la actividad microbiana del suelo, mejoran su condición física, incrementan la retención de agua y degradan los nutrientes para que las plantas los asimilen de mejor manera (FONAG, 2010).

Entre los fertilizantes de origen orgánico se encuentran la composta, la lombricomposta, el bocashi, los microorganismos eficientes (ME), entre otros.

##### 4.2.1.1 Microorganismos eficientes (ME)

Los microorganismos eficientes o efectivos (ME) son un producto orgánico, que evita el envenenamiento del planeta, al ser utilizados en la agricultura como fertilizante orgánico, esta tecnología fue desarrollada por el Ingeniero Agrícola Japonés Teruo Higa en la Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón (Callisaya y Fernández, 2017).

Los ME son una combinación de microorganismos beneficiosos de origen natural, sin manipulación genética, presentes en ecosistemas naturales y fisiológicamente compatibles unos con otros (Haro, 2013).

El consorcio está constituido principalmente de bacterias ácido lácticas, levaduras y actinomicetos, los que aplicados al suelo producen vitaminas, ácidos orgánicos, quelatados y antioxidantes (Suchini, 2012), su uso mejora la estructura y fertilidad del suelo, también refuerzan la capacidad de las plantas para extraer nutrientes y mejoran la resistencia de los cultivos a las plagas y las enfermedades (IICA, 2013).

Algunos beneficios de su uso en el cultivo dado por las bacterias del ácido láctico es que suprimen los microorganismos nocivos y mejoran la descomposición de la materia orgánica; en tanto el *Lactobacillus*, promueve la fermentación y la rotura de la lignina y la celulosa, lo que permite una descomposición más rápida de los materiales vegetales, además de prevenir enfermedades como el hongo *Fusarium* (Suchini, 2012).

Desarrollan funciones que, en poco tiempo, terminan por favorecer a los cultivos (FONAG, 2010):

- ❖ Descomponen la materia orgánica: el suelo queda cargado de minerales y muchos otros nutrientes que alimentan a los microorganismos y a los cultivos.
- ❖ Realizan control biológico de patógenos: Los microorganismos benéficos que se multiplican a gran escala, compiten y suprimen patógenos como *Fusarium*, *Phytium* y *Rhizoctonia*.
- ❖ Fijan nitrógeno: Ciertos microorganismos toman el aire en sus células, lo procesan y lo transfieren a las raíces de los cultivos.
- ❖ Regulan el crecimiento de las plantas: Muchos microorganismos elaboran sustancias que estimulan el aumento de la cantidad y el tamaño de las raíces y de otros tejidos y órganos vegetales.
- ❖ Retienen humedad: Esta cualidad les permite a los cultivos tolerar, por más tiempo, condiciones de sequía.

#### 4.2.1.2 Bocashi

Es un abono fermentado a partir de restos de actividades agrícolas (rastreo, cascarilla de arroz, entre otros) los cuales pueden ser utilizados y sustituidos según la disponibilidad que exista en la región (Orozco, 2014).

Su origen se da entre los agricultores japoneses, la palabra bocashi significa “materia orgánica fermentada”, el utilizarlo activa y aumenta la cantidad de microorganismos en el suelo, así como mejora sus características físicas y sule a las plantas con nutrimentos (Ramos y Terry, 2014).

#### 4.2.2 Policultivos

Se llama policultivo al crecimiento en la misma parcela de dos o más cultivos, coincidiendo al menos durante parte del ciclo. Dentro del policultivo existen cuatro tipos de su distribución en el espacio y en el tiempo (Guzmán y Alonso, 2008):

- ❖ Cultivos asociados o mezclados: Crecen dos o más cultivos simultáneamente en la parcela sin un arreglo "ordenado".
- ❖ Cultivos intercalados: Crecen dos o más cultivos alternándose en hileras diferentes.
- ❖ Cultivos en franjas: Crecen dos o más cultivos simultáneamente en distintas franjas de amplitud suficiente para permitir la independencia en el cultivo, pero lo suficientemente juntos para que interactúen agronómicamente. Los policultivos en franjas son los que permiten una mejor mecanización.
- ❖ Cultivos de relevo: Crecen dos o más cultivos simultáneamente durante parte del ciclo de cada uno de ellos; es decir, se solapan.

Entre las características que presentan los policultivos son que requieren menos terreno para producir; esto es, que es mayor la superficie necesaria en un monocultivo para obtener la misma producción que un policultivo. Son capaces de aprovechar mejor otros recursos, como el agua y la luz, que bien se perderían, o bien serían aprovechados por las hierbas (Guzmán y Alonso, 2008). En este sentido, los policultivos son otra forma de rebajar la presencia de hierbas en nuestro cultivo, además que también pueden actuar como mecanismos de defensa frente a las plagas (Altieri, 1999).

### 4.3 Características generales de los cultivos

#### 4.3.1 Jitomate

El jitomate guaje (*Lycopersicum esculentum* Mill.) es una hortaliza originaria de América del sur, particularmente de Perú, Ecuador, Bolivia y Chile, aunque su domesticación fue llevada a cabo en México (SAGARPA, 2010).

##### 4.3.1.1 Clasificación taxonómica

El jitomate es una planta dicotiledónea, perteneciente a la familia *Solanaceae*. Su nombre científico fue dado por Miller en 1788 (Jaramillo, Rodríguez, Guzmán, Zapata y Rengifo, 2007).

De acuerdo a Nuez citado por Muro (2016) la taxonomía del jitomate es la siguiente:

Reino:	Plantae
División:	Angiospermae
Clase:	<i>Dicotiledóneas</i>
Orden:	<i>Solanales (Personatae)</i>
Familia:	<i>Solanaceae</i>
Subfamilia:	<i>Solanoideae</i>
Tribu:	<i>Solaneae</i>
Género:	<i>Lycopersicum</i>
Especie:	<i>Lycopersicum esculentum</i>

### 4.3.1.2 Descripción Botánica

#### 4.3.1.2.1 Semilla

La semilla del jitomate es pequeña, con dimensiones aproximadas de 5×4×2 mm, éstas pueden ser de forma globular, ovalada, achatada, casi redonda, ligeramente alargada, plana, arriñonada, triangular con la base puntiaguda (Jaramillo *et al.*, 2007). Su coloración es amarillenta con matiz grisáceo (INTA, 1999).

La semilla consta de tres partes (INTA, 2004):

- ❖ Embrión: Dará origen a la planta adulta, está constituido por la yema apical, dos cotiledones, el hipocotilo y la radícula.
- ❖ Endospermo: Contiene reservas nutritivas necesarias para el desarrollo del embrión.
- ❖ Testa o cubierta seminal: Está formada por un tejido duro e impermeable, recubierto de vellos, que envuelve y protege al embrión y al endospermo.

Su capacidad germinativa, bajo condiciones óptimas de almacenamiento, se puede mantener por 5-6 años (INTA, 2004).

#### 4.3.1.2.2 Raíz

La raíz está compuesta por una epidermis en donde se ubican pelos absorbentes especializados en tomar agua y nutrientes. En el interior se localizan el córtex y el cilindro central conformado por el xilema, que es el tejido responsable del transporte de los nutrientes desde la raíz hacia las hojas y otros órganos de la planta (Escobar y Lee, 2009).

#### 4.3.1.2.3 Tallo

El tallo principal generalmente tiene un diámetro en la base de 2 a 4 cm, está cubierto por pelos glandulares y no glandulares que salen de la epidermis, sobre el tallo se van desarrollando hojas, tallos secundarios e inflorescencias (Jaramillo *et al.*, 2007).

Presenta tricomas (vellosidades) en la mayor parte de sus órganos y glándulas que segregan una sustancia color verde aromática (Sañudo, 2013).

#### 4.3.1.2.4 Hoja

Hoja compuesta e imparipinada, con foliolos peciolados, lobulados y con borde dentado, en número de 7 a 9 y recubiertos de pelos glandulares. Las hojas se disponen de forma alternativa sobre el tallo (Nuño, 2007).

#### 4.3.1.2.5 Flores

Las flores son hermafroditas, hipogreas y regulares. La flor está formada por un pedúnculo corto, el cáliz es gamosépalo (los sépalos soldados entre sí) y la corola gamopétala. El androceo tiene cinco o más estambres adheridos a la corola con las anteras que forman un tubo. El gineceo presenta de 2-30 carpelos que al desarrollarse darán origen a los lóculos o celdas del fruto (Rodríguez, Tavares y Medina, 2001). Las flores se agrupan en racimos simples ramificados que se desarrollan en el tallo y en las ramas del lado opuesto a las hojas (Jaramillo *et al.*, 2007).

#### 4.3.1.2.6 Fruto

Es una baya que presenta diferente tamaño, forma, color, consistencia y composición, según la variedad. Está constituido por la epidermis o piel, la pulpa, el tejido placentario y las semillas. Internamente los frutos están divididos en lóculos, que pueden ser bi, tri, tetra o pluriloculares. Los frutos maduros pueden ser rojos, rosados o amarillos. En los lóculos se forman las semillas (Jaramillo *et al.*, 2007).

#### 4.3.1.2.7 Hábito de crecimiento

Según Vargas (2005) la planta de jitomate posee dos hábitos de crecimiento: indeterminado y determinado.

Hábito indeterminado: Son plantas de crecimiento vegetativo continuo, su tallo principal puede llegar a medir hasta más de 12 m de largo si es manejado a un solo eje de crecimiento (Nuño, 2007).

Hábito determinado: Son plantas arbustivas, en cada extremo del crecimiento aparece una yema floral. Su tamaño es definido y varía según su cultivar, ya que se pueden encontrar plantas compactas, medianas y largas, en donde para las dos últimas se necesita poner tutores (Nuño, 2007).

#### 4.3.1.3 Requerimientos climáticos

Su cultivo es anual y requiere para su buen desarrollo una temperatura que va entre 18 y 27°C, las temperaturas menores de 10°C afectan la formación de la flor y sobre los 35°C en combinación con baja humedad producirán aborto floral. Necesita una humedad relativa entre 60 y 80%, se puede cultivar en cualquier tipo de suelo, pero lo ideal es un suelo ligeramente ácido, con un pH de 6.2 a 6.81 (SQM, 2006).

#### 4.3.1.4 Fenología

El crecimiento y desarrollo del jitomate comprende cinco etapas (Mondragón, 2007):

- ❖ Germinación que va de la siembra a la nacencia, con duración de 10 a 15 días.
- ❖ Crecimiento que va desde la aparición de las primeras hojas verdaderas a la aparición de los primeros botones florales, con duración de 45 a 75 días.
- ❖ Floración de la aparición de los primeros botones florales al cuajado de los primeros frutos, con duración de 60 a 125 días.
- ❖ Fructificación del cuajado de los primeros frutos a fin del crecimiento de los primeros frutos, con duración de 90 a 175 días.
- ❖ Maduración de fin de crecimiento de los primeros frutos al final de la recolección, con duración de 105 a 215 días.

Después del trasplante se les debe colocar un tutor, esto para evitar que se debiliten por el movimiento ocasionado por viento y por lo tanto también se evita lesionar a las raíces, se debe realizar de manera temprana ya que si se realiza más tarde puede perjudicar el crecimiento de las plantas (FAO, 2013).

Durante el crecimiento de la planta se deben retirar los brotes axilares, cuando tengan entre 3 y 10 cm de altura, no antes ni después, porque se genera un retraso vegetativo o estimula el crecimiento vegetativo de tallos, hojas y raíces. De la misma manera se deben retirar las hojas más viejas, este procedimiento se realiza en la mañana con guantes desechables y se aplica un antibiótico y un cúprico registrado para el cultivo de jitomate, para prevenir el ingreso de enfermedades por las heridas en la planta (FAO, 2013).

#### 4.3.1.5 Plagas

Las principales plagas que afectan al cultivo del jitomate son la mosquita blanca (*Bemisia tabasi*) la cual tanto ninfas y adultos succionan la savia de las plantas (SAGARPA, 2001), el minador de la hoja (*Liriomiza munda*) ataca en la etapa de crecimiento, principalmente en plántula, pulgón verde (*Macrosiphum euphorbiae*) succiona savia, segregando el exceso de azúcar en mielecilla cubriendo el follaje, la araña roja (*Tetranychus urticae*) de igual manera succiona savia, cuando se encuentran presentes, se observa en el haz de las hojas áreas cloróticas, que reducen la actividad fotosintética y el nematodo de la raíz (*Meloidogyne incognita*) produce nódulos que obstruyen los conductos de las raíces e impiden la absorción de nutrientes, lo que implica menor desarrollo de la planta y la aparición de síntomas de marchitez, clorosis y enanismo (Mondragón, 2007).

### 4.3.2 Caléndula

La caléndula (*Calendula officinalis* L.) es una planta medicinal de la familia *Asteraceae* que se cultiva de manera anual, es ampliamente utilizada para remediar o curar muchas afecciones y enfermedades por su amplia acción farmacológica (García, 2012).

#### 4.3.2.1 Requerimientos climáticos

Es una especie poco exigente al tipo de suelo pero crece bien en los de mediana fertilidad y sobre todo en suelos ricos de materia orgánica. La temperatura óptima para su germinación está entre 18 y 24 °C, prefiere climas templados aunque puede resistir heladas y sequías (Acosta de la luz, Rodríguez y Sánchez, 2001).

#### 4.3.2.2 Plagas y enfermedades

En los primeros estadios del cultivo, la planta es atacada por 2 coleópteros de la familia crisomélidos: *Systema basalis Duval* y *Diabrotica balteata Le Conte*, y durante la fase de floración, fundamentalmente al final de este período, por el pulgón rojo (*Aphis sp.*) que puede llegar a perjudicar la cosecha en caso de ataques intensos. También es afectada por los hongos *Cercospora calendulae* Sacc. que produce manchas circulares en las hojas pudiendo ocasionarle defoliación total (Acosta de la luz *et al.*, 2001).

#### 4.3.2.3 Propiedades nematocidas

El control de nematodos se ha basado en el uso de nematocidas químicos provocando efectos adversos a los seres vivos, por lo que se investigan otras alternativas de control que sean ecológicamente benignas y sustentables. Numerosas especies de plantas producen compuestos alelopáticos a través de la volatilización, o de exudación de las raíces (Aballay e Insunza, 2002).

Dentro de la agricultura, la caléndula se puede utilizar para el control de plagas, ya que atrae, debido al colorido de sus flores, insectos benéficos, por lo que puede ser empleada en siembras asociadas, también es una planta antagónica mejor conocida como planta nematocida ya que produce compuestos que evitan la aparición de nematodos en el cultivo (Aballay e Insunza, 2002), intercalada con yerbabuena es excelente para el control de nematodos y moscas blancas (Millán, 2008).

## 5 Planteamiento del problema

En la actualidad la producción de alimentos se lleva a cabo principalmente bajo el modelo de la agricultura convencional provocando pérdida y contaminación del medio ambiente. Por lo que es importante desarrollar ecotecnias sostenibles, que contribuyan al conocimiento del manejo de los recursos locales, permitiendo la producción de alimentos sanos.

El jitomate es uno de los frutos de mayor comercialización a nivel mundial, por lo que su producción de manera orgánica es de gran relevancia, ya que al ser cultivado bajo condiciones de invernadero, utilizando abonos orgánicos, implementado el policultivo y realizando actividades propias de la agricultura orgánica, su producción se puede realizar sin la utilización de productos químicos y prácticas convencionales.

Por lo que este estudio tuvo como finalidad responder a las siguientes preguntas:

- ❖ ¿Se incrementa el rendimiento de jitomate en un policultivo con caléndula?
- ❖ ¿Los microorganismos eficientes reducen la infestación de nematodos en las raíces de las plantas de jitomate?
- ❖ ¿Los microorganismos eficientes incrementan el rendimiento del jitomate?



## 6 Hipótesis

- ❖ El manejo orgánico, producirá frutos de jitomate similares en peso y tamaño a los del cultivo convencional, como consecuencia directa de un adecuado manejo de la fertilidad del suelo, así como del control de plagas.
- ❖ La caléndula en el cultivo intercalar controlará las plagas edáficas y foliares, debido a la presencia de fenoles que sirven como insecticida natural.
- ❖ Por otro lado la aplicación de microorganismos eficientes (ME) suprimirá la aparición de nematodos del genero *Meloidogyne* debido a que el hongo *Trichoderma* presente en la solución de ME es un supresor de los nematodos (Porcuna, 2011).

## 7 Objetivos

### 7.1 Objetivo general

- ❖ Determinar el rendimiento del jitomate guaje asociado con caléndula y la aplicación de microorganismos eficientes

### 7.2 Objetivos particulares

- ❖ Determinar el efecto del cultivo intercalar, en el rendimiento del jitomate guaje.
- ❖ Determinar el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes, en el rendimiento del jitomate guaje.
- ❖ Generar un plan de manejo para el cultivo del jitomate.
- ❖ Determinar el contenido nutrimental del jitomate guaje cultivado bajo el plan de manejo desarrollado, con el fin de determinar su calidad fisiológica.

## 8 Método

### 8.1 Localización del Experimento

El estudio se realizó en un invernadero de diente de cierra ubicado en el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan”, localizado en la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Campo II.



Figura 1. Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan”

## 8.2 Preparación de los abonos orgánicos

### 8.2.1 Preparación de los microorganismos eficientes

Su preparación se desarrolló bajo la ecotecnia propuesta por el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan”, se realizó en dos fases como lo marca Suchini (2012).

#### 8.2.1.1 Fase sólida

Durante esta fase se utilizaron los siguientes materiales:

- ❖ 1.5 kg hojarasca
- ❖ 10 kg de salvado de trigo
- ❖ 10 kg de cascarilla de arroz
- ❖ 2 L de melaza
- ❖ 0.25 L de yogurt
- ❖ 1 L de leche
- ❖ 1 L de microorganismos eficientes
- ❖ 10 L de agua
- ❖ Plástico
- ❖ Bote de 20 L
- ❖ Recipiente de plástico
- ❖ Bote con tapa

Para el mejor manejo e incorporación de los materiales, se colocó un plástico en el suelo, sobre él se incorporaron poco a poco la hojarasca, el salvado de trigo y la cascarilla de arroz hasta obtener una mezcla uniforme.

En un bote con capacidad para 20 L, se disolvió el litro de microorganismos eficientes en 10 L de agua, en otro recipiente de plástico se realizó una mezcla homogénea de melaza, yogurt y leche, la cual se incorporó al bote. Con el uso de regaderas, se incorporó poco a poco la mezcla realizada en el bote, a la encontrada sobre el plástico.

La mezcla obtenida al final, se colocó en un bote, comprimiéndola de tal manera que se evitara dejar aire dentro, posteriormente se selló para impedir el ingreso de aire. El bote se guardó en un lugar fresco y bajo sombra por 30 días.

### 8.2.1.2 Fase líquida

Durante esta fase se utilizaron los siguientes materiales:

- ❖ 5 kg de la mezcla obtenida de la fase sólida
- ❖ 5 L de melaza
- ❖ 4 L de leche
- ❖ Agua
- ❖ Costal
- ❖ Rafia
- ❖ Bote con capacidad de 100 L

Después de 30 días transcurridos, se pesaron 5 kg de la mezcla sólida y se introdujo en un costal, posteriormente se amarró con rafia y se colocó dentro del bote (procurando dejar un tramo largo de rafia por fuera).

Se incorporó la melaza, la leche y agua de tal manera que se llenara el bote. De nueva cuenta el bote se selló para evitar la entrada de aire. Pasados siete días la solución de microorganismos eficientes estuvo lista para su uso.



Figura 2. Solución de microorganismos eficientes

## 8.2.2 Preparación de Bocashi

Su elaboración se realizó con la ecotecnia propuesta por el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan”, utilizando los siguientes insumos para 200 kg:

- ❖ 10 kg de hojarasca
- ❖ 5 kg de salvado de trigo
- ❖ 10 kg de cascarilla de arroz
- ❖ 64 kg de estiércol
- ❖ 8 kg de carbón molido
- ❖ 80 kg de suelo
- ❖ 0.8 kg de levadura en barra
- ❖ 0.5 L de yogurt
- ❖ 8 L de melaza
- ❖ 16 L de microorganismos eficientes
- ❖ Agua

La preparación del bocashi se realizó en un lugar protegido del sol, del viento y de la lluvia para no interferir en el proceso de fermentación. Se extendió un plástico de color negro sobre el suelo, en él se colocó la hojarasca, a la cual se le añadió poco a poco agua, lo suficiente para humedecerla. En un bote de plástico se disolvió la melaza en 50 L de agua, de esta mezcla se tomaron 10 L y con una regadera se agregó a la hojarasca. En un bote con 40 L de agua se disolvió la levadura.

Posteriormente se incorporó el salvado de trigo extendiéndolo uniformemente sobre la hojarasca, se colocó una capa con la mitad de estiércol y una con la mitad de suelo, se añadieron poco a poco 20 L de la dilución de melaza y 20 L de la dilución de levadura, mientras se mezclaba los insumos de manera uniforme. A la mezcla obtenida se añadió la cascarilla de arroz, se colocó el resto de estiércol, suelo y se incorporó el carbón molido. Todos los ingredientes se mezclaron hasta obtener una mezcla totalmente uniforme, se agregaron los microorganismos eficientes y el resto de las diluciones de melaza y levadura.

Por último se realizó el método empírico de la prueba del “puño” que consiste en tomar una muestra del material con la mano, se empuña fuertemente, si sale un hilo de agua continuo, significa que el material contiene más de un 40% de humedad, si gotea intermitentemente, el contenido de humedad es cercano al 40%, si no gotea y al abrir el puño el material permanece moldeado, la humedad está entre un 20 a 30% y por último si al abrir el puño el material se disgrega, se asume que contiene una humedad inferior al 20% (Vargas, 2007). Una vez teniendo una humedad mayor al 40%, se colocó toda la mezcla en forma de pila, cubriéndola en su totalidad por el plástico negro.

### 8.3 Preparación de las camas de cultivo

Se utilizaron dos parcelas de 0.80 m de ancho por 13.2 m de largo. Cada una se preparó realizando un surco por la mitad, colocando 5 kg/m<sup>2</sup> de bocashi y 6 g/m<sup>2</sup> de una mezcla formada por cascarón de huevo, ceniza y harina de rocas (con una proporción 1:1:1), una vez colocado todo, el surco se cubrió con suelo (Ecotecnia desarrollada en el Centro de Capacitación en Agricultura Urbana Ecológica “Chimalxochipan”). Las camas fueron regadas durante dos semanas para su posterior utilización. Se colocó un sistema de riego por goteo constituido por dos mangueras en cada cama.

### 8.4 Germoplasma y germinación de las semillas

Se utilizaron semillas de jitomate tipo guaje var. Río Grande de la empresa “Casa Cobo”.

La cámara de germinación se programó a 24°C, se utilizaron cuatro cajas Petri, las cuales se prepararon con agar bacteriológico. Las semillas se desinfectaron con una decocción de cola de caballo (25 g/L), y se colocaron 25 semillas por cada caja Petri.

Una vez germinadas, se trasplantaron en recipientes, estos contenían suelo y 2 g/m<sup>2</sup> de una mezcla formada por cascarón de huevo, ceniza y harina de rocas (con una proporción 1:1:1). Cuando presentaron entre 10 y 15 cm de altura fueron trasplantadas a la cama de cultivo.

### 8.5 Trasplante a la cama

Cada cama de cultivo se dividió en tres secciones:

- ❖ Monocultivo (caléndula)
- ❖ Policultivo (jitomate y caléndula)
- ❖ Monocultivo (jitomate)

El trasplante se realizó mediante la técnica tresbolillo la cual consiste en que cada planta se sitúa en el vértice de un triángulo equilátero (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2008), para la siembra del jitomate se utilizó un triángulo de 40 cm y para las plantas de caléndula uno de 20 cm.

La densidad de siembra del jitomate fue de 5 plantas/m<sup>2</sup> y en el caso de la caléndula de 10 plantas/m<sup>2</sup>, teniendo un total de 22 plantas de jitomate y 44 plantas de caléndula por tratamiento.

## 8.6 Riego

Desde el momento del trasplante hasta el momento de la floración se agregó un litro de agua por planta de jitomate, posteriormente a partir de la etapa de floración y hasta la recolecta del último racimo se colocaron 2 L de agua por planta.

## 8.7 Tutoreo y Poda

Semanalmente se realizó la eliminación de los brotes axilares (chupones) y la poda de las hojas más viejas utilizando tijeras previamente desinfectadas con alcohol.

El tutoreo se llevó acabo con dos hileras de alambre que se colocaron en la estructura del invernadero, se sujetaron con ganchos metálicos a los que se les amarró cordones de rafia y anillos sujetadores de plástico, colocándolos debajo del peciolo de la primera hoja, de esta manera se sostuvo cada planta (Grupo Latino Editores, s. f.).

## 8.8 Polinización

Una vez que inicio la floración, mediante el empleo de un vibrador electrónico, se llevó a cabo la polinización, esto para facilitar la liberación del polen al estigma y favorecer a la fecundación (Muro, 2016).

## 8.9 Medición de variables de respuesta

### 8.9.1 Germinación del lote de semillas

Se cuantificó cada tres días el porcentaje de semillas germinadas:

$$PG=(n/N) 100$$

Donde:

PG=Porcentaje de semillas

n=número total de semillas germinadas

N=número total de semillas sembradas

### 8.10 Variables morfológicas

Se seleccionaron al azar ocho plantas de jitomate de las 22 colocadas por cada tratamiento. Midiendo quincenalmente las siguientes variables:



### 8.10.1 Altura de la planta

La altura de la planta se midió con un flexómetro, considerando la longitud del tallo desde la base del tallo hasta la yema apical (Ortega-Martínez *et al.*, 2010). Evaluándose quincenalmente hasta la cosecha del quinto racimo.

### 8.10.2 Diámetro del tallo principal

El diámetro del tallo principal se midió a los 5 cm a partir de la superficie del suelo, utilizando un vernier (Ortega-Martínez *et al.*, 2010). Evaluándose quincenalmente hasta la cosecha del quinto racimo.

## 8.11 Variables de rendimiento

### 8.11.1 Número de flores por racimo

Se contaron las flores totales de cada racimo.

### 8.11.2 Número de racimos por planta

El número de racimos por plantas se obtuvo con la sumatoria de los racimos totales presentes en la planta hasta el momento final del experimento.

### 8.11.3 Número de frutos por racimo

Se sumaron los frutos por racimo, del primero al quinto en cada tratamiento.

### 8.11.4 Frutos totales por planta

Los frutos totales por planta se obtuvieron sumando los frutos del racimo 1, 2, 3, 4 y 5 de cada planta.

### 8.11.5 Rendimiento en peso por racimo

Se sumaron todos los pesos de los frutos obtenidos por racimo (kg/racimo) evaluándose solo del primero al quinto.

### 8.11.6 Rendimiento total

Esta variable se determinó mediante la sumatoria del peso de los cinco racimos de los tratamientos por m<sup>2</sup>.

## 8.12 Variables de biomasa

### 8.12.1 Cálculo del índice de esbeltez

Birchler, Rose, Royo y Pardos (1998) mencionan que el índice de esbeltez se obtiene de la relación entre la altura de la planta (cm) y el diámetro del tallo (mm):

Índice de esbeltez (IE)= altura (cm) / diámetro (mm)

### 8.12.2 Índice tallo/raíz

Para determinar esta variable se pesó el tallo y por otro lado la parte radical:

Índice tallo/raíz (ITR)= peso fresco del tallo (g) / peso fresco raíces (g)

### 8.12.3 Índice de calidad de Dickson

El índice de calidad de Dickson se obtuvo con los datos del peso fresco total (g), el coeficiente entre la altura del tallo (mm) con el diámetro del mismo (mm) y el ITR de las plantas evaluadas (Dickson *et al.*, 1960):

$$QI = PST / [(AT/DT) + (ITR)]$$

Donde:

QI= Índice de calidad de Dickson

PST= Peso seco total (g)

AT=Altura del tallo (mm)

DT= Diámetro Tallo (mm)

ITR= Índice Tallo/Raíz

## 8.13 Variables de la calidad externa del fruto

### 8.13.1 Diámetro polar

Se determinó tomando la longitud de la zona del pedúnculo a la zona apical. Realizándose con un vernier (Cardona, 2013).

### 8.13.2 Diámetro ecuatorial

La medición se realizó tomando la longitud de la parte media del fruto. Realizándose la medición con un vernier (Cardona, 2013).

#### 8.14 Variables de la calidad fisiológica del fruto

Se realizó un análisis de tejido vegetal para obtener el contenido nutrimental del fruto.

#### 8.15 Análisis Estadístico

Las variables de respuesta fueron analizadas con un ANOVA completamente al azar, con ocho repeticiones y las medias se compararon por la prueba de diferencia mínima de Tukey-Kramer ( $p \geq 0.05$ ). Los análisis estadísticos se realizaron en el programa NCSS versión 7.

## 9 Resultados

### 9.1 Calidad del abono orgánico

El bocashi presentó valores óptimos de macro y micronutrientes para el cultivo del jitomate, su calidad es buena de acuerdo al Laboratorio Central de Suelos de la Universidad Autónoma Chapingo (Cuadro 1, Anexo 13.1).

Cuadro 1. Resultados del análisis realizado al bocashi

<b>Características</b>	<b>Resultado</b>	<b>Unidades</b>
<i>pH</i>	7.31	---
<i>CE</i>	4.54	dS m <sup>-1</sup>
<i>M. O.</i>	29.09	%
<i>N</i>	1.61	%
<i>P</i>	0.76	%
<i>K</i>	0.97	%
<i>Na</i>	0.56	%
<i>Ca</i>	1.44	%
<i>Mg</i>	0.69	%
<i>CIC</i>	51.2	Cmol(+) kg <sup>-1</sup>
<i>Fe</i>	0.74	%
<i>Cu</i>	34.5	mg kg <sup>-1</sup>
<i>Zn</i>	155.9	mg kg <sup>-1</sup>
<i>Mn</i>	81.2	mg kg <sup>-1</sup>
<i>B</i>	85.54	mg kg <sup>-1</sup>
<i>Dens. Apar.</i>	0.58	g cm <sup>-3</sup>

## 9.2 Germinación del lote de semillas de jitomate

El porcentaje de germinación de las semillas de jitomate, fue de 87% (Figura 3), teniendo un tiempo medio de germinación de 9.75 días.

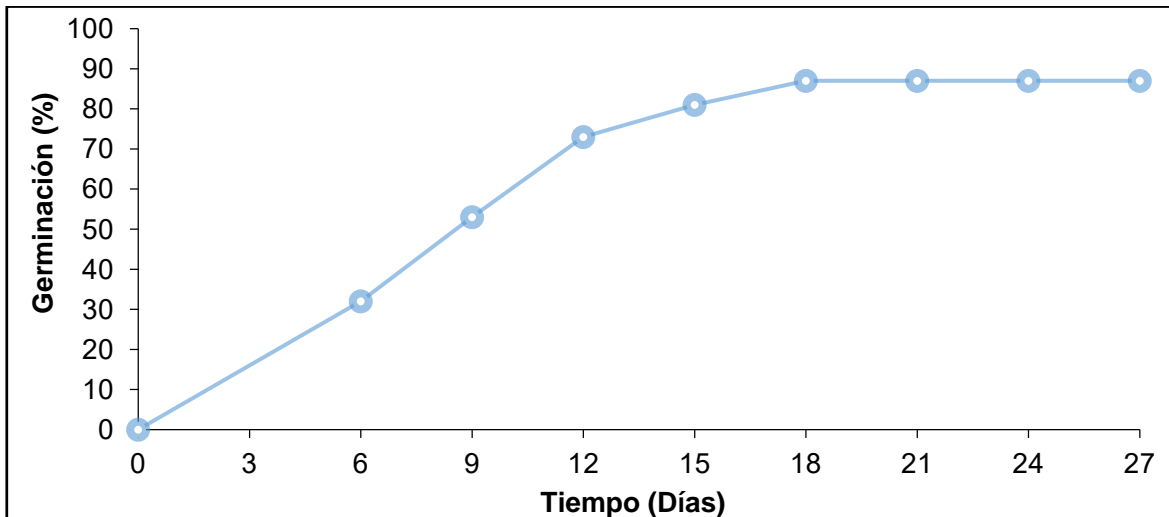


Figura 3. Porcentaje de germinación de las semillas de jitomate guaje.

## 9.3 Germinación del lote de semillas de caléndula

El porcentaje de germinación de las semillas de caléndula, fue de 70% (Figura 4), teniendo un tiempo medio de germinación de 9.10 días.

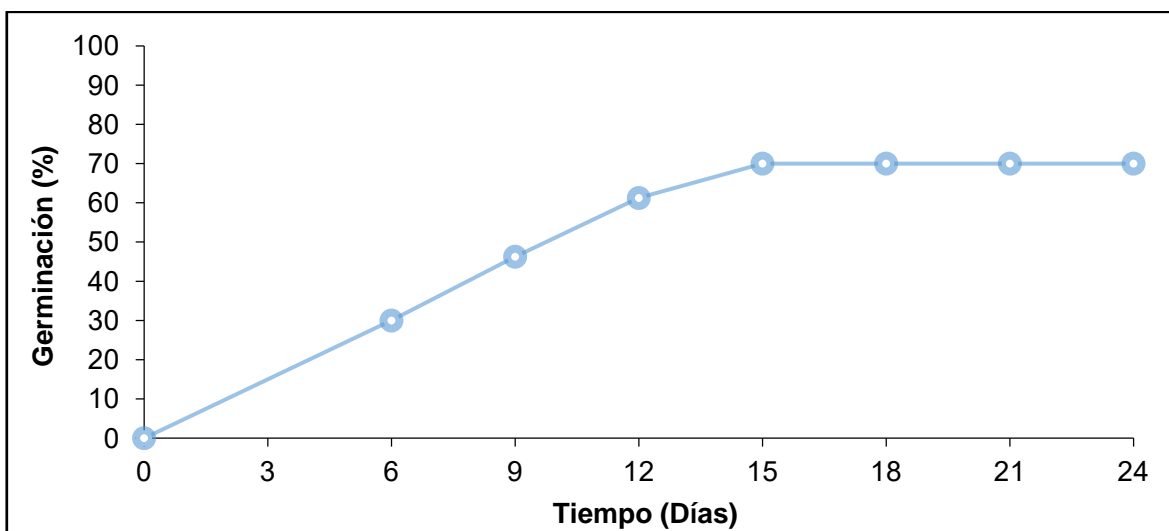


Figura 4. Porcentaje de germinación de las semillas de caléndula

## 9.4 Variables morfológicas

### 9.4.1 Altura de la planta

La altura en las plantas de jitomate (Figura 7) no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) en los tratamientos (Figura 5). La altura de las plantas osciló entre los 80.63 cm y los 93 cm.

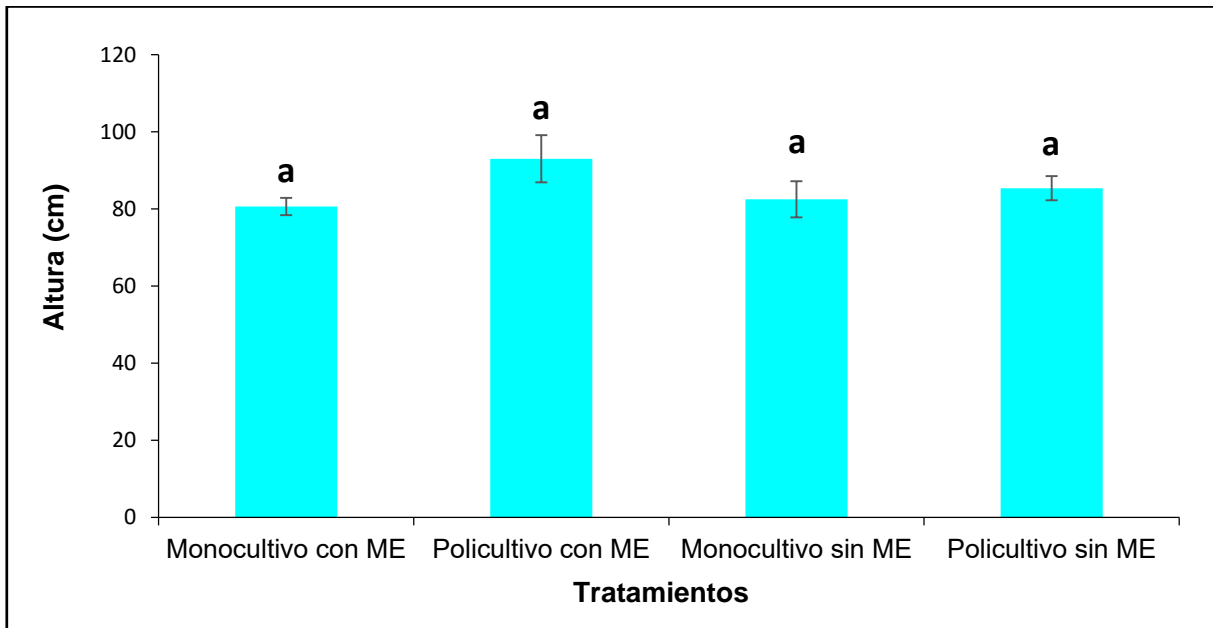


Figura 5. Altura de las plantas de jitomate por tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.

### 9.4.2 Diámetro del tallo principal

No hubo diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) en el diámetro del tallo principal de los tratamientos (Figura 6). Las plantas presentaron un diámetro con valores que oscilaron de 1.28 cm a 1.39 cm.

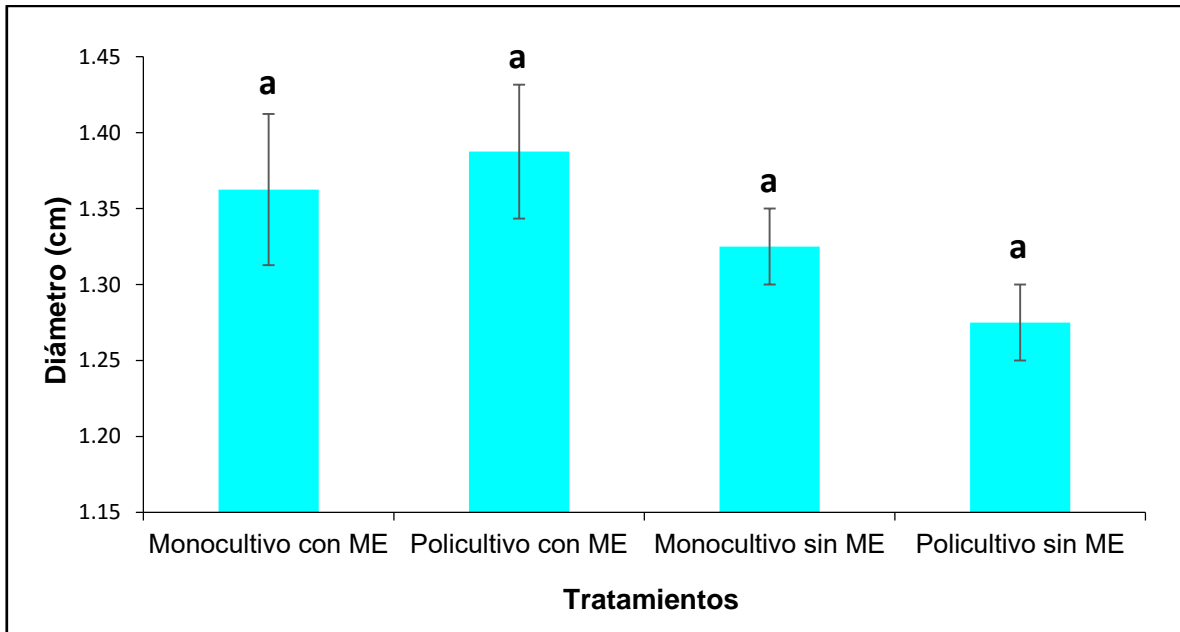


Figura 6. Diámetro del tallo de las plantas de jitomate por tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.



Figura 7. Disposición de los tratamientos en las dos camas de cultivo.

## 9.5 Variables de Rendimiento

### 9.5.1 Número de flores por planta

El número de flores por planta (Figura 10) presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 7), resultando los que contenían aplicación de ME los de mejores resultados tanto para el monocultivo (35.5) y policultivo (33.3). Los tratamientos sin la aplicación de ME tanto en el monocultivo (19.5) y policultivo (22.5) presentaron los menores valores.

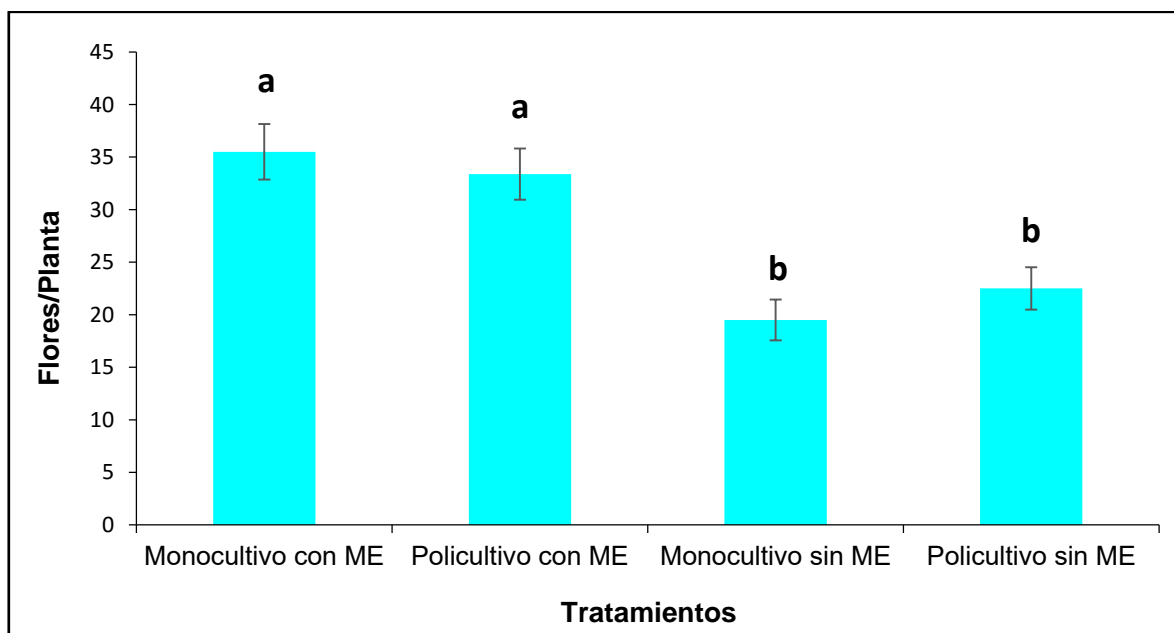


Figura 8. Número de flores por planta de jitomate por tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.

### 9.5.2 Número de racimos por planta

El número de racimos por planta (Figura 10) presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 8), resultando los que contenían aplicación de ME los de mejores resultados tanto para el monocultivo (8) y policultivo (7.6). Los tratamientos sin la aplicación de ME tanto en el monocultivo (4.3) y policultivo (3.8) presentaron los menores valores.



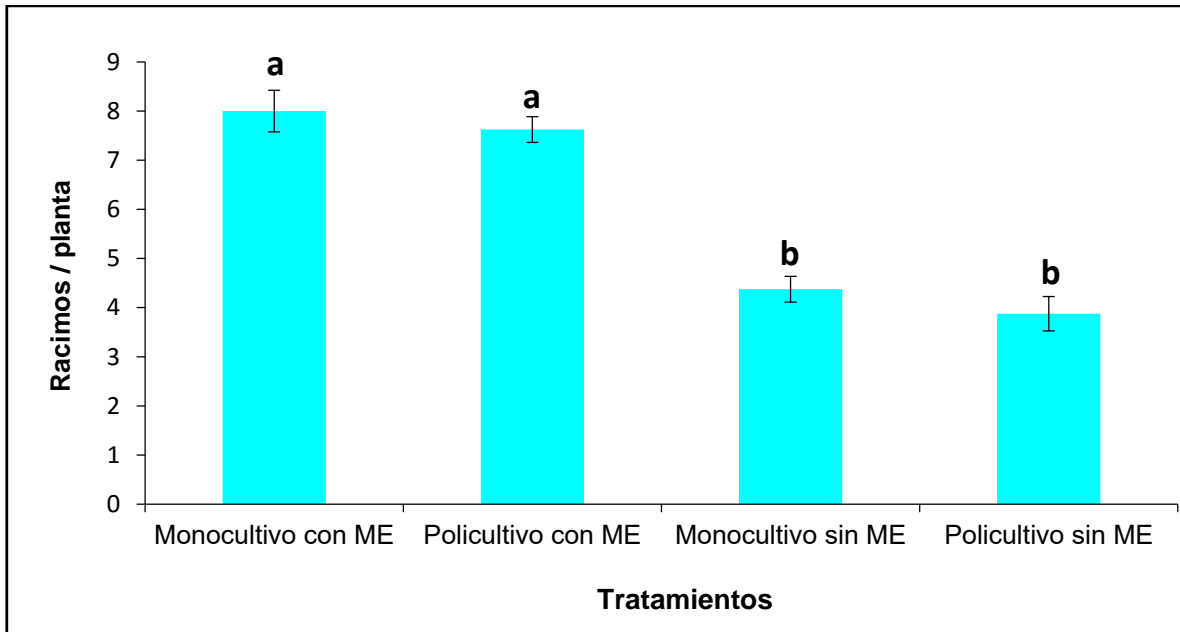


Figura 9. Número de racimos por planta de jitomate por tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.



Figura 10. Racimo con flores.

### 9.5.3 Frutos por planta

El número de frutos por planta (Figura 14) presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 9), resultando los que contenían aplicación de ME los de mejores resultados tanto para el monocultivo (25.8) y policultivo (23). Los tratamientos sin la aplicación de ME tanto en el monocultivo (14.7) y policultivo (16.7) presentaron los menores valores.

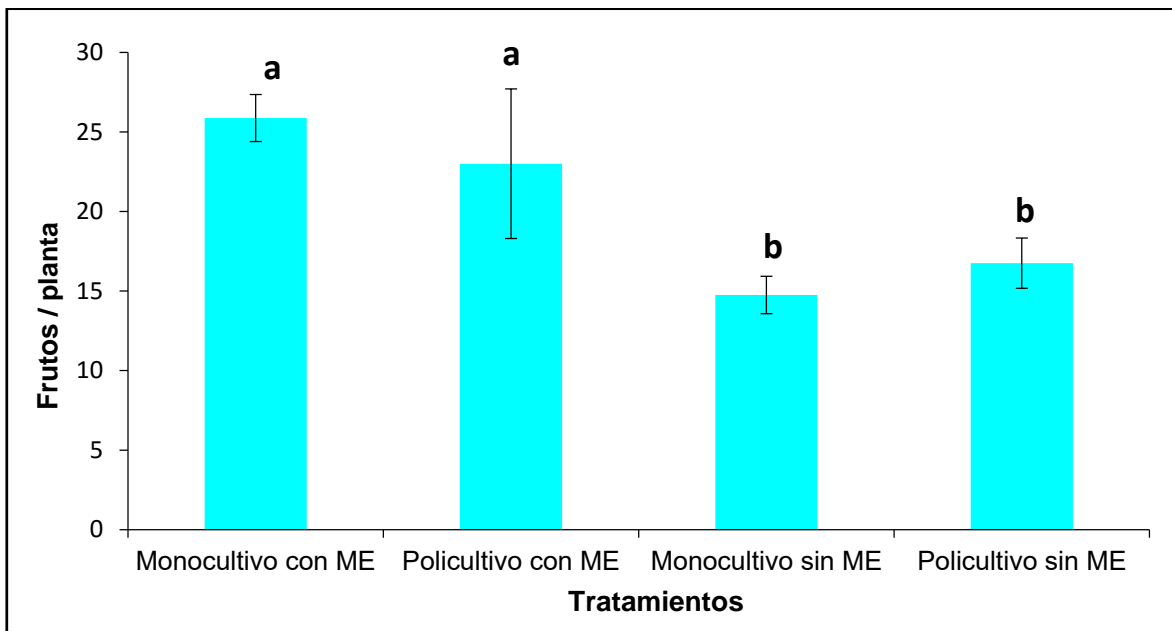


Figura 11. Número de frutos totales por planta de jitomate por tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.

#### 9.5.4 Peso del Fruto

El peso del fruto en las plantas de jitomate no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) en los tratamientos (Figura 10). El peso de los frutos osciló entre los 67.41 y 78.42 gramos.

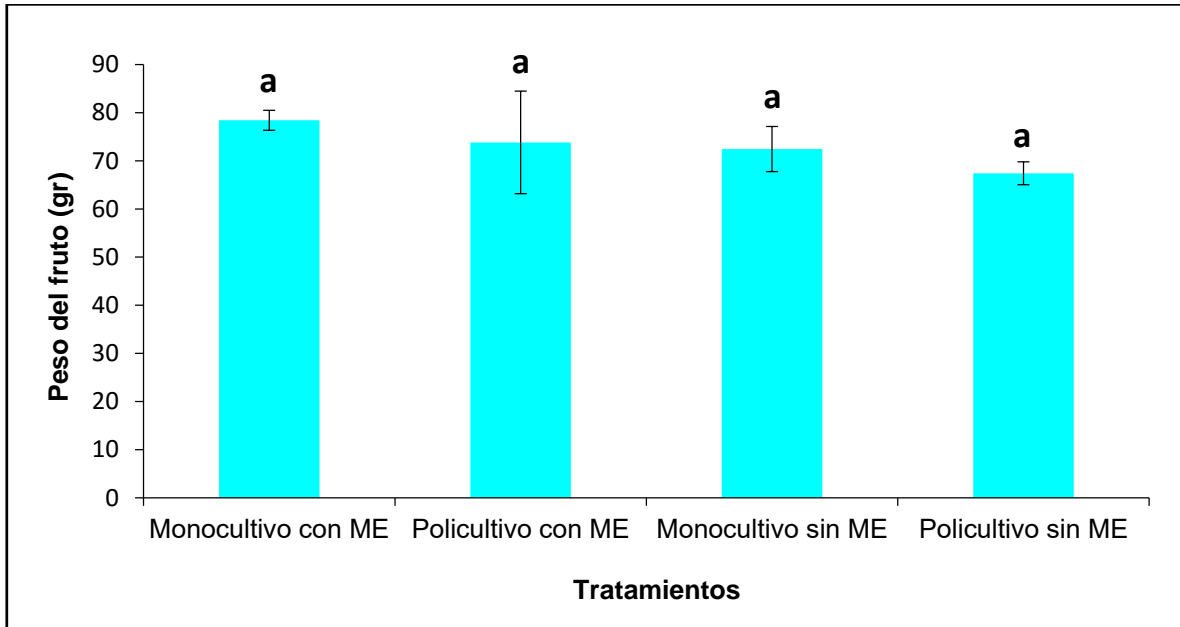


Figura 12. Peso del fruto por planta de jitomate por tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.

#### 9.5.5 Rendimiento en peso de los frutos por racimo

El rendimiento en peso de los frutos por racimo presentó una mayor homogeneidad en el policultivo con ME en donde no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre los racimos (Figura 11).

El peso de los frutos por racimo para los tratamientos de monocultivo con ME, monocultivo sin ME y policultivo sin ME, presentó una mayor heterogeneidad en el peso de los frutos en donde este resultó estadísticamente diferente para los frutos de los diferentes racimos (Figura 11).

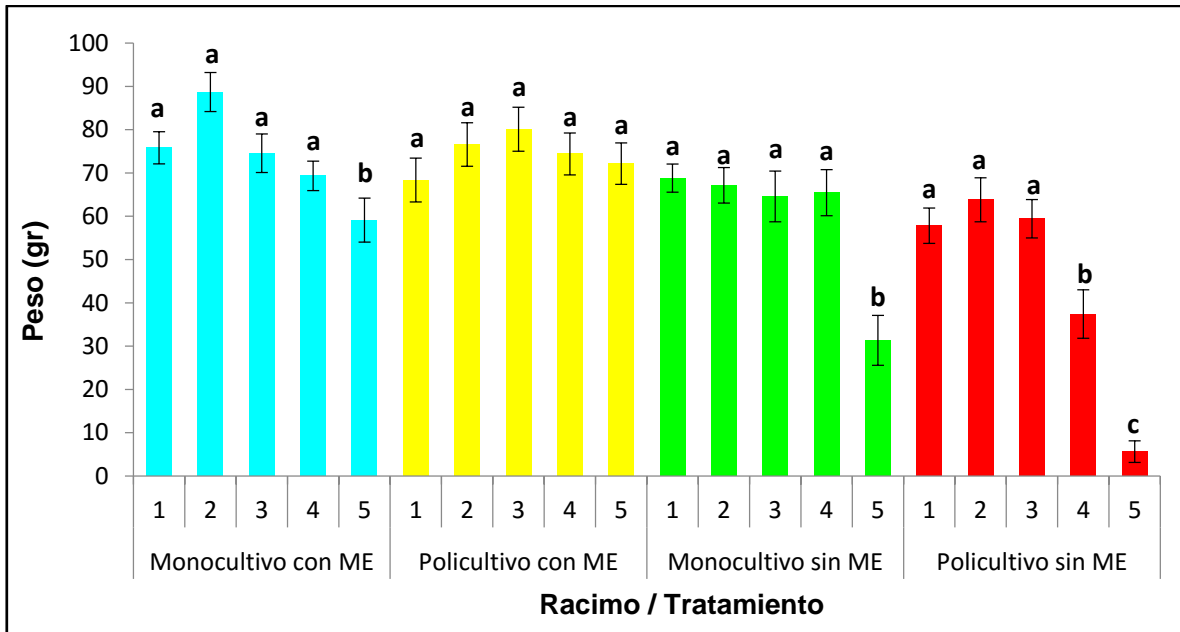


Figura 13. Rendimiento en peso por racimo de las plantas de jitomate, dentro de cada tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.



Figura 14. Frutos en maduración.

### 9.5.6 Rendimiento por planta

El rendimiento por planta de cada tratamiento (Figura 12) no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos del monocultivo y policultivo con ME teniendo un promedio de 1.837 y 1.855 kg respectivamente y el monocultivo sin ME con 1.482 kg por planta. Sin embargo el policultivo sin ME (1.120 kg/planta) presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) con los tratamientos a los que se les aplicó ME. Los tratamientos sin ME no presentaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre sí.

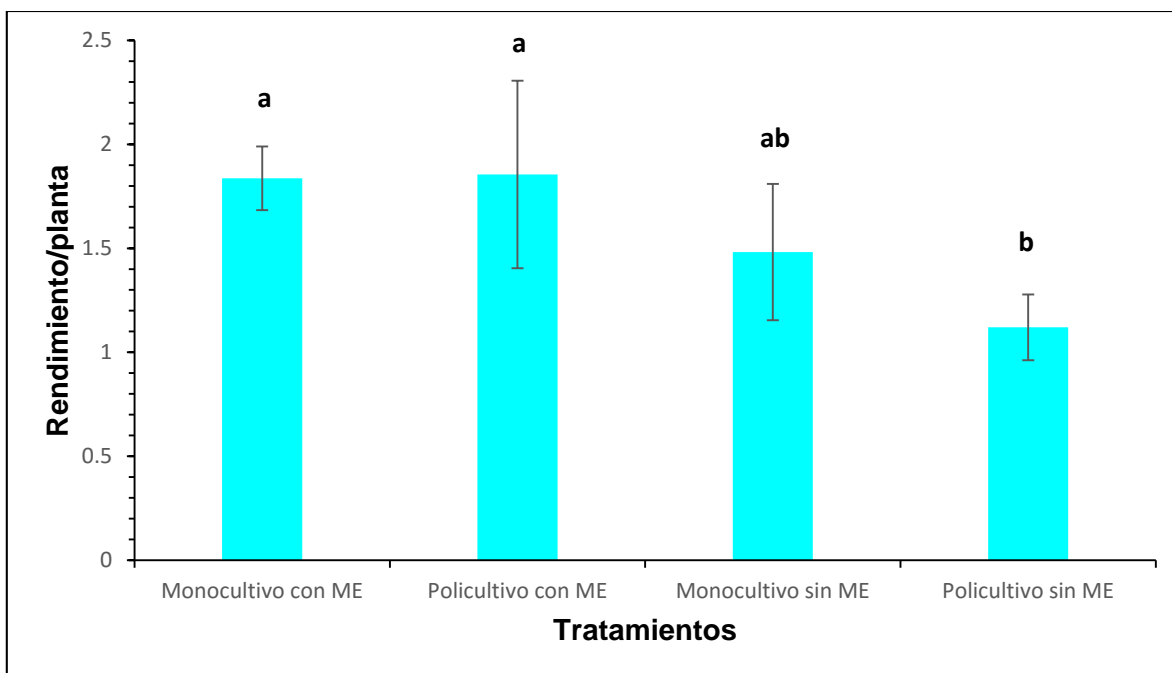


Figura 15. Rendimiento por planta de cada tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ).

### 9.6 Infestación por nematodos

Los tratamientos sin aplicación de ME presentaron nódulos en las raíces (Figura 13), lo cual indica infestación por nematodos, situación contraria en los tratamientos con la aplicación de ME (Figura 17).

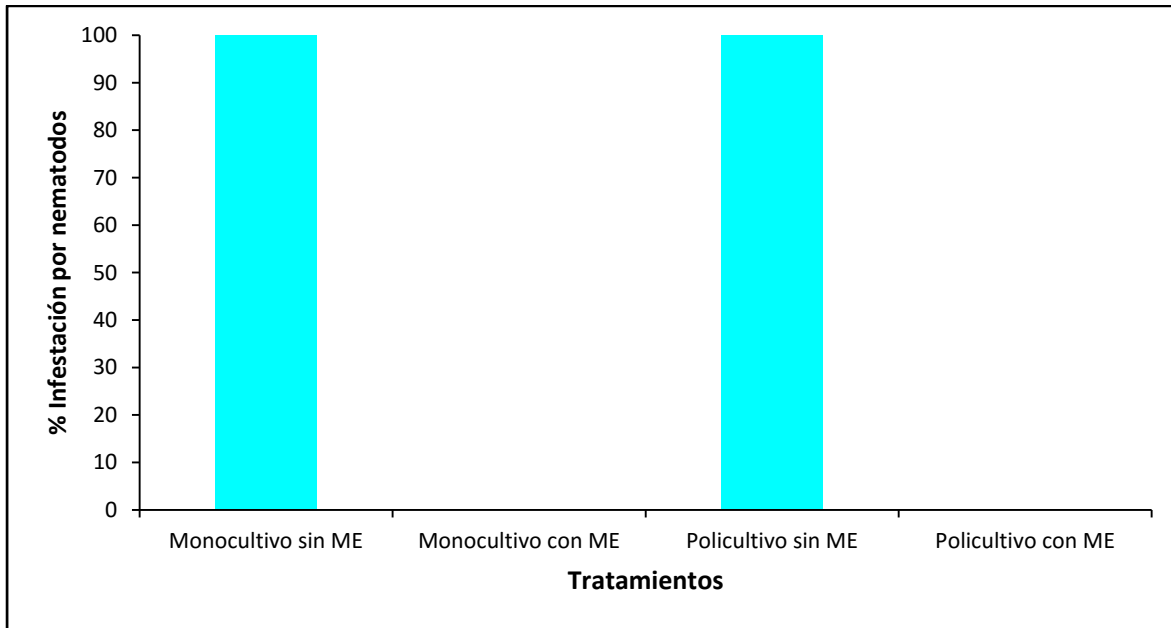


Figura 16. Porcentaje de infestación por nematodos



Figura 17. Raíces de la planta de jitomate. a) raíz con protuberancias debido a la presencia de nematodos, b) raíz sana.

## 9.7 Variables de biomasa

Los siguientes índices se calcularon solamente para los tratamientos de monocultivo sin ME y policultivo con ME.

### 9.7.1 Cálculo del índice de esbeltez

El índice de esbeltez presentó un valor menor en el tratamiento monocultivo sin ME en comparación con el policultivo con ME (Cuadro 2).

### 9.7.2 Índice tallo/raíz

El índice tallo/raíz (Cuadro 2) presentó un valor menor en el monocultivo sin ME (10.45) en comparación del policultivo con ME (22.76).

### 9.7.3 Índice de calidad de Dickson

En el índice de calidad de Dickson, el monocultivo sin ME presentó un valor mayor al compararlo con el policultivo con ME (Cuadro 2).

Cuadro 2. Atributos de la calidad de la planta de jitomate. Índice de esbeltez (IE), Índice de tallo/raíz (ITR) e Índice de calidad de Dickson (QI).

<i>Tratamiento</i>	<i>IE</i>	<i>ITR</i>	<i>QI</i>
<i>Policultivo con ME</i>	6.75	22.76	23.85
<i>Monocultivo sin ME</i>	6.21	10.45	45.69

## 9.8 Variables de la calidad externa del fruto

### 9.8.1 Diámetro polar

El diámetro polar de los frutos de jitomate (Figura 14) presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos.

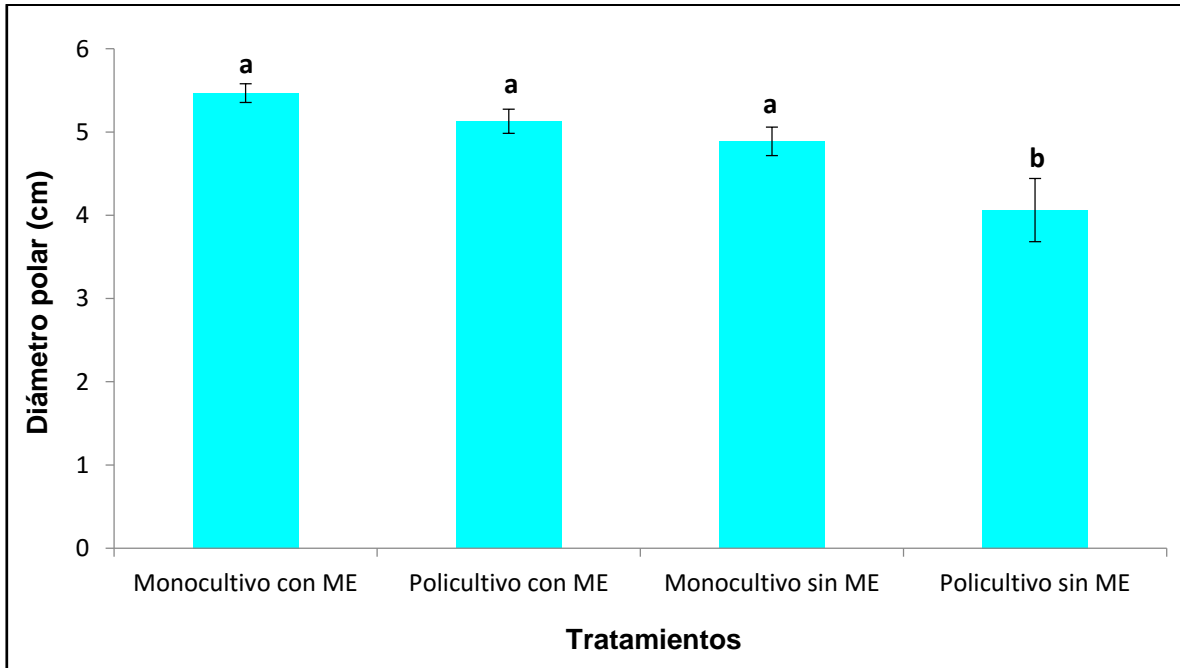


Figura 18. Diámetro polar de los frutos de jitomate. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.



El diámetro polar de los frutos por racimo presentó una mayor homogeneidad en el policultivo con ME en donde no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los racimos (Figura 15).

El diámetro polar de los frutos por racimo para los tratamientos de monocultivo con ME, monocultivo sin ME y policultivo sin ME, presentaron una mayor heterogeneidad en el diámetro polar de los frutos en donde este resultó estadísticamente diferente ( $p \leq 0.05$ ) para los frutos de los diferentes racimos (Figura 15).

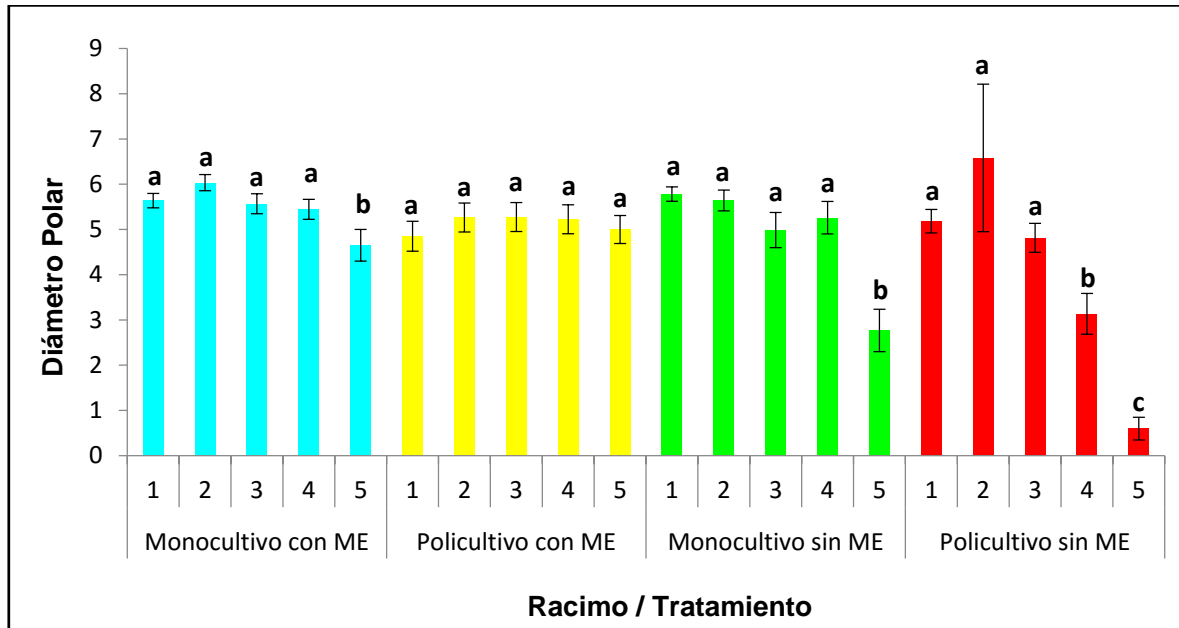


Figura 19. Diámetro polar del fruto dentro de cada tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.

### 9.8.2 Diámetro ecuatorial

El diámetro ecuatorial de los frutos de jitomate presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre los tratamientos (Figura 16).

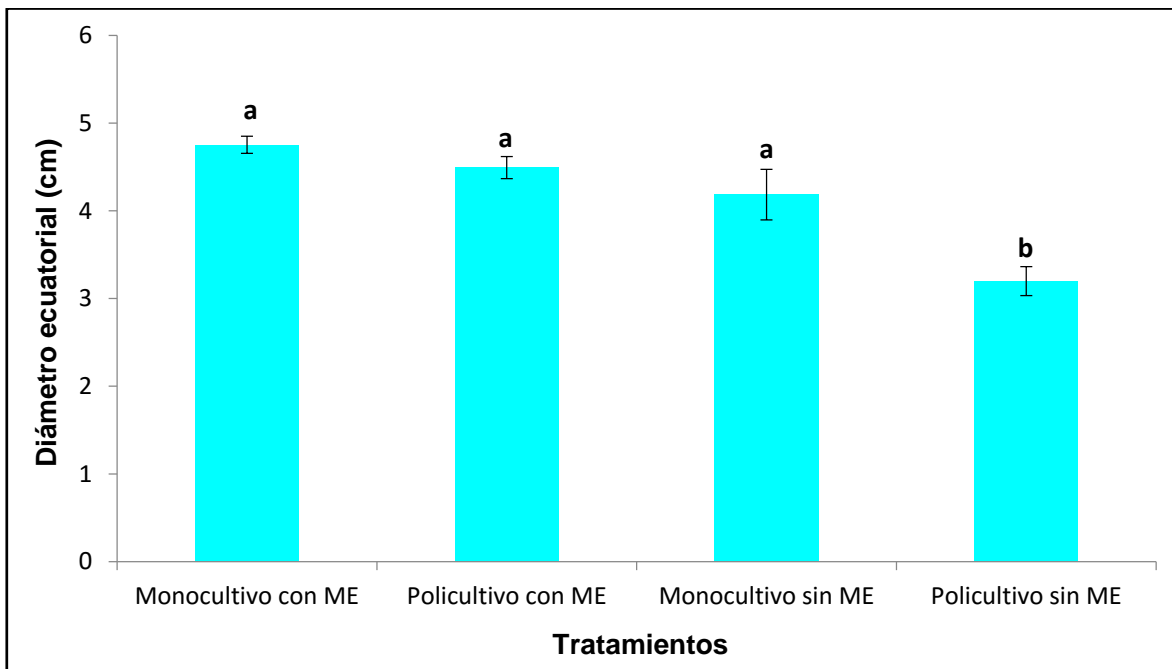


Figura 20. Diámetro polar de los frutos de jitomate. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.

El diámetro ecuatorial de los frutos por racimo presentó una mayor homogeneidad en el monocultivo sin ME y el policultivo con ME en donde no hubo diferencias estadísticas significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre sus racimos (Figura 17).

El diámetro polar de los frutos por racimo para los tratamientos de monocultivo con ME y policultivo sin ME, presentaron una mayor heterogeneidad en el diámetro ecuatorial de los frutos en donde este resultó estadísticamente diferente ( $p \leq 0.05$ ) para los frutos de los diferentes racimos (Figura 17).

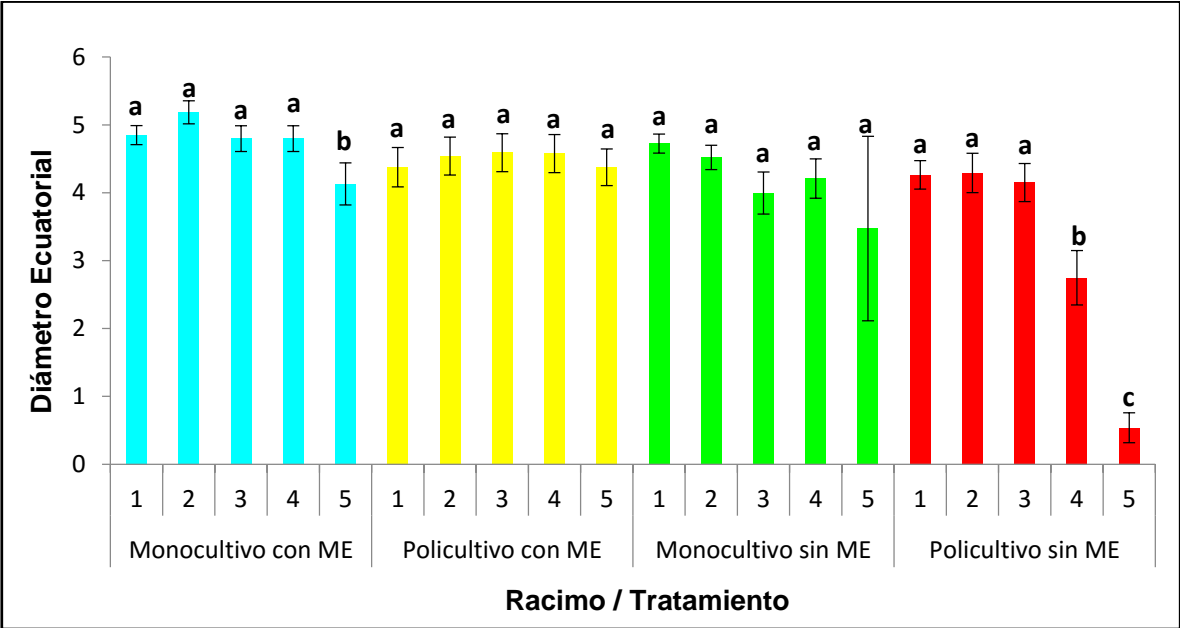


Figura 21. Diámetro ecuatorial del fruto dentro de cada tratamiento. Letras diferentes sobre las barras indican que hay diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \leq 0.05$ ). Las líneas intermedias sobre las barra representan los errores estándar.

## 9.9 Variables de la calidad fisiológica del fruto

### 9.9.1 Análisis de tejido vegetal

El contenido nutrimental del jitomate orgánico presentó valores menores en comparación del fruto convencional (Cuadro 3) en N, P, K, Fe, Cu, Zn, Mn y B, se observó que el jitomate orgánico presentó valores mayores en Ca y Mg (Análisis realizados en el Departamento de Suelos del Laboratorio Central Universitario UACH) (Anexo 13.2 y 13.3).

Cuadro 3. Contenido de Nutrientes de jitomate convencional y orgánico.

<i>Jitomate</i>	<i>N %</i>	<i>P %</i>	<i>K %</i>	<i>Ca %</i>	<i>Mg %</i>
<i>Convencional</i>	2.66	0.56	4.33	0.55	0.22
<i>Orgánico</i>	2.59	0.39	2.87	1.13	0.42

<i>Jitomate</i>	<i>Fe mg Kg<sup>-1</sup></i>	<i>Cu mg Kg<sup>-1</sup></i>	<i>Zn mg Kg<sup>-1</sup></i>	<i>Mn mg Kg<sup>-1</sup></i>	<i>B mg Kg<sup>-1</sup></i>
<i>Convencional</i>	215.68	24.13	55.78	88.91	80.85
<i>Orgánico</i>	108.00	9.31	48.2	52.84	48.06

Cuadro 4. Resumen de las variables evaluadas

<i>Variables</i>	<i>Tratamientos</i>			
	Monocultivo con ME	Policultivo con ME	Monocultivo sin ME	Policultivo sin ME
<i>Altura (cm)</i>	80.63 ± 2.25	93.00 ± 6.11	82.50 ± 4.69	85.38 ± 3.11
<i>Diámetro del tallo (cm)</i>	1.36 ± 0.05	1.39 ± 0.04	1.33 ± 0.02	1.28 ± 0.02
<i>Número de flores por planta</i>	35.50 ± 2.64	33.30 ± 2.43	19.5 ± 1.93	22.5 ± 2.01
<i>Número de racimos por planta</i>	8.00 ± 0.42	7.63 ± 0.26	4.38 ± 0.26	3.88 ± 0.35
<i>Frutos por planta</i>	25.88 ± 1.48	23.00 ± 4.70	14.75 ± 1.17	16.75 ± 1.57
<i>Peso del fruto</i>	78.42 ± 2.06	73.83 ± 10.64	72.45 ± 4.67	67.41 ± 2.36
<i>Rendimiento por planta</i>	1.83 ± 153.16	1.85 ± 451.38	1.48 ± 328.87	1.12 ± 158.23
<i>Infestación por nematodos (%)</i>	100	100	0	0
<i>Diámetro polar (cm)</i>	5.84 ± 0.04	5.16 ± 0.74	5.97 ± 0.14	5.58 ± 0.12
<i>Diámetro ecuatorial (cm)</i>	5.07 ± 0.07	4.50 ± 0.64	4.82 ± 0.13	4.84 ± 0.06

## 9.10 Costos de producción

### 9.10.1 Monocultivo con ME

El costo para producir 22 plantas de jitomate en un monocultivo con ME (Cuadro 5) es de 626.76 pesos. Por lo que para producir una planta se necesitan \$28.48 pesos, si en promedio cada una genera 1.83 kg de jitomate, el costo por kilo resulta de \$15.56 pesos. Actualmente el costo de un kilo orgánico es de \$30 pesos, por lo que la producción de un monocultivo con ME es rentable, con una ganancia de \$14.44.

Cuadro 5. Costo de producción del Monocultivo con ME.

<i>Insumos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Precio unitario</i> \$ M.N	<i>Costo Total</i> \$ M.N.
<i>Semillas</i>	25	Pza.	0.12	3.12
<i>Almacigo</i>	1	Pza.	10.00	10.00
<i>Vasos unisel</i>	22	Pza.	0.50	11.00
<i>Suelo</i>	2.725	kg	0.50	1.36
<i>Bocashi</i>	2.725	kg	3.18	8.66
<i>Roca fosfórica + ceniza + cascarón de huevo</i>	22	Porción	5.00	110.00
<i>Aporque 1 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 2 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 3 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>ME</i>	104	L	2.50	260.00
<i>Agua de lluvia</i>	156	L	0	0
<i>Infusión de hierbabuena</i>	10	L	3.00	30.00
<i>Toronja</i>	1.5	kg	20.00	30.00
<i>Algodón</i>	1	Pza.	25.00	25.00
<i>Mano de obra</i>	9.75	hr	11.00	107.25
<i>Total</i>				626.76

### 9.10.2 Policultivo con ME

El costo para producir 22 plantas de jitomate en un policultivo con ME (Cuadro 6) es de 846.763 pesos. Por lo que para producir una planta se necesitan \$38.48 pesos, si en promedio cada una genera 1.85 kg de jitomate, el costo por kilo resulta de \$20.80 pesos. Actualmente el costo de un kilo orgánico es de \$30 pesos, por lo que la producción de un policultivo con ME es rentable, con una ganancia de \$9.19 pesos.

Cuadro 6. Costo de producción del Policultivo con ME.

<i>Insumos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Precio unitario \$ M.N</i>	<i>Costo Total \$ M.N.</i>
<i>Semillas</i>	25	Pza.	0.12	3.12
<i>Almacigo</i>	1	Pza.	10.00	10.00
<i>Vasos unice1</i>	22	Pza.	0.50	11.00
<i>Suelo</i>	2.725	kg	0.50	1.36
<i>Bocashi</i>	2.725	kg	3.18	8.66
<i>Roca fosfórica + ceniza + cascarón de huevo</i>	22	Porción	5.00	110.00
<i>Aporque 1 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 2 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 3 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>ME</i>	104	L	2.5	260.00
<i>Agua de lluvia</i>	156	L	0	0
<i>Planta de caléndula</i>	44	Pza.	5.00	220.00
<i>Infusión de hierbabuena</i>	10	L	3.00	30.00
<i>Toronja</i>	1.5	kg	20.00	30.00
<i>Algodón</i>	1	Pza.	25.00	25.00
<i>Mano de obra</i>	9.75	hrs	11.00	107.25
<i>Total</i>				846.76

### 9.10.3 Monocultivo sin ME

El costo para producir 22 plantas de jitomate en un monocultivo sin ME (Cuadro 7) es de 366.763 pesos. Por lo que para producir una planta se necesitan \$16.67 pesos, si en promedio cada una genera 1.48 kg de jitomate, el costo por kilo resulta de \$11.26 pesos. Actualmente el costo de un kilo orgánico es de \$30 pesos, por lo que la producción de un monocultivo con ME es rentable, con una ganancia de \$18.73 pesos.

Cuadro 7. Costo de producción del Policultivo con ME.

<i>Insumos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Precio unitario \$ M.N</i>	<i>Costo Total \$ M.N.</i>
<i>Semillas</i>	25	Pza.	0.12	3.12
<i>Almacigo</i>	1	Pza.	10.00	10.00
<i>Vasos unice1</i>	22	Pza.	0.50	11.00
<i>Suelo</i>	2.725	kg	0.50	1.36
<i>Bocashi</i>	2.725	kg	3.18	8.66
<i>Roca fosfórica + ceniza + cascarón de huevo</i>	22	Porción	5.00	110.00
<i>Aporque 1 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 2 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 3 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Agua de lluvia</i>	156	L	0	0
<i>Infusión de hierbabuena</i>	10	L	3.00	30.00
<i>Toronja</i>	1.5	kg	20.00	30.00
<i>Algodón</i>	1	Pza.	25.00	25.00
<i>Mano de obra</i>	9.75	hr	11.00	107.25
<i>Total</i>				366.76



#### 9.10.4 Policultivo sin ME

El costo para producir 22 plantas de jitomate en un monocultivo sin ME (Cuadro 8) es de 586.763 pesos. Por lo que para producir una planta se necesitan \$26.67 pesos, si en promedio cada una genera 1.12 kg de jitomate, el costo por kilo resulta de \$23.81 pesos. Actualmente el costo de un kilo orgánico es de \$30 pesos, por lo que la producción de un policultivo con ME es rentable, con una ganancia de \$6.18 pesos.

Cuadro 8. Costo de producción del Policultivo con ME.

<i>Insumos</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Unidad</i>	<i>Precio unitario \$ M.N</i>	<i>Costo Total \$ M.N.</i>
<i>Semillas</i>	25	Pza.	0.12	3.12
<i>Almacigo</i>	1	Pza.	10.00	10.00
<i>Vasos unicol</i>	22	Pza.	0.50	11.00
<i>Suelo</i>	2.725	kg	0.50	1.36
<i>Bocashi</i>	2.725	kg	3.18	8.66
<i>Roca fosfórica + ceniza + cascarón de huevo</i>	22	Porción	5.00	110.00
<i>Aporque 1 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 2 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Aporque 3 Bocashi + Suelo (1:1)</i>	22	Porción	0.46	10.12
<i>Agua de lluvia</i>	156	L	0	0
<i>Planta de caléndula</i>	44	Pza.	5.00	220.00
<i>Infusión de hierbabuena</i>	10	L	3.00	30.00
<i>Toronja</i>	1.5	kg	20.00	30.00
<i>Algodón</i>	1	Pza.	25.00	25.00
<i>Mano de obra</i>	9.75	hr	11.00	107.25
<i>Total</i>				586.76

## 10 Discusión

### 10.1 Calidad del abono orgánico

El Bocashi resultó de buena calidad de acuerdo a los análisis realizados en el Departamento de Suelos del Laboratorio Central Universitario UACH (Anexo 13.1). El bocashi presentó un pH adecuado, debido a que se encuentra en un rango aceptable para compostas que es de 6.5 a 8.0, posee una CE menor a 4 dS/m por lo que la composta no tiene problemas de salinidad, respecto a la materia orgánica es necesario tener como mínimo 25%, por lo que el bocashi tiene un mayor contenido, tiene un CIC de 52.2 Cmol<sub>(+)</sub>/kg mayor a lo recomendado, lo cual contribuirá a la retención de humedad y de nutrientes, presentó una relación baja de C/N lo que aportó nitrógeno aprovechable, de forma rápida y sostenida. Respecto al contenido de nutrimentos posee una baja cantidad de N-P-K y tiene un contenido aceptable de micronutrientes.

### 10.2 Germinación del lote de semillas

El tiempo medio de germinación de las semillas de jitomate var. Río Grande utilizadas fue de 9.75 días. Mondragón (2007), refiere que la duración desde la siembra hasta la emergencia va de los 10 a 15 días, lo cual concuerda con el tiempo medio obtenido. El porcentaje de germinación del lote utilizado fue de 87%, en el estudio realizado por Estrada (2010), su tratamiento testigo obtuvo un porcentaje de germinación de 80.4% para la misma variedad Río grande con crecimiento determinado.

En relación a la germinación de la caléndula, esta tardó un tiempo promedio de 9.1 días. García (2012), menciona que la caléndula germina entre 6 y 10 días, por lo que las semillas utilizadas, germinaron dentro de los intervalos de tiempo citado en la literatura.

### 10.3 Altura y Diámetro del tallo

La altura de las plantas de jitomate variedad Río Grande de crecimiento determinado no presentó diferencias estadísticas ( $p \geq 0.05$ ) entre tratamientos. Alcanzaron una altura promedio de 80.63 a 93 cm, Palacios, Gutiérrez, Cabrera y Díaz (1997) refieren que esta variedad de jitomate puede alcanzar una longitud de 90 cm, lo cual concuerda con la altura de las plantas utilizadas.

En su estudio realizado bajo los principios de la agricultura orgánica, López (2017) utilizó semillas de jitomate tipo saladette variedad Río grande, bajo condiciones de invernadero, las plantas obtenidas alcanzaron una altura máxima de 89.9 cm y el tratamiento que obtuvo menor altura fue de 60.8 cm, las cuales al igual que el

presente estudio no presentaron diferencias estadísticamente significativas, por lo que la altura obtenida en el presente trabajo es similar.

El diámetro del tallo principal no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre los tratamientos, con valores entre los 1.28 cm a 1.39 cm. Según la OPIC (2013), la planta de jitomate con fertilización convencional puede presentar un tallo con un grosor de 0.9 a 1.2 cm, por lo que el diámetro del tallo de las plantas del presente trabajo coinciden con lo antes mencionado. Sin embargo Rodríguez *et al.* (1984) mencionan que el tallo puede tener un grosor hasta de 2.5 cm, para lo cual menciona que una planta con tallo delgado formará frutos pequeños.

#### 10.4 Flores por planta

El número de flores obtenidas por planta en cada tratamiento, presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ), siendo la aplicación de ME favorable en la producción de flores, demostrando que el uso de estos microorganismos en el cultivo promueve la floración, lo que concuerda con Arias (2010). Ortega-Martínez *et al.* (2010) mencionan que un mayor número de flores puede deberse a una mejor absorción de nutrimentos.

Ríos (2017), refiere que uno de los efectos del uso de ME en los cultivos, es el promover la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.

Lampkin (2001), menciona que los microorganismos del suelo juegan un papel fundamental en el mantenimiento de su fertilidad. Los microorganismos edáficos descomponen los restos orgánicos vegetales para liberar su energía y sus nutrientes en forma de iones inorgánicos, que pueden asimilar las plantas y, que todo tipo de vida en el suelo como macroorganismos (termitas, escarabajos, hormigas, ácaros, nematodos, caracoles, lombrices, ciempiés y milpiés) y los microorganismos (amplio abanico de bacterias, hongos y actinomicetos) son importantes para el reciclaje de nutrientes y de la materia orgánica, y para muchos de los procesos de descomposición química que se producen en el suelo, por lo que los tratamientos con ME en este trabajo promovieron la liberación de nutrientes necesarios para el crecimiento y floración óptima del jitomate, en comparación a los tratamientos sin ME.

#### 10.5 Frutos por planta

El número de frutos por planta presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre los tratamientos con y sin ME. Arias (2010), refiere que el uso de los ME promueve la fructificación, lo que concuerda con lo antes descrito. Por otro lado, Méndez (2008), menciona que los jitomates producen más frutos cuando se intercalan con caléndula, pues el olor de las flores y hojas de la misma en floración actúa como excelente repelente de insectos en general. Escalante (1989) dice que

a mayor tamaño de fruto se tiene menor número de frutos, debido a que la planta puede asimilar fotosintatos que favorezcan el aumento de frutos.

## 10.6 Peso del fruto

El peso del fruto no presentó diferencias estadísticas significativas ( $p \geq 0.05$ ) entre los tratamientos, los cuales pesaron en promedio entre los 67.41 y 78.42 gramos. Palacios *et al.* (1997), mencionan que los frutos de esa variedad de jitomate, pesan en promedio 88 gramos, por lo cual, el peso de los frutos obtenidos en los tratamientos está por debajo de lo registrado. Sin embargo al observar el peso de frutos por racimo, se puede apreciar heterogeneidad en los tratamientos sin ME y monocultivo con ME, siendo el policultivo con aplicación de ME, el único tratamiento que no presentó diferencias estadísticamente significativas en el peso de los frutos de sus cinco racimos.

## 10.7 Rendimiento por planta

El rendimiento por planta de cada tratamiento con ME fue de 1.837 kg en el monocultivo y 1.855 kg en el policultivo, los cuales no presentaron diferencias estadísticamente significativas, al igual que el monocultivo sin ME (1.482 kg/planta). El policultivo sin ME (1.120 kg/planta) presentó diferencias estadísticamente significativas con los tratamientos a los que se les aplicó ME y al compararlo con el monocultivo sin ME no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre sí.

El rendimiento total por tratamiento fue mayor en el monocultivo y policultivo con aplicación de ME, obteniendo promedios de 4.17 y 4.21 kg/m<sup>2</sup> respectivamente, los tratamientos sin ME presentaron un rendimiento de 3.36 kg/m<sup>2</sup> en el monocultivo y 2.54 kg/m<sup>2</sup> en el policultivo. Palacios *et al.* (1997) mencionan que el rendimiento de esta variedad es de 25 ton/ha, por lo cual al convertir los resultados en estas unidades, los tratamientos sin ME concuerdan con lo antes descrito ya que produjeron entre 33.6 y 25.4 ton/ha en monocultivo y policultivo respectivamente; sin embargo el rendimiento de los tratamientos con aplicación de ME fue de 41.7 y 42.1 ton/ha en el monocultivo y policultivo respectivamente, por lo que la aplicación de ME en el cultivo intercalar incrementó el rendimiento del jitomate en un 39.66%, y en el monocultivo en un 19.42%.

López (2017), obtuvo un menor rendimiento en la producción de la misma variedad Río Grande, al compararlo con los resultados del presente estudio, teniendo como rendimiento máximo 23.63 ton/ha y como mínimo 17.25 ton/ha, por lo que en este estudio se presentó un mejor rendimiento.

Higa y Parr (1994) mencionan que algunos beneficios de aplicar ME en los cultivos son mejorar física, química y biológicamente el ambiente de los suelos, suprimiendo los patógenos y plagas que promueven enfermedades, aumentan la capacidad

fotosintética de los cultivos e incrementan la eficacia de la materia orgánica como fertilizante, lo cual como consecuencia, incrementa el rendimiento y la calidad de los cultivos.

Meco, Lacasta y Moreno (2011), refiere que uno de los efectos del uso de ME sobre el desarrollo de los cultivos es generar un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistemática de los cultivos a enfermedades y como efecto en la microbiología del suelo es suprimir o controlar las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia, incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos mejoren. De la misma manera señala que las bacterias ácido lácticas contenidas dentro de los ME, reducen las poblaciones de nematodos y controlan la propagación y diseminación de *Fusarium*, mejorando así el medio ambiente para el crecimiento de los cultivos.

Cabe mencionar que los tratamientos sin ME presentaron nematodos, los cuales producen abultamientos, agallas o nódulos en las raíces, lo que puede reducir severamente los rendimientos (Van Haeff, 2008), por lo que en este trabajo, esto pudo presentarse y ser un factor que provocó su bajo rendimiento al comparar el rendimiento con los tratamientos con ME.

## 10.8 Variables de biomasa

### 10.8.1 Índice de esbeltez, índice tallo/raíz e índice de calidad de Dickson

En el índice de esbeltez (IE) el tratamiento de policultivo con ME presentó un valor de 6.75 y el monocultivo sin ME un valor de 6.21, de acuerdo con Sáenz *et al.* (2010) el IE es un indicador que evalúa la resistencia de una planta, en donde valores menores a seis representan una mejor calidad de la planta por lo que los resultados en este trabajo indican una buena calidad de planta.

Respecto al índice tallo/raíz (ITR) el policultivo con ME presentó un valor de 22.76 y el monocultivo sin ME 10.45, Rodríguez (2008), menciona que el ITR refleja la producción de biomasa, el obtener valores menores a uno indica mayor biomasa subterránea que aérea y teniendo valores mayores a uno indica lo contrario, por lo que las plantas de los dos tratamientos presentaron mayor biomasa aérea.

Respecto al índice de Calidad de Dickson (QI) el policultivo con ME presentó un valor de 23.85 y el monocultivo sin ME un valor de 45.69. Sáenz *et al.* (2010), menciona que el QI indica la calidad de la planta de manera más precisa, debido a que utiliza los dos parámetros anteriores, en donde a mayor valor de índice, mejor calidad tendrá la planta, por lo que las plantas del tratamiento Monocultivo sin ME presentaron una mayor calidad.

## 10.9 Variables de la calidad externa del fruto

El diámetro ecuatorial del fruto presentó diferencias estadísticamente significativas ( $p \geq 0.05$ ) en el policultivo sin ME al compararlo con los demás tratamientos, los cuales presentaron un diámetro de 4.7 cm para el monocultivo con ME, 4.4 cm en el policultivo con ME, 4.1 cm en el monocultivo sin ME y 3.1 en el policultivo sin ME, resultados similares obtenidos por López (2017), el cual no obtuvo diferencias estadísticamente significativas entre sus tratamientos (diferentes abonos orgánicos), obteniendo un diámetro ecuatorial máximo de 4.26 cm y un mínimo de 3.98 cm.

Mondragón (2007), menciona que frutos chicos se denominan “México 2” los cuales deben tener un diámetro ecuatorial mínimo de 4.8 cm y máximo de 5.7 por lo que los frutos obtenidos se encuentran un poco por debajo de esta clasificación. Sin embargo en la NMX-FF-031-1997-SCFI el tamaño del fruto se clasifica en chico, mediano, grande y extragrande, en donde el jitomate chico debe presentar un diámetro mínimo de 3.8 cm y un máximo de 5.2 cm, por lo que los frutos obtenidos se podrían clasificar en esta categoría.

## 10.10 Análisis de tejido vegetal

En el análisis de tejido vegetal se observó que el contenido nutrimental del jitomate convencional presenta valores mayores en comparación del fruto orgánico. Sin embargo de acuerdo con el Diario Oficial de la Unión Europea (2008), tanto el jitomate orgánico y convencional cubren las cantidades nutricionales diarias recomendadas en la edad adulta.

## 10.11 Grados ° Brix

El promedio de °Brix obtenido de los frutos fue de 5, Santiago *et al.*, (1998) menciona que a mayor valor, el fruto es más deseable, por lo que un valor mayor o igual a 4.0 es considerado bueno, debido a los resultados obtenidos, el fruto está dentro de un rango considerado bueno.

Preciado *et. al.*, (2011) señalan que para ser considerado tomate fresco de buena calidad, debe contener de 4.0 a 5.5 °Brix, por lo que el jitomate obtenido en este trabajo es de buena calidad. Por otro lado López (2017) en su trabajo realizado con jitomate var. Río Grande, presenta un promedio general de 4.59 °Brix.

## 11 Conclusiones

- ❖ La aplicación de ME (microorganismos eficientes) no incrementó la altura ni el diámetro de la plantas de jitomate tanto en monocultivo como policultivo, pero si favoreció el número de flores y frutos por planta.
- ❖ La aplicación de ME favorece una mayor homogeneidad en el tamaño de los frutos.
- ❖ La aplicación de ME tanto en el monocultivo como en el policultivo incrementó el rendimiento del jitomate en un 39.6%.
- ❖ La aplicación de ME suprime al 100% la infestación por nematodos en la raíz del jitomate.
- ❖ La caléndula en el cultivo intercalar con jitomate con y sin la aplicación de ME regula la infestación por áfido negro.

## 12 Recomendaciones

- ❖ Se recomienda realizar el estudio con un mayor número de plantas de jitomate, para que las diferencias estadísticas se observen de una manera más clara.
- ❖ Realizar el análisis de tejido vegetal a los cuatro tratamientos.

## 13 Referencias

- Aballay, E. e Insunza, V. (2002). Evaluación de plantas con propiedades nematocidas en el control de *Xiphinema index* en vid de mesa cv. Thompson Seedless en la zona central de Chile. *Agricultura Técnica*, 62(3), 357-365.
- Acosta de la luz, L., Rodríguez, C. y Sánchez, E. (2001). Instructivo Técnico de *Calendula Officinalis*. *Revista Cubana de Plantas Medicinales*, (1), 23-7.
- Altieri, M. (1999). *Agroecología Bases científicas para una agricultura sustentable*. New York, Estados Unidos de América. Editorial Nordan–Comunidad.
- Andersen, M. (2003). *¿Es la certificación algo para mí? Una guía práctica sobre por qué, cómo y con quién certificar productos agrícolas para la exportación*. San José, Costa Rica. RUTA-FAO; Catherine Pazderka.
- Arias, A. (2010). Microorganismos eficientes y su beneficio para la agricultura y el medioambiente. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 2, 42-45
- Arriaga, D. (2015). Evaluación de fertilización convencional y orgánica de un cultivo de tomate bola (*Solanum Lycopersicum Mill*) bajo condiciones de invernadero (Tesis de especialidad). Universidad Autónoma de Querétaro. Querétaro, México
- Birchler, T., Rose, R., Royo, A., y Pardos, M. (1998). La planta ideal: Revisión del concepto, parámetros definitorios e implementación práctica. *Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales*, VII (1 y 2), 109-121.
- Callisaya, Y. y Fernández, C. M. (2017). Evaluación del efecto que tienen los microorganismos eficientes (EM), en el cultivo de pepinillo (*Cucumis sativus L.*), municipio de Achocalla. *Revista de la Carrera de Ingeniería Agronómica-UMSA*, 3 (3), 652- 666.
- Cardona, N. (2013). Evaluación de fuentes de fertilización orgánica en tomate (*Lycopersicon esculentum Mill*) bajo condiciones de invernadero (Tesis de Maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Céspedes, M. (2005). *Agricultura Orgánica Principios y prácticas de producción*. Chillán, Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Quilamapu.
- Diario Oficial de la Unión Europea. (2008). Directivas. Recuperado de <https://www.boe.es/doue/2008/285/L00009-00012.pdf>
- Dickson, A., Leaf, A. L. y Hosner, I. E. (1960). Quality appraisal of White spruce and White pine seedlings stock in nurseries. *Forest Chronicle*, 36, 10-13.



- Escalante, G. (1998). Evaluación de cinco variedades de jitomate en hidroponía bajo invernadero rustico (Tesis profesional). Departamento de fitotecnia. UACH, Chapingo, México.
- Escobar, H. y Lee, R. (2009). *Manual de producción de tomate bajo invernadero*. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Estrada, V. (2010). Germinación de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Var. Rio grande con dos niveles de lombricomposta bajo condiciones de laboratorio (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, México.
- FAO. (2002). *Agricultura de Conservación Estudio de casos de América Latina y África*. Roma, Italia. Boletín de suelos de la FAO.
- FAO. (2013). El cultivo de Tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>
- FONAG. (2010). Abonos orgánicos Protegen el suelo y garantizan alimentación sana Manual para elaborar y aplicar abonos y plaguicidas orgánicos. Recuperado de [http://www.fonag.org.ec/doc\\_pdf/abonos\\_organicos.pdf](http://www.fonag.org.ec/doc_pdf/abonos_organicos.pdf)
- García, Y. S. (2012). Contenido y Distribución de Nutrientes en diferentes etapas de desarrollo del cultivo de Caléndula (*Calendula officinalis* L.) (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. Palmira, Colombia.
- Gómez, L. y Gómez, M. A. (2004). La agricultura orgánica en México y en el mundo. CONABIO. *Biodiversitas*, (55) ,13-15.
- Grupo Latino Editores. (s.f.). Seguridad Alimentaria. Cultivando Hortalizas. Printed Colombiana S.A. Colombia. 626-668.
- Guzmán, G. I. y Alonso, A. M. (2008). Buenas Prácticas en Producción Ecológica Asociaciones y Rotaciones. Santa Fe, Granada. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino.
- Haro, M. R. D. (2013). Aplicación de Biol enriquecido con microorganismos eficientes para la producción limpia de brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica) híbrido legacy (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Higa, T. y Parr, J. (1994). Beneficial y effective microorganisms for a sustainable agricultura y environment. International Nature Farming venter. Atami, Japón. 17 pp.
- IICA. (2013). Tecnología de bajo costo: Guía de manejo de microorganismos eficientes (ME). Recuperado de <http://repositorio.iica.int/bitstream/11324/6123/1/BVE17109336e.pdf>

- INTA. (1999). *Cultivo de tomate. Guía tecnológica del tomate*. Managua, Nicaragua: Henner Obregón.
- INTA. (2004). *Manejo Integrado de Plagas. Cultivo del tomate Guía MIP*. Managua, Nicaragua.
- Jaramillo, J., Rodríguez, V. P., Guzmán, M., Zapata, M. y Rengifo, T. (2007). *Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la producción de tomate bajo condiciones protegidas*. Medellín, Colombia: CTP Print Ltda.
- Lampkin, N. (2001). *Agricultura Ecológica*. Madrid, España: Grupo Mundi-Prensa, 2da reimpresión.
- López, A. (2017). Rendimiento en tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) Variedad Rio grande a diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero (Tesis de Licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Coahuila, México.
- Márquez, C., Cano, P. y Rodríguez, N. (2008). Uso de sustratos orgánicos para la producción de tomate en invernadero. *Agricultura Técnica en México*, 34(1), 69-7
- Márquez-Hernández, C., Cano-Ríos, P., Figueroa-Viramontes, U., Avila-Diaz, J.A., Rodríguez-Dimas, N. y García-Hernández, J. (2013). Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. *Revista Internacional de Botánica Experimental ΦYTON*, (82), 55-61.
- Meco, R., Lacasta, C. y Moreno, M. M. (2011). *Agricultura ecológica en secano. Soluciones sostenibles en ambientes mediterráneos*. México: Ediciones Mundi-prensa.
- Méndez, R. (2008). *Cultivos Orgánicos Su control biológico en plantas medicinales y aromáticas*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Millán, C. (2008). *Las plantas una opción saludable para el control de plagas*. Montevideo, Uruguay. Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina.
- Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. (2008). *Sistemas de Plantación*. Recuperado de <http://www.mapama.gob.es/app/MaterialVegetal/docs/sistemas%20de%20plantaci%C3%B3n.pdf>
- Mondragón, L. (2007). *Producción de jitomate en invernadero*. Estado de México, México. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México, ICAMEX.

- Muro, J. (2016). Producción de Jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill. Var.CID1) (Tesis de Licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- NMX-FF-031-1997-SCFI, Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-Hortalizas frescas-Tomate- (*Lycopersicum esculentum* Mill)
- Nuño, M. R. (2007). Manual de producción de tomate rojo bajo condiciones de invernadero para el Valle de Mexicali Baja California. Recuperado de <http://unicesar.ambientalex.info/infoCT/Manprotomrojbajconinvalmexbajcalmx.pdf>
- OPIIC. 2013. *Manual de manejo sustentable del cultivo de jitomate en invernadero*. Amealco, Querétaro: Palibrio.
- Orozco, M. S. (2014). *El huerto urbano, cultivo ecológico. Modelos para su establecimiento en balcones, terrazas y azoteas*. México, D.F. Proyecto PAPIIME PE202111.
- Ortega, G. (2009). *Agroecología vs Agricultura Convencional*. Recuperado de <http://www.baseis.org.py/wp-content/uploads/2014/03/1395155082.pdf>
- Ortega-Martínez, L. D., Sánchez-Olarte, J., Ocampo-Mendoza, J., Sandoval-Castro, E., Salcido-Ramos, B. A. y Manzo-Ramos, F. (2010). Efecto de diferentes sustratos en crecimiento y rendimiento de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero. *Revista Ra Ximhai*, VI (3), 339-346.
- Palacios, A., Gutiérrez, M. A., Cabrera, J. y Díaz, V. (1997). *Guía para cultivar jitomate de temporal en Morelos*. Recuperado de <https://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/unidadmores/libros/jitomate/jitomate6.pdf>
- Porcuna, J. (2011). Manejo de plagas en cultivos ecológicos de Secano. En Meco, R., Lacosta, C. y Moreno, M, *Agricultura Ecológica en Secano* (pp.153-179). Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Preciado, P., Fortis, M., García-Hernández, J. L., Rueda, E., Esparza, J. R., Lara, A., Segura, M. A. y Orozco, J. (2011). Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia*, 36 (9), 689-693.
- Ramos, D. y Terry, E. (2014). Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos Tropicales*, 35 (4), 52-59.
- Ríos, J. O. (2017). Dosis nutricional a base de microorganismos eficaces (Ferti EM) en la productividad del cultivo de caihua (*Cyclanthera pedata*) en la localidad de lamas (Tesis de Ingeniería). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú.

- Rodríguez, D. A. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Estado de México, México: Ediciones Mundi-Prensa.
- Rodriguez, N., Alcántar, G., Aguilar, S., Etchevers, B. y Santizó, R. (1998). Estimación de la concentración de nitrógeno y clorofila en tomate mediante un medidor portátil de clorofila. *Terra* 16 (2), 135-141.
- Rodríguez, R., Tavares, R. y Medina, J. (2001). *Cultivo moderno del tomate*. Madrid, España: Ediciones Mundi-Prensa.
- Ruíz, J., Vicente, A.A., Montañez, J. C., Rodríguez, R. y Aguilar, C. N. (2012). Un tesoro percedero en México: el tomate, tecnologías para prolongar su vida de anaquel. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, (54), 57-63.
- Sáenz, R. J., Villaseñor, R. F., Muñoz, F. H., Rueda, S. A., y Prieto, R. J. (2010). *Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán*. Uruapan, Michoacán, México: Folleto Técnico Núm. 17. SAGARPA-INIFAP-CIRPAC-Campo Experimental Uruapan.
- Sáez, A. M. (2009). *La agricultura y su evolución a la agroecología*. Valencia, España. Obrapropia Editorial, S.L.
- SAGARPA. (2001). *Manual de plagas y enfermedades del cultivo de jitomate, tomate de cascara y cebolla*. Recuperado de <http://www.cofupro.org.mx/cofupro/images/contenidoweb/indice/unidadmorel/os/libros/hortalizas/hortalizas15.pdf>
- SAGARPA. (2010). *Monografía de cultivos: Jitomate*. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/pablo/Documentos/Monografias/Jitomate.pdf>
- SAGARPA. (2015). *Se consolida México como primer exportador mundial de Tomate*. Recuperado de <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B466.aspx>
- 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.
- 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, México.
- SQM. (2006). Guía de Manejo Nutrición Vegetal de Especialidad Tomate. Recuperado de <http://www.sqm.com/Portals/0/pdf/cropKits/SQM-Crop Kit Tomato L-ES.pdf>

- Suchini, J. G. (2012). *Innovaciones agroecológicas para una producción agropecuaria sostenible en la región del Trifinio*. Turrialba, Costa Rica. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).
- Terry, E., Leyva, A. y Hernández, A. (2005). Microorganismos benéficos como biofertilizantes eficientes para el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Revista Colombiana de Biotecnología*, VII (2) ,47-54.
- Van Haeff, J. N. M. (2008). *Manuales para educación agropecuaria Producción vegetal*. México: Trillas: SEP.
- Vargas, J. A. (2005). Variabilidad de genotipos (Progenitores, cruzas y progenies) de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) para características de rendimiento y fisiotécnicas en la región de navidad, Nuevo León (Tesis de Ingeniería). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Vargas, Y. B. (2007). Evaluación del contenido nutrimental del compost elaborado con tres tipos de mezclas de desechos orgánicos y su efecto en el rendimiento del cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. Italica plenk) (Tesis de Licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador.

## 14 Anexo

### 14.1 Análisis del Bocashi



USUARIO: **MARIA SOCORRO OROZCO ALMANZA**

PROCEDENCIA:

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

Nº CONTROL	pH	CE dS m <sup>-1</sup>	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(+) kg <sup>-1</sup>	Fe %	Cu mg kg <sup>-1</sup>	Zn mg kg <sup>-1</sup>	Mn mg kg <sup>-1</sup>	B mg kg <sup>-1</sup>	Dens. Apar. g cm <sup>-3</sup>
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/ *Chapingo*

Km. 38.5 Carretera Federal México - Texcoco, Chapingo, Méx., CP. 56230. Tel. (01 595) 95-2-16-26, (01 595) 2 1502 ext. 6738, 6739 Y 6680.  
Correo electrónico: [labccm.chapingo@gmail.com](mailto:labccm.chapingo@gmail.com)

## 14.2 Análisis nutrimental de jitomate orgánico



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



15 DE NOVIEMBRE DE 2016.  
No. DE OFICIO 326

USUARIO: **ELIZABET GONZÁLEZ OJEDA**

PROCEDENCIA: VIVERO CHIMALXOCHIPAN, FES ZARAGOZA, DEL IZTAPALAPA, CD. DE MÉXICO

TIPO DE MUESTRA: **TEJIDO VEGETAL (2 MUESTRA)**

Nº CONTROL	N %	P %	K %	Cu %	Mg %
P-1310	1.71	0.41	2.29	1.44	0.57
P-1311	2.59	0.39	2.87	1.13	0.42

Nº CONTROL	Fe mgKg <sup>-1</sup>	Cu mgKg <sup>-1</sup>	Zn mgKg <sup>-1</sup>	Mn mgKg <sup>-1</sup>	B mgKg <sup>-1</sup>
P-1310	146.00	7.50	31.30	65.07	59.71
P-1311	108.00	9.31	48.20	52.84	48.06

### METODOLOGIA:

**NITROGENO TOTAL (NT):** 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-1310: LECHUGA ORGÁNICA PARRIS, ENERO 2016.

P-1311: JITOMATE, 21-SEPT.-2016, FEST-ZARAGOZA.

ATENTAMENTE,

  
**ING. ARTURO JIMÉNEZ LÓPEZ**  
JEFE DEL LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO

AJU 

## 14.3 Análisis nutrimental de jitomate convencional



UACH DEPARTAMENTO DE SUELOS  
LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO



DE 2017.  
No. DE OFICIO:

USUARIO: **MARIA SOCORRO OROZCO ALMANZA**

PROCEDENCIA: CD. DE MÉXICO

TIPO DE MUESTRA: TEJIDO VEGETAL (1 MUESTRA)

Nº CONTROL	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
P-1114	2.66	0.56	4.33	0.55	0.22

Nº CONTROL	Fe mg Kg <sup>-1</sup>	Cu mg Kg <sup>-1</sup>	Zn mg Kg <sup>-1</sup>	Mn mg Kg <sup>-1</sup>	B mg Kg <sup>-1</sup>
P-1114	215.68	24.13	55.78	88.91	80.85

### METODOLOGÍA:

**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-1114: SIN DATOS DE LA MUESTRA.

ATENTAMENTE,

**DR. EDMUNDO ROBLEDO SANTOYO**  
JEFE DEL LABORATORIO CENTRAL UNIVERSITARIO

ERS:

Km. 38.5 Carretera Federal México-Texcoco, Chapingo, Méx., CP. 56230. Tel. (01 595) 95-2-18-36, (01 595) 2 1500 ext.6738, 6739 Y 6681.  
Correo electrónico: [labcen.chapingo@gmail.com](mailto:labcen.chapingo@gmail.com)