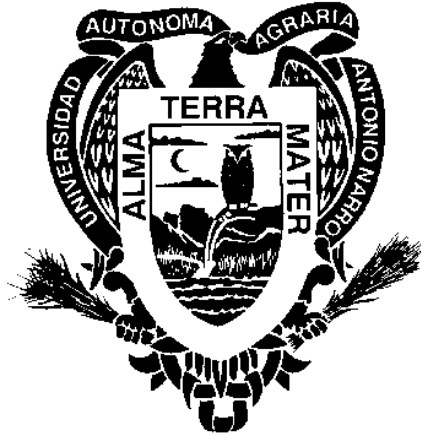


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto De Biofertilizante Líquido Sobre Caracteres Agronómicos Y Bioquímicos En  
Pepino A Campo Abierto

Por:

**FRANCISCO YAMIR GONZÁLEZ NÚÑEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto De Biofertilizante Líquido Sobre Caracteres Agronómicos Y Bioquímicos En  
Pepino A Campo Abierto

Por:

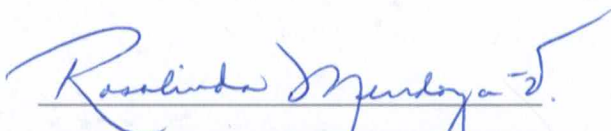
**FRANCISCO YAMIR GONZÁLEZ NÚÑEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobado por el Comité de Asesoría:



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Asesor Principal



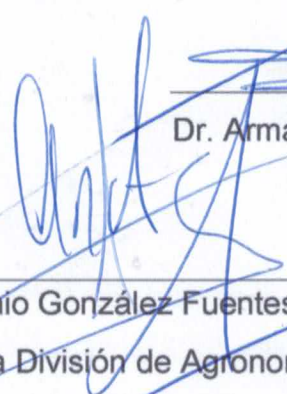
M.C. José Rafael Paredes Jácome

Coasesor



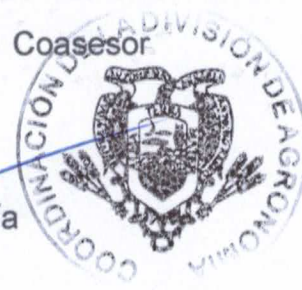
Dr. Armando Hernández Pérez

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2021

## Declaración de no plagio

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

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

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo es original.

Pasante

Asesor principal

Francisco  
Francisco Yamir González Méndez  
Firma y Nombre

Rosalinda  
Rosalinda Mendoza Villarreal  
Firma y Nombre

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por haber permitido estar con bien al viajar y conocer otras ciudades con el fin de cumplir el objetivo de estudiar, además, por darme la motivación de superación para obtener una carrera profesional y cuidarme todo el tiempo.

### **A mi familia**

A toda mi familia, pero en especial a mis padres Luis Ramón y Lucina por los cuales me siento muy orgulloso y agradecido eternamente por todo su esfuerzo y dedicación para que yo pudiera lograr la carrera que empecé hace algunos años, a mi hermana Angelina por estar al tanto con su atención para que siga preparándome personal y profesionalmente.

### **A mi Alma Mater**

En total agradecimiento a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por todas las cosas que me otorgó contando los conocimientos para mi desarrollo profesional. A todo el grupo tanto académico y administrativo que lo conforman para que la misma institución tenga un buen funcionamiento, particularmente a los docentes que fueron parte de mi formación, no alcanzaría mencionar a todos los buenos maestros que impartieron cursos en los que estuve presente y sin ellos no podría tener la bases que tengo ahora.

### **A mis amigos**

A todas mis amistades que conocí desde el primer semestre y estuvieron a lo largo de mi carrera apoyándome y conviviendo como buenos amigos, por mencionar a Rubén, Oscar Ezri, Max, Parras, Alexis, Seras, Paulina, Diana. También a los que apoyaron en el proyecto, como Jorge partícipe con ideas en la elaboración y uso biofertilizantes. A todos mis amigos que estuvieron en la distancia por su amistad y atención.

## **A mis asesores**

Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal por su apoyo, paciencia y atención, agradecido todo el tiempo por ser partícipe de la idea de este proyecto tan importante para la conclusión de mi carrera, de igual manera agradeciendo su empeño como docente destacando muchos aprendizajes gracias a sus cursos y asesorías de esta presente investigación.

M.C. José Rafael Paredes Jácome en agradecimiento por toda su paciencia y explicación e igual por ser partícipe en la elaboración del proyecto de investigación desde el comienzo y de su labor de asesor por sus atenciones y responsabilidad ante las dudas o temas que surgían en el experimento.

Dr. Armando Hernández Pérez por haber apoyado la idea del proyecto y de compartir sus conocimientos como docente y asesor, gracias a algunos de sus cursos pude poner en práctica las cuestiones de nutrición en este proyecto.

## **DEDICATORIAS**

### **A mis padres**

Luis Ramón González Flores y Lucina Núñez Rosas quienes estuvieron pendientes de mi todo el tiempo, por creer en mí, por su cariño, sus consejos y por todo el apoyo que me han dado en los años que llevo de vida.

## Índice de contenido

<b>I. RESUMEN</b> .....	1
<b>II. INTRODUCCIÓN</b> .....	2
<b>2.1 Objetivo General</b> .....	4
<b>2.2 Objetivos Específicos</b> .....	4
<b>2.3 Hipótesis</b> .....	4
<b>III. REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	5
3.1.1 Origen.....	5
3.1.2 Características morfológicas.....	5
3.1.3 Flores .....	5
3.1.4 Frutos .....	5
3.1.5 Hojas .....	5
3.1.6 Tallo.....	6
3.1.7 Sistema radicular .....	6
3.1.8 Variedades de pepino.....	6
3.1.9 Taxonomía.....	7
3.1.10 Importancia económica pepino .....	7
3.1.11 Producción mundial de pepino.....	7
3.1.12 Panorama de la producción de pepino en México.....	7
<b>3.2 Requerimientos agroecológicos</b> .....	9
3.2.1 Suelo .....	9
3.2.2 Temperatura .....	9
3.2.3 Humedad relativa.....	9
3.2.4 Fertilización .....	9
3.2.5 Riego.....	10
3.2.6 Luminosidad y viento .....	10
<b>3.3 Plagas y enfermedades</b> .....	10
<b>3.4 Antecedentes de la agricultura orgánica</b> .....	12
3.4.1 Agricultura orgánica en México.....	12
3.4.2 Ventajas y desventajas de la agricultura orgánica .....	13
<b>3.5 Biofertilizantes</b> .....	14
3.5.1 Ventajas y desventajas.....	14
<b>3.6 Tipos de biofertilizantes</b> .....	15

3.6.1 Estercolados .....	15
3.6.2 Biosólidos .....	16
3.6.3 Bacterias .....	16
3.6.4 Algas .....	17
3.6.5 Bioles.....	17
<b>3.7 Obtención de los Bioles .....</b>	<b>17</b>
3.7.1 Mecanismo de acción de bioles .....	18
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1.1 Ubicación del experimento.....	20
4.1.2 Acondicionamiento del terreno.....	20
4.1.3 Solarización del estiércol .....	21
4.1.4 Incorporación de materia orgánica.....	21
4.1.5 Acolchado.....	21
4.1.6 Material vegetal y siembra .....	21
4.1.7 Sistema de riego.....	21
<b>4.2 Manejo del cultivo.....</b>	<b>22</b>
4.2.1 Aporque.....	22
4.2.2 Eliminación de malezas .....	22
4.2.3 Espalderas.....	22
4.2.4 Podas .....	22
4.2.5 Control fitosanitario.....	22
<b>4.3 Descripción de los tratamientos.....</b>	<b>23</b>
4.3.1 Aplicación de los tratamientos .....	23
<b>4.4 Variables agronómicas.....</b>	<b>24</b>
4.4.1 Longitud de guía .....	24
4.4.2 Diámetro del tallo.....	24
4.4.3 Número y peso de frutos.....	24
4.4.4 Rendimiento .....	24
<b>4.5 Variables de calidad .....</b>	<b>24</b>
4.5.1 Diámetro polar y ecuatorial .....	24
4.5.2 Firmeza .....	24
<b>4.6 Variables bioquímicas .....</b>	<b>25</b>
4.6.1 Sólidos solubles totales .....	25



4.6.2 Ácido ascórbico .....	25
4.6.3 Acidez titulable .....	25
<b>4.7 Análisis estadístico .....</b>	<b>26</b>
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>36</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>47</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Fenología del cultivo de pepino .....	6
<b>Tabla 2.</b> Volumen de producción de las principales entidades federativas.....	8
<b>Tabla 3.</b> Plagas y enfermedades comunes que afectan al cultivo de pepino .....	11
<b>Tabla 4.</b> Productos utilizados durante el periodo del cultivo de pepino a campo abierto .....	23
<b>Tabla 5.</b> Contenido de los tratamientos evaluados .....	23
<b>Tabla 6.</b> Comparación de medias de las variables de calidad y bioquímicas en frutos de pepino .....	34
<b>Tabla 7.</b> Cuadrados medios del análisis de varianza en las variables agronómicas en el cultivo de pepino a campo abierto.....	47
<b>Tabla 8.</b> Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables bioquímicas y de calidad en frutos de pepino cultivados a campo abierto.....	47

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Contenido típico de un biol.....	19
<b>Figura 2.</b> Ubicación del experimento.....	20
<b>Figura 3.</b> Comparación de medias para longitud de guía en el cultivo de pepino .....	27
<b>Figura 4.</b> Comparación de medias para el diámetro de tallo en el cultivo de pepino .....	28
<b>Figura 5.</b> Comparación de medias para el número de frutos en el cultivo de pepino .....	29
<b>Figura 6.</b> Comparación de medias en el peso de frutos de pepino.....	30
<b>Figura 7.</b> Comparación de medias en el rendimiento en cultivo de pepino .....	31
<b>Figura 8.</b> Comparación de medias para el contenido de vitamina C en frutos de pepino .	32
<b>Figura 9.</b> Comparación de medias en diámetro ecuatorial en frutos de pepino .....	33
<b>Figura 10.</b> Biofertilizante bovino.....	48
<b>Figura 11.</b> Cultivo de pepino establecido en campo abierto.....	48

## I. RESUMEN

La producción en campo abierto de pepino se ve afectada por distintos factores bióticos y abióticos, siendo la nutrición un factor importante cuando se busca obtener mejores resultados, una opción viable es el uso biofertilizantes que promuevan el desarrollo y productividad de los cultivos. El propósito de este proyecto fue realizar una evaluación de los efectos agronómicos y bioquímicos al aplicar biofertilizantes líquidos para el cultivo de pepino (Poinsett 76) en campo abierto. El experimento se desarrolló a siembra directa con acolchado plástico y un sistema de riego por goteo, la aplicación de los biofertilizantes fue manual. Se evaluaron variables agronómicas como longitud de guía, diámetro de tallo, número de frutos, peso de frutos y rendimiento además variables de calidad y bioquímicas como el diámetro ecuatorial y polar, firmeza, sólidos solubles totales, ácido ascórbico y acidez titulable. Los tratamientos utilizados para esta investigación estaban compuestos por el T1 testigo químico, T2 biofertilizante bovino (1:20), T3 Biofertilizante ovino (1:20, T4 Biol de bovino (1:20) + 0.5 g planta<sup>-1</sup> de roca fosfórica+100ml Rizobacteria (10<sup>8</sup> UFC ml<sup>-1</sup>), T5 Biol de ovino (1:20) +0.5 g/planta de roca fosfórica+100ml Rizobacteria (10<sup>8</sup> UFC ml<sup>-1</sup>), T6 producto comercial algachem (126ml). Se utilizó un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 repeticiones, 6 tratamientos y 5 plantas por repetición. Los resultados obtenidos muestran que el T2 fue 13.8, 10.7, 7.2, 72.7 y 10.2 % superior al testigo (T1) en las variables número de frutos, peso de frutos, rendimiento, vitamina C y diámetro ecuatorial respectivamente; mientras que el T6 superó en 6.69 % el diámetro de tallo respecto al T1; para las variables sólidos solubles totales, acidez titulable, firmeza y diámetro polar no hubo diferencias significativas con tratamientos aplicados. Se concluye que el biol líquido de estiércol fermentado (T2) fue el que incrementó las variables: longitud de guía, número de frutos, peso promedio de frutos, rendimiento por planta, vitamina C y diámetro ecuatorial de fruto. Por lo cual el uso de biofertilizantes son una alternativa para la producción orgánica de hortalizas de importancia económica como el pepino.

## II. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una hortaliza perteneciente a la familia de las cucurbitáceas más reconocidas en el mundo, su índice de consumo en fresco es muy alto gracias a las características nutritivas que posee y su demanda aumenta cada día más (Barraza, 2015). Es una planta anual de crecimiento rastrero con flores monoicas y un fruto de categoría baya falsa (pepónide). El origen de la especie se sitúa a un clima tropical encontrado en las regiones de Asia desde hace más de 3000 años (Conabio, 2010).

Existe una importancia económica a nivel global en ambas modalidades de sistemas de producción, tanto condiciones protegidas como en campo abierto se ha buscado la tecnología para que se produzcan altos rendimiento (Marcano *et al.*, 2012).

Actualmente las actividades agrícolas intensivas incluyen las técnicas que maximicen dichos rendimientos, un claro ejemplo es la mejora de programas de nutrición vegetal, convirtiéndose en una llave a la rentabilidad, pero con desventaja inicial de altos costos de inversión (López *et al.*, 2015).

Las modificaciones en el manejo de cultivos han cambiado a lo largo de tiempo, tan solo en nuestro país las prácticas convencionales de fertilización están siendo disminuidas por los abonos orgánicos, el objetivo de dichas actividades no solo se refiere a un beneficio dirigido a mejorar las características de un suelo que se ha sobre explotado, además de generar menores afectaciones al medio ambiente en general. (Álvarez *et al.*, 2010).

Se conoce que las acciones encaminadas a una producción libre de químicos provienen del pasado en donde no se tenían productos como tal, visualmente comprendían que estas prácticas generaban resultados positivos en el desarrollo y cosecha de sus cultivos y por ello es importante que en la actualidad se aplique agricultura orgánica (Grageda *et al.*, 2012). Un ejemplo de ello es la aplicación de estiércoles fermentado que conlleva una gran cantidad de beneficios para el suelo y plantas cultivables por la variabilidad de los compuestos contenidos (Hernández *et al.*, 2016).

Los biofertilizantes son aplicados como productos orgánicos en el suelo, los cuáles se definen como sustancias preparadas con microorganismos selectos y beneficiosos utilizados en agricultura actual (Peña *et al.*, 2015). Desde hace mucho tiempo los microorganismos se han utilizado en la agricultura con distintos propósitos mediante enmiendas orgánicas u inoculantes de leguminosas con propósito de fijación de nitrógeno para un aumento en el rendimiento de los cultivos (Higa y Parr, 2018). En algunos países los biofertilizantes u abonos caseros provenientes de una acción de fermentación anaerobia, son originados de la descomposición de materiales de origen animal o vegetal (Pomboza *et al.*, 2016). El efecto de los biofermentados aplicados en los cultivos hortícolas se ha demostrado como fuente de macros y micronutrientes ayudando al cultivo para que cumpla su crecimiento vegetativo y producción, disminuyendo parcialmente el uso de fertilizante químicos (Zúñiga *et al.*, 2016). Siendo estos residuos de compuestos u estiércoles que al ser reciclados se convertirán en biofertilizantes capaces de incrementar el crecimiento y productividad de cereales y hortalizas, pero con un costo más accesible (Aguñaga *et al.*, 2020).

Ahora la demanda de productos orgánicos está al alza en el mercado internacional logrando cambiar la forma de explotación agrícola, generalmente este mercado es exigente en cuanto a los lineamientos sin embargo es una agricultura sumamente rentable (Alarcón y Fuentes, 2013). Un ejemplo de producto orgánico es el biol que produce compuestos útiles para el crecimiento de la planta, dichas sustancias favorecen el desarrollo por su participación en la absorción de nutrientes del suelo. Generalmente son utilizado para las aplicaciones foliares proporcionando aceptables cantidades de fitohormonas favoreciendo procesos como: germinación, floración y desarrollo radicular (Barraza *et al.*, 2019).

### **2.1 Objetivo General**

Determinar los efectos agronómicos y bioquímicos en la aplicación de biofertilizantes líquidos en campo abierto para el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*).

### **2.2 Objetivos Específicos**

Evaluar la respuesta de caracteres agronómicos en plantas de pepino mediante la aplicación de biofertilizantes líquidos.

Determinar características bioquímicas y de calidad en frutos de pepino mediante la aplicación de biofertilizantes líquidos.

### **2.3 Hipótesis**

Al menos un tratamiento aplicado como biofertilizante líquido tendrá efecto en características agronómicas y bioquímicas en plantas y frutos de pepino a campo abierto.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1.1 Origen

De acuerdo a investigaciones realizadas por botánicos los antecedentes del cultivo se remontan a más de 3000 años en el continente asiático, particularmente estas plantas eran vistas como herbáceas rastreras. Pasado el tiempo ocurrió domesticación y movimiento de material genético por expediciones simultáneamente ocurrió una introducción a otros continentes como Europa y América del Norte (López *et al.*, 2015).

#### 3.1.2 Características morfológicas

El pepino tiene características similares a las otras especies de la familia de las cucurbitáceas, en este caso es una planta herbácea con crecimiento rastrero (Barraza, 2015).

#### 3.1.3 Flores

Esta especie es monóica, presenta flores masculinas y femeninas de color amarillo que aparecen en las axilas de las hojas y guías, algunas variedades presentan flores hermafroditas y dióicas, la primera aparición en el ciclo del cultivo son los botones de flores masculinas (Sinavimo, 2014).

#### 3.1.4 Frutos

El fruto se clasifica como pepónide con forma cilíndrica que dependiendo la variedad va diferir por el tipo de superficie (lisa o rugosa) la forma se considera uniforme al igual que el color verde oscuro característico, cuenta con una cantidad de espina variada al igual que su tamaño (Barraza, 2015).

#### 3.1.5 Hojas

Las hojas son pecioladas de un tamaño que oscila entre los 5 y 7 centímetros, tienen una ligera forma triangular con láminas de entre 7 y 12 centímetros de largo y de ancho de 5 a 10 centímetros (CONABIO, 2010).

El limbo de las hojas es ancho y acorazonado, cuenta entre 3 y 4 lóbulos. el central está más pronunciado mostrando apariencia puntiaguda, las hojas de estas especies son color verde oscuro y de ligera velloidad (Sierra *et al.*, 2005).



### 3.1.6 Tallo

Al inicio del crecimiento, el tallo de la planta se mantiene recto y liso, según la variedad este se acoplará a la transformación de ser rastrero o trepador y de manera longitudinal aparecerán guías provistas de zarcillos ramificados y simples (Delacio y López, 2007).

### 3.1.7 Sistema radicular

Las raíces del cultivo de pepino se conforman de una raíz principal y a la par en su desarrollo estas se ramifican en raíces secundarias teniendo de apariencia blancuzca y de tamaño alargado (Infoagro, 2015). La ramificación de estas raíces ocurre en la capa arable de 25- 30cm y las raíces adventicias aparecen rápidamente en el crecimiento del cultivo siendo notables en la base del tallo (Abad, 2016).

### 3.1.8 Variedades de pepino

Existen diferentes variedades de pepino clasificadas por el aspecto entre estas destacan las variedades holandesas, españolas, armenias etc. El tipo francés es más común para sembrarse en campo abierto, una variedad que se encuentra en el rango medio, con longitud entre 20 y 25 cm, tiene una coloración verde oscura con menos cantidad de espinas, por la misma razón es una variedad muy vendida en el mercado (Otero, 2019).

**Tabla 1.** Fenología del cultivo de pepino

Estado fenológico	Días después de la siembra
Emergencia	4 a 6
Inicio de emisión de guías	15 a 25
Inicio de floración	27 a 30
Inicio de cosecha	40 a 45
Fin de cosecha	75 a 90

(Centa, 2003)

### **3.1.9 Taxonomía**

Reino: Vegetal

Subreino: Embryophyta

División: Magnoliophyta (Angiosperma)

Clase: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *Cucumis sativus* (L.)

### **3.1.10 Importancia económica pepino**

El pepino se establece entre el quinto y sexto lugar en producción a nivel global compitiendo con hortalizas como el tomate o la papa. Estadísticamente a finales del 2014 se produjeron aproximadamente 74.9 millones de toneladas con una superficie media de 2.18 millones de hectáreas, estas cifras generales no especifican destino, pero el producto hortícola llegó a fronteras intercontinentales. (Ayala *et al.*, 2019).

### **3.1.11 Producción mundial de pepino**

El cultivo de pepino representa una actividad agrícola sobresaliente, tan solo en la parte económica la expansión continua en donde inició, mencionando que las regiones tropicales de Asia siguen produciendo este fruto por la indiscutible demanda (Barraza, 2012).

China es el país que lidera la producción de esta y muchas hortalizas, el posicionamiento porcentual establece que: China está en un 76.1 %, Irán y Turquía 4.6%, Rusia 1.5 %, Ucrania 1.4%, Estados Unidos 1.05 %, México 0.89% (Borbón *et al.*, 2018).

### **3.1.12 Panorama de la producción de pepino en México**

Del año 2018 al 2019 la siembra del cultivo de pepino se ha mantenido entre las 16,000 y 17,000 hectáreas con una tendencia al aumento por la gran relevancia de esta hortaliza (SIAP, 2020). Está claro que los productores en agricultura protegida tienen menos incertidumbre ante estos problemas de pérdidas, pero de manera

general están presentes los costos altos al momento de la inversión, incluso muchos dependen de semillas importadas ya sean variedades o híbridos (Montaño *et al.*, 2018). Generalmente los altos rendimientos alcanzados son posibles bajo invernadero o agricultura protegida, está comprobado que no solo con la utilización de esta tecnología se obtienen mejores respuestas agronómicas, también es necesario un manejo excelente por parte de los técnicos (Figueroa y Espinoza, 2020).

Sin embargo, la realidad es distinta para nuestro país, gran parte de la superficie en este cultivo se produce a campo abierto, principalmente en estados del centro y sur, aun así, se crea un abastecimiento casi total del mercado nacional (Dzul *et al.*, 2011). El consumo per cápita de esta hortaliza es menor a otras pues solo se consumen 139 g al año. (SIAP, 2020).

Respecto a la superficie sembrada hay un impacto de interés en los productores para consolidarse cultivando en invernadero con tecnologías media a alta, esto tiene que ver con los altos rendimientos que se alcanzan. Tan solo en el 2014 fueron sembradas 1088 hectáreas en invernadero con rendimientos totales muy altos entre 109-110 toneladas por hectárea (López *et al.*, 2015).

**Tabla 2.** Volumen de producción de las principales entidades federativas

Posición	Entidad federativa	Región	Volumen (toneladas)
1	Sinaloa	Noroeste	268,878
2	Sonora	Noroeste	152,457
3	Michoacán	Centro-occidente	67,653
4	Morelos	Centro	52,103
5	Guanajuato	Centro-occidente	43,539

(SIAP, 2020).

## **3.2 Requerimientos agroecológicos**

### **3.2.1 Suelo**

El pepino se puede desarrollar en diferentes tipos de suelos al no ser una especie tan exigente, sin embargo, prefiere los suelos sueltos o arenosos contando con una buena aireación para evitar problemas futuros de enfermedades y suficiente contenido de materia orgánica (Seminis, 2019).

El cultivo se desarrolla correctamente a una profundidad mínima de 60 cm, el drenaje es un factor importante para evitar la susceptibilidad a los encharcamientos. Usualmente no es un cultivo que se adapte a suelos muy ácidos pues su pH óptimo va de 7.0-7.5. Suele tolerar un cierto grado de salinidad debajo de 2 dS m<sup>-1</sup>. La conductividad eléctrica de 3 a 4 dS m<sup>-1</sup> puede afectar el rendimiento final de frutos, su peso y calidad (Ruiz *et al.*, 2013).

### **3.2.2 Temperatura**

Se habla de una variación de acuerdo a las etapas, por ejemplo: las temperaturas para germinación deben ser superiores a 12 °C y las temperaturas nocturnas para el desarrollo de la planta y fruto están entre 21-19 °C (Ramírez *et al.*, 2012). Diurnas de 29 a 35 °C (Zamora, 2017).

### **3.2.3 Humedad relativa**

Este es un cultivo con captaciones altas de humedad relativa entre un 50-80 % y cuenta con un riesgo tanto de pérdida por evapotranspiración pues el denso follaje así lo amerita o de riesgo en un aumento de enfermedades fungosas (Intagri, 2019)

### **3.2.4 Fertilización**

Cada autor elige la dosificación respecto a las cantidades a emplear en base a rendimiento, generalmente se han manejado los tres principales macronutrientes para todo el ciclo fenológico del cultivo. La fórmula de mantenimiento más común son 200 CaNO<sub>3</sub>, 200 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 100 de K<sub>2</sub>O kg ha<sup>-1</sup>. (Vázquez *et al.*, 2014). Por otra parte, esta fórmula puede verse modificada de acuerdo a toneladas a obtener por unidades de fertilizante como se viene haciendo para alcanzar mayor productividad.

Es preferible conocer los requerimientos nutricionales del cultivo esto con la finalidad de mantener las cantidades optimas de la planta y que ésta no presente deficiencias buscando aumentar rendimientos (Barraza, 2017). Actualmente se habla de mejorar y equilibrar las características microbiológicas del suelo con la aplicación constante de materia orgánica.

Las prácticas sencillas de agregación de abonos vegetales o compostas, humos de lombriz o lixiviados tienen un impacto enorme en la producción de los cultivos (García y Romero, 2016).

### **3.2.5 Riego**

La eficiencia de los riegos esta enlazada con el tipo de suelo o medio del crecimiento en la que se establece el cultivo, en todo el desarrollo se necesitan como mínimo 300 mm sin embargo es recomendable cultivarlo bajo riego o temporal con una lámina de 900 a 1200 mm (Ruiz *et al.*, 2013).

### **3.2.6 Luminosidad y viento**

El fotoperiodo para estas especies es vital y se observa en el buen vigor a lo largo de su desarrollo, se tiene una confusión entre si es una planta de fotoperiodo corto o de día neutro ya que los días de más de 12 horas de luz y altas temperaturas resultan desfavorables para tener menor flores y frutos (Bojaca y Monsalve, 2012). El factor de velocidad del viento con la variación extrema de temperaturas puede ayudar como polinizador o ir más allá a las afectaciones del follaje (Ortega *et al.*, 2014).

### **3.3 Plagas y enfermedades**

Los problemas fitosanitarios en los cultivos son una de las razones por las cuales existe una limitante en la obtención de buenos resultados, las plagas y enfermedades reducen rendimientos aunado a la calidad de las cosechas (SIAP, 2016).

**Tabla 3.** Plagas y enfermedades comunes que afectan al cultivo de pepino

Nombre común de plaga u enfermedad	Nombre científico	Daños	Etapa fenológica que se presenta
Gallina ciega	<i>Phyllophaga spp.</i>	Se alimenta de raíces, marchitando y disminución vigor.	Afectación etapa juvenil de la planta o todo su ciclo.
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaci</i>	Se alimenta de savia afectando su crecimiento.	Cualquier etapa.
Trips	<i>Frankliniella occidentalis</i>	Alimentación de tejidos vegetales, frutos, flores y polen.	Desarrollo vegetativo y formación del fruto.
Mildiu	<i>Pseudoperonospora cubensis.</i>	Marchitez y desprendimiento del follaje.	Cualquier etapa y en plantas jóvenes mayor afectación.
Cenicilla polvorienta	<i>Erysiphe cichoracearum</i>	Marchitamiento enrollamiento y caída temprana de hojas.	Tanto en plántulas como en su desarrollo.
Pudrición gris	<i>Botrytis cinerea</i>	Micelio grisáceo en follaje y frutos.	Desarrollo y fructificación.

(Vega *et al.*, 2012; Zachrisson *et al.*, 2017; Maldonado *et al.*, 2017; González *et al.*, 2010; Leiva *et al.*, 2019; Gañan *et al.*, 2015)

### **3.4 Antecedentes de la agricultura orgánica**

La definición inicial de este tipo de agricultura es una enseñanza antigua con actividades limpias en donde se puede cultivar sin realizar daños a los ecosistemas, a la par maximizar los recursos de la zona haciendo énfasis a la fertilidad de suelos (Borge, 2012).

Durante muchos años nuestros antepasados ponían en práctica labores agrícolas en las que incluían productos en base de químicos tóxicos con desconocimiento, era la agricultura del comienzo y por supervivencia fue evolucionando a buscar mejoras (Martínez *et al.*, 2012).

Hasta finales de los años 80s apareció una demanda de productos hortícolas obtenidos bajo estas condiciones, los países desarrollados demandaron mayormente frutas u hortalizas de zonas tropicales o aquellos productos que no se obtenían en temporada de invierno producidos de forma más limpia (García *et al.*, 2012).

#### **3.4.1 Agricultura orgánica en México**

En un panorama general México cuenta con un aproximado de 673 mil 968 hectáreas de cultivo orgánico certificadas, con la posición número tres a nivel mundial en donde los productores bajo esta nueva tendencia siguen en aumento (SADER, 2020).

El crecimiento de esta categoría de agricultura es reciente para nuestro país y en los últimos años la producción ha tenido gran importancia consolidándose como uno de los principales países productores de café orgánico a nivel global (Boza, 2010).

Otros cultivos que destacan en la producción de forma limpia son: cacao, ajo, chabacano y aguacate, los estados de Chiapas y Oaxaca conforman estas unidades productoras que se mantienen incursionando el mercado internacional (Gómez *et al.*, 2010).

### 3.4.2 Ventajas y desventajas de la agricultura orgánica

Las principales ventajas de la agricultura orgánica radican en un beneficio completo para el cuidado de los suelos y se destacan algunas otras:

- La producción resulta ser menos desgastante que la tradicional pues se reduce los problemas de erosión, compactación y pérdida de nutrientes (Borge, 2012).
- Al no utilizarse pesticidas se cuida la salud humana y de los ecosistemas pues con el paso del tiempo ha existido un gran nivel de degradación a los procesos ecológicos y de biodiversidad. La agricultura limpia sin duda es una forma alternativa a lo sustentable que se debería de practicar (Zamilpa *et al.*, 2016).
- La disminución total de una dependencia por distintos agroinsumos convencionales colaboran en mejorar la parte económica de muchas comunidades que no pueden estar al alcance de costosos paquetes tecnológicos y productos ocasionalmente incensarios (Boza, 2010).

Como parte de las desventajas se tiene que corroborar que pueden existir algunos problemas como:

- Las limitaciones que hacen al modelo orgánico se detallan en una ausencia del control de algunos problemas fitosanitarios.
- En la parte de nutrición hay un extenso tiempo por ir a favor de los procesos naturales de absorción de los elementos evitando un mejor desarrollo de los cultivos (Gómez *et al.*, 2010).
- La mayoría de productores suelen pueden tener el problema de comercialización de sus productos esto aunado con la falta de organización y contactos inestables para concretar ventas de hortalizas orgánicas (Soto, 2003).



### **3.5 Biofertilizantes**

La definición de biofertilizante engloba desde los abonos vegetales, algas y estiércoles, hasta los productos que contengan microorganismos concentrados que al ser inoculado actúan en simbiosis con las plantas para protegerla o mejorar la absorción de ciertos elementos (Gradedá *et al.*, 2012).

Esta modalidad realiza un aporte nutrimental y microbiológico que favorece a la fertilidad de los suelos y la nutrición de especies vegetales de interés. Gracias a esto se ha llevado a la modificación de los sistemas clásicos perfeccionado con la aplicación de compuestos enriquecidos de un cierto mineral (Álvarez *et al.*, 2010).

En la actualidad existe poca investigación de la efectividad de numerosos productos encontrados en el mercado o aquellos preparados por los agricultores como biopreparados o abonos líquidos, en ambos casos hay ciertas dudas y continua la investigación para el desarrollo tecnológico de los biofertilizantes (Peña *et al.*, 2015).

La parte de eficiencia de abonos orgánicos dependen de muchos factores porque a ciencia cierta son poblaciones de microorganismos los cuales se desarrollan en sus propias condiciones y para su funcionalidad debe de existir un proceso de lenta descomposición (Tanaya y Leyva, 2019).

La finalidad de realizar un consorcio con gran variedad de microorganismos es obtener un efecto combinado entre la nutrición y la protección de plantas de una manera en que por su origen también disminuyan los efectos perjudiciales al medio ambiente (Armenta *et al.*, 2010).

#### **3.5.1 Ventajas y desventajas**

Entre las principales ventajas del uso de bioles se tiene una serie de proyecciones generalmente a favor, como:

- La mayoría de fertilizantes orgánicos llevan el liderazgo en las mejoras de calidad biológica y químicas de los suelos.

- Muchas investigaciones se han orientado en su impacto por el aumento de fertilidad y retención de humedad, de igual manera se tiene reducción de densidad y compactación de aquellos suelos que por años han sido labrados.
- Provoca a la planta mayor desarrollo radicular y de la biomasa hasta los frutos, todo esto engloba a que es posible incrementar los rendimientos en los cultivos (Peña *et al.*, 2015).
- Esta fertilización es clave para agricultura limpia y no tan costosa, gracias a ello con el paso del tiempo se ha ido implementado en distintas zonas con la finalidad de conservación ambiental (Acosta *et al.*, 2018).

Por otro lado, la mayoría de los abonos orgánicos están marcados por dos grandes desventajas

- En primer lugar, los altos costos en países desarrollados y en el defecto de tener una variabilidad en las tasas de minerales tornándose complicado el determinar las dosis aplicadas de elementos como el nitrógeno y su tardada acción. Es así como estos productos podrían llamarse de lenta liberación debido a que su mineralización ocurre de forma gradual tardando en estar disponible para la planta (Daza *et al.*, 2018).
- La otra desventaja radica en los tiempos, distintos autores esclarecen que duraciones mayores a los tres meses de fermentación y la adquisición de distintos insumos puede ser un problema cuando se desea elaborar este tipo de productos (Mamani *et al.*, 2010).

### **3.6 Tipos de biofertilizantes**

#### **3.6.1 Estercolados**

Entre los biofertilizantes más habituales en la agricultura, destacan los estiércoles de origen animal como la gallinaza (estiércol de gallina), bovinaza (estiércol de bovinos) y estiércoles de aves marinas, la preparación de los mismos es sencilla y de bajo costo (Abanto *et al.*, 2019).

### **3.6.2 Biosólidos**

Son materiales no tan comunes en la agricultura conocidos como lodos residuales provenientes de las aguas de plantas tratadoras. Sin embargo, en nuestro país existe regulación con especificaciones de los límites de contaminantes para poder aplicarse, el enfoque que ha tenido es mejorar la fertilidad de suelos forestales o agrícolas (Postisek *et al.*,2010).

### **3.6.3 Bacterias**

Son todos aquellos compuestos por microorganismos con la finalidad de invadir la rizosfera, en algunos casos líquidos o polvos ya comerciales contienen un tipo bacterias benéficas también denominadas rizobacterias promotoras del crecimiento (Luna *et al.*,2013).

Por mencionar algunos géneros de bacterias que han sido registradas como promotoras de crecimiento tenemos a: *Azoarcus*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Bacillus*, *Pantoea*, *Pseudomonas*, *Rhizobium* entre otras (Moreno *et al.*, 2018).

En el grupo de las bacterias fijadoras de nitrógeno se encuentran las más utilizadas por ser móviles y llegar por atracción a las raíces de las plantas. Su función de formación de nódulos ayuda a una fijación del macroelemento siendo esto una simbiosis con las bacterias por contacto, por el proceso de diferenciación que da lugar a un bacteroide el cual expresa su actividad nitrogenasa y gracias al complejo enzima nitrogenasa va a ser capaz de fijar el nitrógeno. Un proceso más que nada invasivo por parte de la bacteria (Calvo, 2011).

Otras investigaciones potencializan a bacterias como rhizobium por tener más funciones a nivel botánico por ejemplo la habilidad de producir hormonas como citoquininas, ácido giberélico, ácido indolacético entre otras, por ese efecto se han encontrado resultados en estudios donde se estimula la germinación en semillas de hortalizas y su desarrollo (Santillana *et al.*, 2005).

### **3.6.4 Algas**

Las algas marinas son consideradas una forma natural de mejora en la nutrición de plantas con una función para aumentar la tolerancia al estrés hídrico. Además, se han encontrado algunos efectos positivos en el uso de estos compuestos como bioestimulantes, entre estos destacan el desarrollo de raíces, aumento del metabolismo antioxidante y retención de agua en la zona foliar de las plantas (Mazuela *et al.*, 2012).

### **3.6.5 Bioles**

En algunos países son llamados abonos o biofertilizantes caseros provenientes de una acción de fermentación anaerobia, un proceso complejo resultante de la descomposición de materiales de origen animal o vegetal (Pomboza *et al.*, 2016).

En la agricultura se conoce como un compuesto de estiércoles fermentados que conlleva una gran cantidad de beneficios para el suelo y plantas cultivables. Los Bioles contienen altos porcentajes de nutrientes, microorganismos y fitohormonas (Cano *et al.*, 2016).

## **3.7 Obtención de los Bioles**

En un inicio consideraban la idea multipropósito al elaborar este tipo de sustancias, originalmente utilizan biodigestores para producción de gas, la idea sencilla consiste en la colocación de estiércol bovino en estado seco con agua, sellando en contenedor tubular para una fermentación anaerobia (Coss *et al.*, 2015).

El doble propósito que se genera al final del proceso es un biogás enriquecido con metano para producir energía y hasta al final se buscaría una especie de abono amigable para el medio ambiente (Cano *et al.*, 2016).

Con frecuencia los biofertilizantes se dejan en fermentación en un contenedor de dos a tres meses según el clima, buscando la fermentación a mayor calor para después diluir una parte de bioabono por tres de agua a razón de una concentración final deseada (Peralta *et al.*, 2016).

El residuo sobrante que queda en la base, es extraído como fertilizante similar a los estiércoles y se aplica a tierras cultivables por los beneficios al suministrar de elementos minerales como el nitrógeno y el fósforo al suelo luego los nutrientes sean tomados por las plantas (Coss et al., 2015). Las aplicaciones directas al suelo tendrán las ventajas sobre la mejora microbiológica del mismo, incluyendo una disminución en la contaminación y su actuación en la nutrición progresiva (Cano et al., 2016). El auge en el uso es debido a que en los últimos años se han presentado cambios extremos en el ambiente como la radiación y temperatura que pueden afectar la producción de cultivos y causar un cierto estrés que se busca prevenir (Barraza et al., 2019).

### **3.7.1 Mecanismo de acción de bioles**

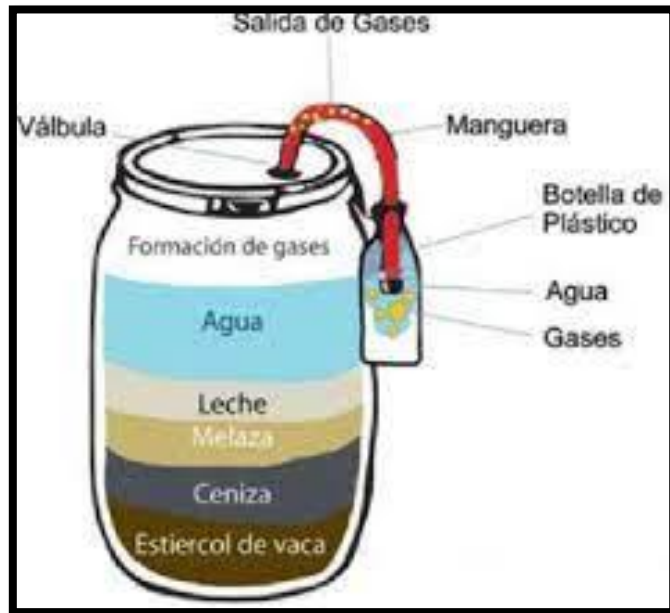
El aporte nutrimental es uno de los principales efectos que tienen los bioles, el uso de los ya conocidos microorganismos encargados de la fijación de nitrógeno y fósforo. Igualmente podría decirse que regresan los microorganismos a reestructurar el suelo y mejorar el desarrollo de las plantas cultivables (Santillán, 2016).

Durante la aplicación de estos productos ocurre algo similar a una fertilización convencional porque se realiza un aporte nutricional, sin embargo, se hace notar un efecto mayor cuando se tiene altos contenidos de bacterias promotoras de crecimiento y hongos solubilizadores de fosfatos estos pueden clasificarse previa a toda la investigación y mostrar resultados distintos en los cultivos (Lira, 2017).

Generalmente todas estas fórmulas de combinaciones en biofertilizantes surgieron con una idea de experimentación y de cepas aisladas de diferentes agroecosistemas, es así como microorganismos del suelo previamente seleccionados pueden influir en el aporte de elementos minerales y sustancias fisiológicamente activas que pueden interactuar con la planta y activar su metabolismo de crecimiento (López et al., 2008).

Es por ello que la actuación principal es adjudicada a toda la composición y a los microorganismos contenidos en dichas sustancias que logran cambiar ciertas características químicas del suelo, por ejemplo, disminuir el pH y acidificar la zona

haciendo una mejor quelación de cationes que pueden estar unidos a un mineral importante que es el potasio, esto puede ocurrir cuando los ácidos orgánicos diluyen lentamente este elemento (Restrepo *et al.*, 2017).



**Figura 1.** Contenido típico de un biol

## IV. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1.1 Ubicación del experimento

El proyecto fue realizado en un área experimental del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN) situada al sur de la ciudad de Saltillo con las siguientes coordenadas: 25°21'12.8" latitud Norte y 101°01'47.8" longitud oeste (Figura 2), con altitud es de 1742 metros sobre el nivel del mar.



**Figura 2.** Ubicación del experimento

### 4.1.2 Acondicionamiento del terreno

Se realizó una limpieza de la parcela además de un barbecho y rastreo manual para tener buena estructura del suelo.

Se debe revolver el suelo entre 30–40 cm de profundidad con la finalidad de exponer a las distintas plagas y enfermedades, así como el mejor aprovechamiento de agua, se eliminaron malezas, restos de plásticos de acolchado terrones y raíces etc.

Se solarizaron los surcos con un plástico especial traslúcido, el tiempo fue de 25 días esperando tener temperaturas suficientemente altas para cumplir el objetivo de eliminación de microorganismos patógenos.

#### **4.1.3 Solarización del estiércol**

El estiércol que se utilizó se obtuvo de los establos de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro el cual se solarizó en un terreno acondicionado con piso de plástico transparente, elevando las temperaturas (45-50 °C) para eliminar microorganismos patógenos, también se aplicaron riegos hasta su escurrimiento cada semana para bajar las cantidades de sales.

#### **4.1.4 Incorporación de materia orgánica**

Al terminar los procesos de solarización en ambos casos, se quitaron los plásticos y se homogenizó el estiércol, se abrieron surcos para lo siguiente. Llevar el estiércol en cubetas y distribuirlo manualmente. Como una práctica general, se trató de distribuir antes la materia orgánica de sembrar el cultivo, la incorporación de la misma en los surcos podría considerarse una fuente de fertilización de fondo.

#### **4.1.5 Acolchado**

Se cerraron los surcos y se colocó un acolchado plástico de coloración plateado con la finalidad de disminuir la competencia con malezas además de retener la humedad en el suelo.

#### **4.1.6 Material vegetal y siembra**

Se utilizó una variedad de pepino común para campo abierto, el material vegetal usado en el experimento fue semillas Poinsett 76 comercializadas por la empresa Kristen seed. La siembra se hizo de manera manual y directa al suelo, el establecimiento de siembra fue con espaciamientos a doble hilera con 35 centímetros entre planta, 40 cm entre hileras y 70 cm entre surcos.

#### **4.1.7 Sistema de riego**

La manera del suministro de agua de riego en las plantas fue mediante un sistema goteo de forma continua con un caudal en los emisores de 1L ha<sup>-1</sup>, los emisores



tenían 30cm de espaciamento y se colocó doble cintilla al tener dos hileras de plantas de pepino.

## **4.2 Manejo del cultivo**

### **4.2.1 Aporque**

Posteriormente a la siembra y emergencia de las plántulas se realizó el aporque de forma manual colocando tierra en cada borde extremo a ellas, esto con la finalidad de evitar la ruptura de tallos debido a su rápido crecimiento.

### **4.2.2 Eliminación de malezas**

Se eliminaron malezas en las primeras etapas del cultivo en el espacio circular del acolchado donde se encontraba la planta, así como también en los pasillos de las camas de siembra.

### **4.2.3 Espalderas**

A razón de que el manejo de las plantas fue sin tutores se procedió a colocar líneas de rafia a nivel longitudinal y carrizos de forma vertical, este arreglo hacia similitud a un sistema de espalderas evitando que las plantas salieran al pasillo o se entre cruzaran las guías, la otra ventaja era la facilidad del manejo al cultivo.

### **4.2.4 Podas**

Después de 50 días de siembra, las plantas presentaron una alta densidad de follaje por lo cual se realizaron aclareos de hojas viejas situadas en la parte baja con la finalidad de evitar los problemas fitosanitarios.

### **4.2.5 Control fitosanitario**

Los productos utilizados se enfocaron únicamente en la prevención de posibles individuos que podían afectar al cultivo en su desarrollo, en la segunda semana de emergencia se iniciaron con aplicaciones de productos orgánicos preventivos para plagas como pulga saltona, minador de las hoja y mosquita blanca.

Cabe destacar que para la prevención de plagas y enfermedades se llevó a cabo la eliminación de malezas en la zona periferia cercana.

**Tabla 4.** Productos utilizados durante el periodo del cultivo de pepino a campo abierto

<b>Nombre del producto</b>	<b>Categoría</b>	<b>Período de aplicación</b>	<b>Cantidad utilizada</b>
Extracto de ajo	Insecticida	1 vez por semana	30ml L <sup>-1</sup> de agua
Extracto de chile	Insecticida	1 vez por semana	30ml L <sup>-1</sup> de agua
Sulfato de cobre	Fungicida	Cada dos semanas	10g L <sup>-1</sup> de agua

### 4.3 Descripción de los tratamientos

**Tabla 5.** Contenido de los tratamientos evaluados

Tratamientos	Descripción
T1	Testigo químico, fertilización Steiner (1968)
T2	Biol de bovino (1:20)
T3	Biol de ovino (1:20)
T4	Biol de bovino (1:20) +0.5 g/planta de roca fosfórica+100ml Rizobacteria (10 <sup>8</sup> UFC ml <sup>-1</sup> )
T5	Biol de ovino (1:20) +0.5 g/planta de roca fosfórica+100ml Rizobacteria (10 <sup>8</sup> UFC ml <sup>-1</sup> )
T6	Producto comercial Algachem (126 ml)

#### 4.3.1 Aplicación de los tratamientos

La frecuencia de aplicación estaba distribuida a dos veces por semana cada tercer día para todos los tratamientos, la primera aplicación comenzó el día 6 de abril concluyendo hasta el 1 de junio del 2020.

## **4.4 Variables agronómicas**

### **4.4.1 Longitud de guía**

El procedimiento consistió en medir desde la base del tallo hasta la punta apical (cm) con una cinta métrica (marca Truper).

### **4.4.2 Diámetro del tallo**

Para el grosor del tallo se tomó la parte baja de la planta. La medición (mm) se usó con el vernier digital (marca Steren modelo Her-411).

### **4.4.3 Número y peso de frutos**

Se contaban el número de frutos por cada planta en cada corte para después sumarlos por tratamientos. Se pesaron los frutos (g) con una báscula semi-analítica (marca Ohaus, modelo Cs).

### **4.4.4 Rendimiento**

Se pesaron el total de los frutos por tratamiento con una báscula semi analítica (marca Ohaus, modelo Cs).

## **4.5 Variables de calidad**

### **4.5.1 Diámetro polar y ecuatorial**

En la evaluación diámetro polar se consideraron las mediciones en extremos de los frutos y para diámetro ecuatorial se tomó la parte central de los frutos y se coloca el instrumental de manera ajustada, se utilizó un vernier digital (marca Steren modelo Her-411).

### **4.5.2 Firmeza**

Se utilizó un penetrómetro manual (marca Qa Suplies) con puntilla de 7.5 mm, se coloca la puntilla presionando en la zona central, según el grosor de la cutícula se opta por quitar una capa con una navaja para luego limpiar y apoyar la puntilla a presión, los valores aparecen en el aparato y fueron registrados en kg para cada fruto.

## **4.6 Variables bioquímicas**

### **4.6.1 Sólidos solubles totales**

Se midió con refractómetro electrónico (marca Hanna hi 96801), la actividad consistía en extraer 1 mililitro del jugo de pepino y colocarlo en el lector del refractómetro previamente limpiado con agua destilada, una vez usado se debe secar el lector con papel para evitar contradicciones en los datos, los resultados son arrojados automáticamente para cada muestra de fruto.

### **4.6.2 Ácido ascórbico**

Se realizó una técnica que consiste en tomar muestras pequeñas para macerar (4 g) del fruto y se agregaron 10ml de HCl (2%). Luego de obtener una consistencia tipo papilla se agregaron 100ml de agua destilada para ambas sustancias que debían ser filtradas. Posteriormente de colocarla en un matraz Erlenmeyer de 250 ml se toma una muestra o alícuota de 10ml previamente filtrada para luego pasarla a otro matraz de 125ml. Se tomó una bureta y se llenó con el reactivo Thielman con el cual se realizaron las titulaciones de alícuota hasta que se presentó la coloración rosa por un tiempo mayor a los 30 segundos. Se anotó el volumen gastado, finalmente se calculó el ácido ascórbico con la siguiente formula:

$$\text{Mg/100gr de vitamina C} = \frac{\text{VRT} * 0.088 * \text{VT} * 100}{\text{VA} * \text{P}}$$

Dónde: VRT= volumen gastado en ml del reactivo de Thielmann (0.001N).

0.088 =Miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielmann.

VT = Volumen Total en ml del filtrado de vitamina "C" en HCl (2 %).

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada.

P = Peso de muestra en gramos.

### **4.6.3 Acidez titulable**

Se pesaron 5 gramos de muestra fresca del fruto, la cual se colocó en un mortero para su maceración hasta obtener una consistencia como papilla, se agregó agua destilada (50ml) para homogenizar. Una vez filtrada se tomó una alícuota del 10ml de ese jugo, para colocarse en un matraz Erlenmeyer de 125ml. Es recomendable

repetir el proceso para hacer una comparativa con más muestras. En el mismo matraz se añadieron 3 gotas de fenolftaleína al 1% para después poner en la bureta NaOH (Hidróxido de sodio 0.1 N) y titular hasta obtener el viraje rosado. Al final se debe anotar el volumen gastado para obtener los resultados con la siguiente fórmula

$$\% \text{ Acido} = \frac{\text{Vol} * \text{N}(\text{NaOH}) * 0.064}{\text{Cantidad de la muestra empleada}}$$

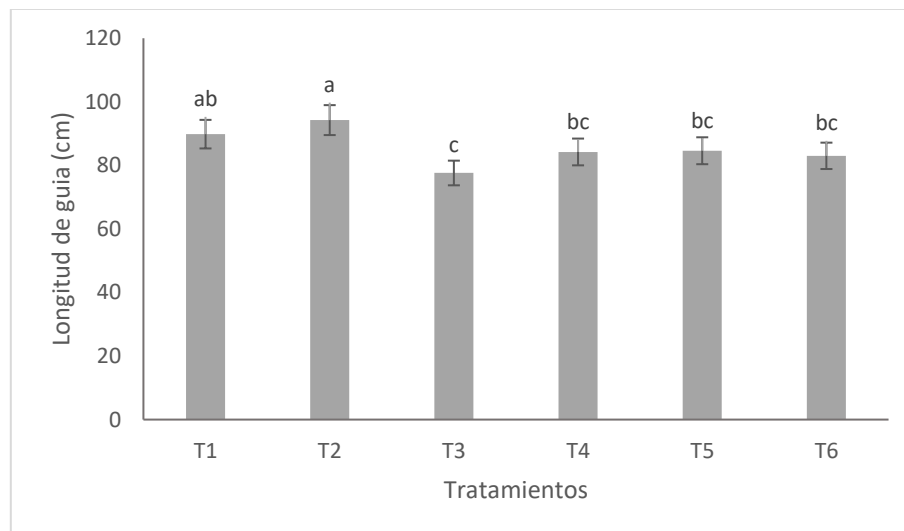
#### **4.7 Análisis estadístico**

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, con seis tratamientos, tres repeticiones y cinco plantas por repetición. El programa estadístico utilizado para realizar análisis de varianza fue Infostat versión 2017 y la prueba de comparación de medias Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la Tabla 7 (Anexos) para las variables agronómicas se encontraron diferencias altamente significativas en longitud de guía, diámetro de tallo, número de frutos, peso, rendimientos expresando que los biofertilizantes ejercen un efecto distinto sobre el cultivo de pepino.

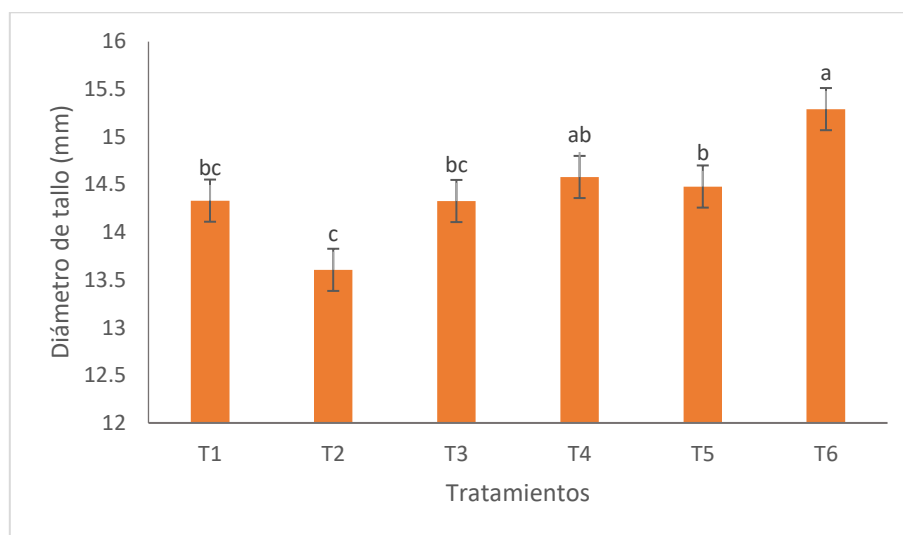
En la variable de longitud de guía de la Figura 3 puede observarse que el T2 fue diferente a los demás tratamientos, sin embargo, es estadísticamente igual al testigo. Se puede deducir que el crecimiento o desarrollo del cultivo se ve afectado por el uso de biofertilizantes, esto coincide con Díaz *et al.*, (2016), quienes reportaron una mayor longitud de guía en calabacita al combinar la fertilización inorgánica con un biofertilizante fermentado de gallinaza. Resultados similares encontró Nelis *et al.*, (2018), una mayor altura en caña de azúcar aplicando bacterias fijadoras de nitrógeno en contraste con la fertilización convencional, destacando el uso de productos con microorganismos para fomentar el desarrollo de los cultivos. Ávila y Vargas, (2019) reportaron plantas con mayor altura en pepino cuando se aplican estiércoles y una adición de zeolita como fertilizante orgánico.



Medias con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 3.** Comparación de medias para longitud de guía en el cultivo de pepino

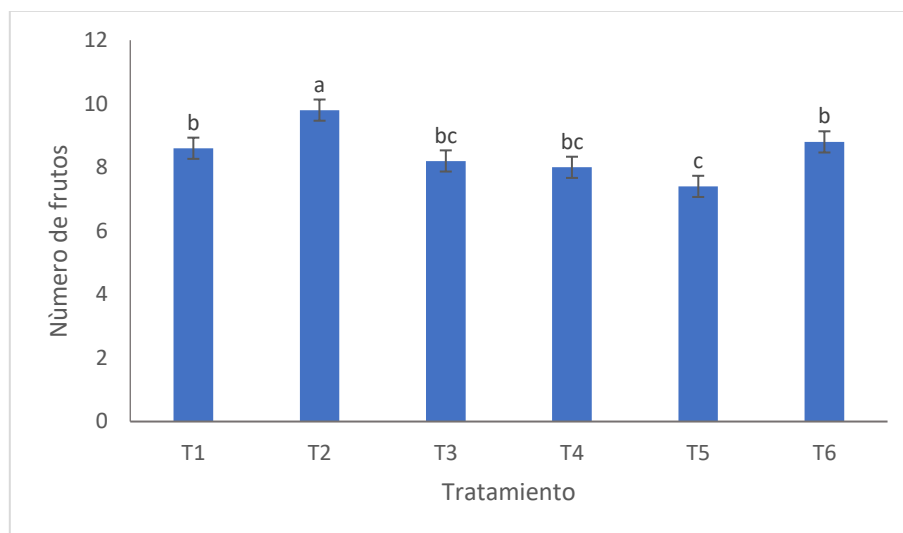
Para la variable diámetro de tallo (Figura 4), el T6 fue estadísticamente diferente a los demás tratamientos superando al testigo en 6.69 %. Ayala *et al.*, (2020) mencionan que al utilizar vermicompost a un rango medio se favorece en la obtención de mayor diámetro de tallo en plantas de calabacita, López *et al.*, (2012) obtuvieron tallos con mayor diámetro en el cultivo de chile habanero al utilizar lombricomposta. Estos resultados son similares al aumento de vigor de plantas en chile mirasol cuando aplicaron un biofertilizante con bacterias de *Azospirillum brasilense* (Lara *et al.*, 2010).



Medias con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 4.** Comparación de medias para el diámetro de tallo en el cultivo de pepino

En la variable número de frutos se establece que los biofertilizantes tienen un efecto sobre el cultivo al encontrarse diferencias altamente significativas, en la Figura 5 puede observarse que T2 es superior al testigo en un 13.8 %. En distintos trabajos en los que se incluye el uso de vermicompost y abonos sólidos se ha encontrado un aumento en el número y peso de frutos de tomate (Luna *et al.*, 2015). En los resultados de Castillo y Montalván, (2018) comprobaron que pueden obtenerse un mayor número de frutos en el cultivo de pepino cuando se utilizan dosis menores de biofertilizante (0.25:15) con mayor frecuencia de aplicación. Calero *et al.*, (2019) encontraron un aumento en el número de frutos de pepino al aplicar una dosis de 100ml de microorganismos eficientes combinada con 100ml de lixiviado de vermicompost.

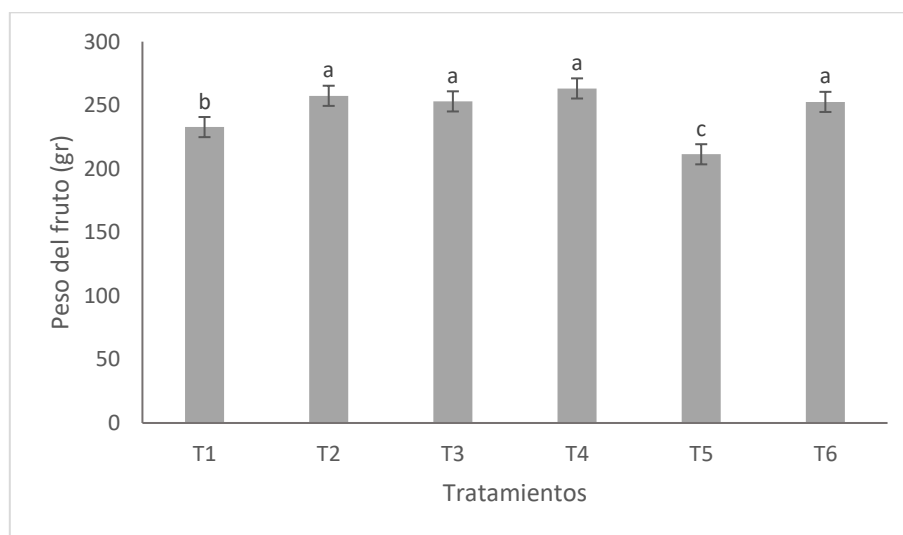


Medias con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 5.** Comparación de medias para el número de frutos en el cultivo de pepino



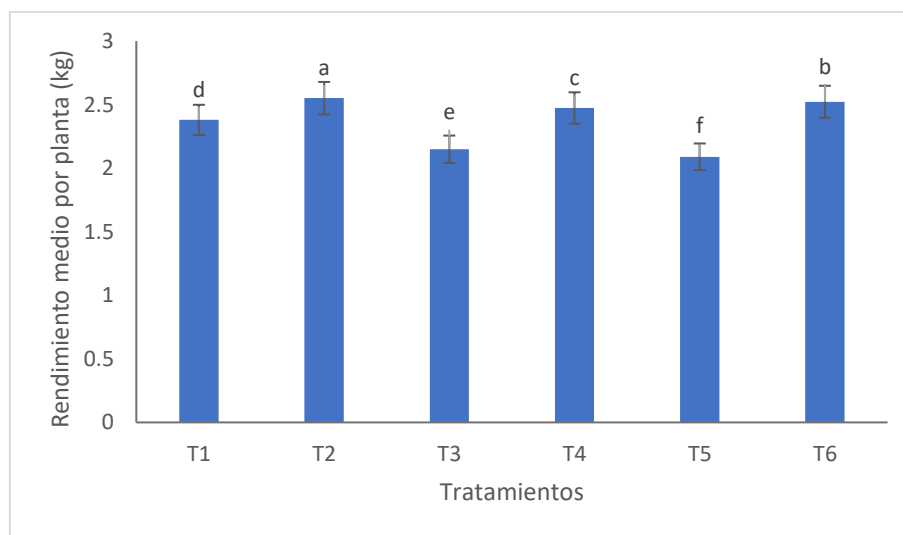
En el peso del fruto de pepino se encontraron diferencias altamente significativas logrando identificar que todos los tratamientos producen un efecto diferente sobre el peso de fruto. En la Figura 6 se pueden identificar que el T4, T2, T3 y T6 incrementan en 13.3, 10.7, 9.05 y 8.62 % respectivamente en comparación al T1. En esta investigación los productos involucrados en el aumento del fruto son las algas y los biofertilizantes combinados con las bacterias. García *et al.*, (2007) mostraron resultados de un aumento en el peso de frutos de pepino al aplicar una dosis de 25ml L<sup>-1</sup> de bioplasma, un producto comercial con contenido de algas marinas. La obtención de frutos con un buen peso indica que el uso de estiércoles ayuda a mejorar la productividad de cultivos debido a la aportación de elementos minerales esenciales para las plantas (Olivares *et al.*, 2012). Así mismo Saed *et al.*, (2015) comprobaron que al combinar un biofertilizante comercial que contiene *Azotobacter* y una fertilización completa se logran los mayores pesos del fruto de pepino.



Medias con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 6.** Comparación de medias en el peso de frutos de pepino

En la Figura 7 para la variable rendimiento se observa que el T2 fue diferente a los demás tratamientos. El T2 presenta un incremento de 7.2 % respecto al T1. Capulín *et al.*, (2011) encontraron mayores rendimientos al realizar la biofertilización líquida en el cultivo de tomate. Calero *et al.*, (2019) obtuvieron un mayor rendimiento cuando se inoculaban microorganismos eficientes y se hacían aplicaciones foliares de biofertilizante en cultivo de pepino, un 13% mayor comparado al testigo. En los resultados López *et al.*, (2012), se tuvieron los mejores rendimientos al fertilizar con lombricomposta e infusiones de estiércoles en el cultivo de chile habanero. Moreno *et al.*, (2014), encontraron mayores rendimientos en el cultivo de melón en invernadero al aplicar una cantidad alta de vermicompost mezclada con arena de río (40:60).

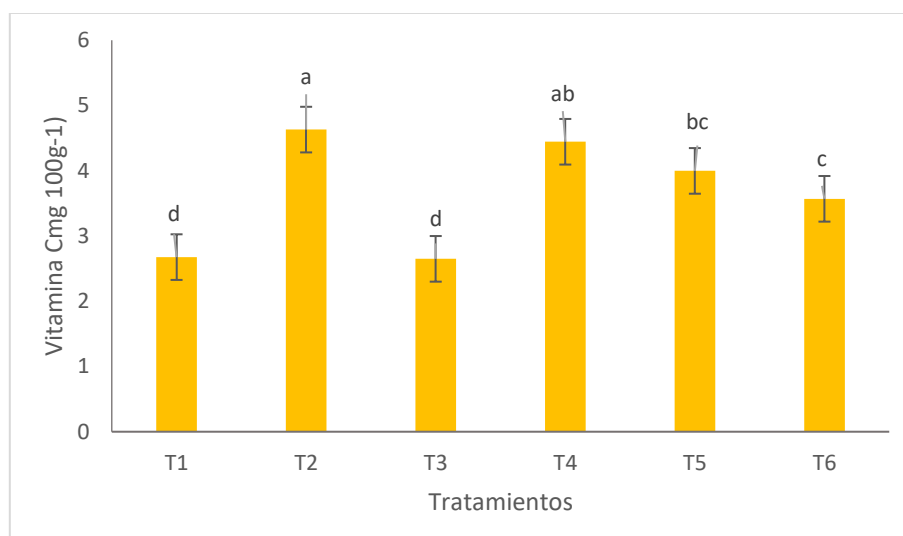


Medias con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 7.** Comparación de medias en el rendimiento en cultivo de pepino

De acuerdo a la Tabla 8 (Anexos) en las variables bioquímicas y de calidad se encontraron diferencias significativas en algunas variables, por otro lado, para las variables sólidos solubles totales, acidez titulable y diámetro polar no se encontró diferencia alguna.

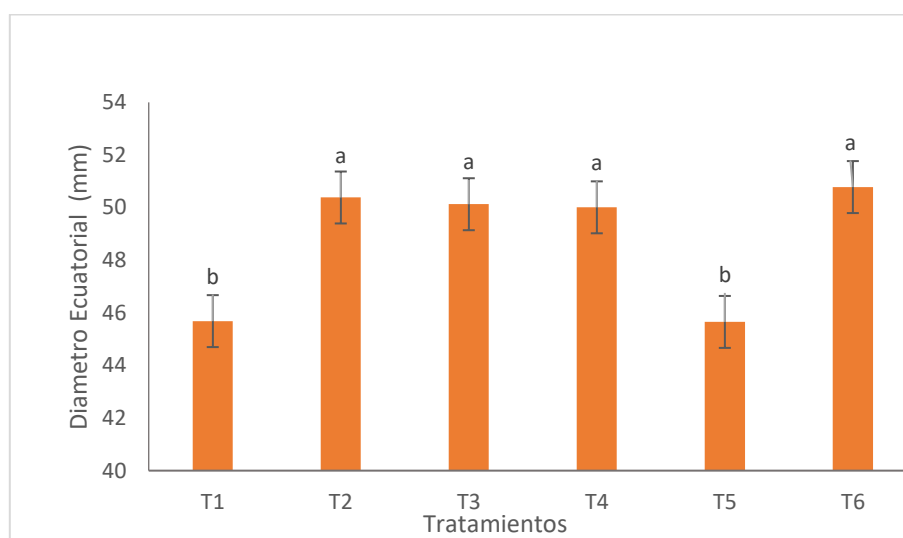
En la Figura 8 para la variable vitamina C, el T2 actúa como el mejor tratamiento con un 72.7 % superior al testigo. En los cultivos de pepino y tomate González *et al.*, (2003) utilizaron bioestimulantes enriquecidos con bacterias del género *Azotobacter* encontrando un aumento dicha variable. También Cabaleiro *et al.*, (2017) establecieron un aumento de vitamina C en los frutos de pimientos agregando una combinación de fertilización química y un complemento de gallinaza. Un caso distinto ocurrió con Corrales *et al.*, (2013) en su investigación humus y biofermentado de estiércol bovino para el cultivo de tomate en donde no encontrarían diferencias significativas a los testigos químicos.



Medias con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 8.** Comparación de medias para el contenido de vitamina C en frutos de pepino

Para diámetro ecuatorial, en la Figura 9 puede apreciarse que el T6, T2, T3 y T4 se incrementan en 11.15, 10.28, 9.73, 9.47 % superior el T1. Los resultados son similares a la investigación de Mennjivar *et al.*, (2015) quienes lograron aumentar el tamaño del fruto de calabacita combinando aplicaciones de fertilizantes edáficos y orgánicos, al igual que Díaz *et al.*, (2014) obtuvieron frutos de pepino en invernadero con mayor diámetro cuando se realizaba una aplicación baja (30 %) de vermicompost. Sin embargo, García y Romero, (2016) en su experimento de pepino orgánico, no encontraron diferencias entre sus tratamientos que contenía humus de lombriz y fertilización química.



Medias con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey  $P \leq 0.05$ ).

**Figura 9.** Comparación de medias en diámetro ecuatorial en frutos de pepino

En las variables sólidos solubles totales, firmeza, acidez titulable, diámetro polar no se encontraron diferencias significativas (Tabla 6); la respuesta en sólidos solubles totales coincide con lo obtenido por Sarmiento et al., (2019) quienes al aplicar humus de lombriz y crema de algas marinas en sandia no encontraron diferencias significativas por efecto de los tratamientos; a diferencia Flores *et al.*, (2015) en cultivo de melón con un manejo a campo abierto y de nutrición orgánica compuesta de bocashi obtenía un aumento de los sólidos solubles totales en fruto.

**Tabla 6.** Comparación de medias de las variables de calidad y bioquímicas en frutos de pepino

Tratamientos	Sólidos solubles (%)	Acidez titulable (%)	Firmeza (kg)	Diámetro polar (cm)
T1	3.10a	0.33a	3.96ab	17.7a
T2	3.18a	0.31a	3.89ab	18.3a
T3	3.04a	0.38a	3.71b	18.8a
T4	3.04a	0.33a	4.22 <sup>a</sup>	18.9a
T5	2.98a	0.31a	4.25 <sup>a</sup>	17.7a
T6	3.14a	0.38a	4.23 <sup>a</sup>	18.5a

En cuanto a acidez titulable igualmente la aplicación de los tratamientos no obtuvo efectos con esta variable, esto concuerda con García *et al.*, (2019) en el cultivo de fresa hidropónica, cuando se combinaban más compuestos que actuaban como bioestimulantes de alto nivel comercial.

Para la firmeza se observa que todos los tratamientos son iguales a excepción del T3 que obtuvo el menor valor. Terry *et al.*, (2018), utilizaron una combinación de fertilización mineral y bioestimulantes con micorrizas encontrando resultados en el nivel de calidad y firmeza para aumentar la vida de anaquel en frutos de tomate.

(Pérez *et al.*, 2020) Establece que los biofertilizantes a base de algas (spirulina) aumentan la calidad del fruto berenjena aumentando su firmeza en postcosecha.

Cabe destacar que en los resultados obtenidos los frutos de pepino se mantienen en el rango de firmeza establecido que oscila entre 4.5 a 5 kg (López *et al.*, 2011) e igualmente los rangos de firmeza del trabajo de Barraza, (2015) están entre los 4.6 y 6.7 kg desatacando que únicamente trabajo con concentraciones variadas solución nutritiva para pepino.

En el diámetro polar que corresponde al tamaño del fruto se observa que todos los tratamientos son igual estadísticamente y no hubo un efecto de aumento para esta variable por parte de los tratamientos, también Vázquez *et al.*, (2014) no encontraron diferencias para dicha variable en su experimento de pepino mediante la fertilización biológica y mineral.

## **VI. CONCLUSIONES**

Las aplicaciones de los tratamientos evaluados favorecieron el crecimiento vegetal y calidad de los frutos de pepino, siendo el biol líquido de estiércol fermentado (T2) el que incrementó las variables: longitud de guía, número de frutos, peso promedio de frutos, rendimiento por planta, vitamina C y diámetro ecuatorial de fruto.

El producto comercial con contenido de algas (T6) favoreció el aumento del diámetro de tallo de las plantas de pepino. Por otro lado, los tratamientos aplicados no mostraron efecto en las variables sólidos solubles, acidez titulable, firmeza y diámetro polar en frutos.

La utilización de biofertilizantes son una alternativa para la producción orgánica del cultivo de pepino en campo abierto, sin embargo, podría ser funcional para otros cultivos.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

Abad, A. (2014). Aspectos principales para tener éxito en el cultivo de pepino. Marzo 24, 2021. Consultado en: <https://docplayer.es/49680114-Aspectos-principales-de-exito-en-el-cultivo-de-pepino-david-e-meca-abad-estacion-experimental-de-cajamar.html>.

Abanto, C., Soregui, G., Pinedo, M., Velazco, E., Paredes, E., y Medeiros, E. (2019). Uso de biofertilizantes en el desarrollo vegetativo y productivo de plantas de camu-camu en Ucayali, Perú. *Revista Ceres*, 66(2), 2-3.

Acosta, M., López, M., y Coronel, V. (2018). Estrategias de Marketing para el mercado de productos orgánicos en el Ecuador. *Revista Espacios*, 39(8), p.1.

Aguñaba, A., Medina, C., Garruña, N., Moreno, L., y Ruiz, E. (2020). Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Acta Universitaria*, 30:3-4.

Alarcón, A y Fuentes S. (2015). Melón. Marzo 22, 2021 Consultado en: <https://publicacionescajamar.es/sertematicasagricultura/cultivoshorticolasalairelibre>

Álvarez, D., Gómez A., León, S., y Gutiérrez, A. (2010). Manejo integrado de fertilizantes y abonos orgánicos en el cultivo de maíz. *Agrociencia*, 44(5), 2-3.

Armenta, A., García, C., Camacho, R., Apodaca, M., Montoya, G., y Nava, E. (2010). Biofertilizantes en el desarrollo agrícola de México. *Revista de Sociedad, Cultura y Desarrollo Sustentable*, 6(1), 52-53.

Ávila, A., y Vargas, P. (2019). Compostaje aeróbico de estiércol bovino y pollinaza con adiciones de zeolitas en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus*). *Desarrollo Local Sostenible*, 12(35), 12.

Ayala, F., López, C., Yáñez, M., Diaz, T., Velázquez, T., y Parra, J. (2019). Densidad de plantas y poda de tallos en la producción de pepino en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(1), 1-2.



Ayala, Felipe., López, G., Parra, Juan., Retes, J., López, C., y Yañez, M. (2020). Vermicomposta, auxinas sintéticas y producción de calabacita (*Cucurbita pepo* L.) en invernadero. *Terra Latinoamericana*, 38(2), 262.

Barraza, F. (2012). Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis Sativus* L.) en invernadero. *Temas agrarios*, 17(2), 2-3.

Barraza, F. (2017). Absorción de N, P, K, Ca y Mg en cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema hidropónico. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 11(2), 344-345.

Barraza, O., Ovalle, B., y Peña, E. (2019). Producción y caracterización de bioestimulantes para la producción agrícola a partir de residuos locales. *Revista Electrónica Anfei digital*, 11, 2-3.

Barraza, V. (2015). Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. *Revista colombiana de ciencias hortícolas*, 9(1), 66-68.

Bojacá, O., y Monsalve, O. (2012). Introducción. Manual de producción de pepino bajo invernadero Colombia (20-21). Bogotá Colombia: Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Borbón, C., Arvizu, M., García, A., y Martín, J. (2019). ventajas comparativas del pepino mexicano de exportación hacia Estados Unidos. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 43, 3-5.

Borge, M. (2012). agricultura orgánica: solución de sostenibilidad. *Éxito empresarial*, 196, 2.

Boza, M. (2010). Desafío del desarrollo: Agricultura orgánica como parte de una estrategia de mitigación de la pobreza rural en México. *Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, 19(37), 94.

Cabaleiro, F., Sainz, M., Seoane, y López, M. (2017). Efectos en suelo y fruto de la fertilización de pimiento con estiércol de pollo peletizado. *Recursos rurales*, 13, 49-50.

Calero, A., Quintero, E., Pérez, Y., Hurtado, P., González, N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino. *Revista U.D.C.A*, 22(2), 4-6.

Calvo, C. (2011). Bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno. *Universidad de Salamanca*, 1, 3.

Cano, M., Bennet, A., Silva, E., Robles, S., Sainos, U., y Castorena, H. (2016). Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. *Agrociencia*, 50(4), 2.

Capulín, J., Mohedano, L, Sandoval, M., y Capulín, C. (2011). Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. *revista Chapingo serie horticultura*, 17(2), 110-111.

Carnide, V., y Rosario, M. (2006). Las cucurbitáceas: bases para su mejora genética. *Horticultura Internacional*, 53, 3-5.

Conabio. (2010). *Cucumis sativus*. Marzo 20, 2021. Consultado en [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/dctos/consulta\\_SIOVM.html](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/bioseguridad/dctos/consulta_SIOVM.html)

Corrales, I., Chaveli, P., y Fon, L. (2013). Alternativas de fertilización en el tomate para obtener producciones sostenibles. *Agrisost*, 19(2), 22-23.

Coss, Hugo., Cástulo, I., Durand, J., Monteros, L., y López, A. (2015). Tratamiento de sustrato de bovino y producción de biogás en un biodigestor continuo con lombricultura. *e-Gnosis*, 13, 2-3.

Daza, M., Ladino, G., y Urrutia, N. (2018). Beneficios agronómicos y ambientales de fuentes de fertilizantes nitrogenados en *Ocimum basilicum* L. *DYNA*, 85(206), 2-3.

Delacio, C., y López, R. (2007). Las cucurbitáceas del estado Cojedes, Venezuela. *Acta Botánica Venezuelica*, 30(1), 19.

Díaz, A., Alvarado, M., Allende, A., y Ortiz, M. (2016). Crecimiento, nutrición y rendimiento de calabacita con fertilización biológica y mineral. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 32(4), 450-451.

Figueroa, E., y Espinosa, L. (2020). Análisis de la producción de pepino y pepinillos en México. *Academia Journal*, 1, 5-6.

Flores, A., Godoy, S., y Bárcenas, M. (2015). Efecto de la poda de guías y dos tipos de fertilización en la producción de melón *Cucumis melo*. *Universitas León* 6(1), 6-8.

Gañan, L., Álvarez, E., y Castaño, J. (2015). Identificación genética de aislamientos de *Colletotrichum spp.* causantes de antracnosis en frutos de aguacate, banano, mango y tomate de árbol. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas*, 39(152), 2-3.

García, H., y Romero, F. (2016). Evaluación de la fertilización órgano-mineral del cultivo de pepino en la finca los Ramírez, municipio Manatí. *Revista digital de Medio Ambiente "Ojeando la agenda"*, 43, 2-3.

García, J., Salazar, E., Orona, A., Fortis, M., Idilio, H. (2010). Agricultura orgánica: el caso de México. En *Agricultura orgánica, tercera parte* (p.29). Durango, México: Primera Edición Conacyt.

García, L., y Ramos, L. (2007). Influencia de la aplicación de diferentes dosis de agroplasma en el cultivo del pepino (*Cucumis sativus L.*) en condiciones de casa de cultivo protegido. *Centro Universitario de Guantánamo*, 4-5.

García, V., Becerril, E., Saucedo, E., Velazco, C., Calderón G., Espinosa, V., y Jaén D. (2019). Combinación de fertilización orgánica, inorgánica y hongos micorrízicos para mejorar calidad de los frutos de fresa (*Fragaria x ananassa Duch*). *Agrociencia*, 53, 1249-1251.

Gómez, M., Schwentesius, R., Ortigoza, J., y Gómez, L. (2010). Situación y desafíos del sector orgánico de México\*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 4(1), 2.

González, M., Martínez, R., Corrales, I., Pérez, D., Gandarilla, J., Curbelo, R., y Méndez, V. (2003). Efectividad de un bioestimulador en la calidad de las hortalizas como sostenibilidad de las producciones en la agricultura urbana. Centro agrícola, 4, 12-13.

González, N., Martínez, B., y Infante, D. (2010). Mildiu polvoriento en las cucurbitáceas. Protección vegetal, 25(1), 45.

Grageda, O., Diaz, A., SS, J., 1 Vera, J. (2012, septiembre). Impacto de los biofertilizantes en la agricultura. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 6(1), 2-4.

Hernández, M., Bennet, A., Silva, E., Robles, E., Sainos, U., y Castorena H. (2016). Caracterización de bioles de la fermentación anaeróbica de excretas bovinas y porcinas. Agrociencia, 50(4), 475.

Higa, T., y Perr, J. (2018). Microorganismos benéficos y efectivos para una agricultura y medio ambiente sostenible. Marzo 21, 2021. Consultado en <https://itscv.edu.ec/>

Lara, C., Lechuga, D., Luna, M., Bravo, A., Avelar, J., y Llamas, J. (2010). Evaluación de biofertilizantes en cultivos de chile (*Capsicum annum L.*) en el estado de Zacatecas. Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), 1, 4.

Leiva, M., Panimboza, J., Rivas, F., Rivera, A., y Carpio, C. (2019). Agresividad diferencial entre aislados de *Botrytis cinerea* Pers. en *Fragaria vesca* L. cv. Albion. Protección vegetal, 34(1), 2.

Lira, R. 2017. Uso de Biofertilizantes en la Agricultura Ecológica. Serie Agricultura Orgánica Núm. 14. Artículos Técnicos de INTAGRI. México. p.9.

López, C. (2003). Cultivo de pepino. En Guía técnica cultivo de pepino El Salvador: CENTA. pp.20-21.

López, E., Garza, S., Huez, M., Jimenez, J., y Rueda, E. (2015). Producción de pepino (*Cucumis Sativus L.*) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. *European Scientific Journal*, 11(24), 2-7.

López, J., Rodríguez, J., Leyva, E Huez, M., Garza, S., y Jiménez, J. (2011). Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus L.*) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *IDESIA*, 29(2), 2-3.

López, M., Martínez, R., Brossard, M., Bolivar, A., Alba, A., y Pereira, H. (2008). Efecto de biofertilizantes bacterianos sobre el crecimiento de un cultivar de maíz en dos suelos contrastantes venezolanos. *Agronomía tropical*, 58(4), 2-3.

López, M., Poot, J., y Mijangos, M. (2012). Respuesta del chile habanero (*Capsicum chinense L. Jacq*) al suministro de abono orgánico en Tabasco, México. *Revista científica udo agricola*, 12(2), 309-310.

Luna, L., Martínez, R., Hernández, Medrano, S., y Pacheco, J. (2013). Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 36(1), 2.

Luna, R., Reyes, J., López, R., Reyes, M., Murillo, J., Samaniego, C., Coronel, A., Méndez, C., Trávez, R. (2015). Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*S. lycopersicum L.*). *Centro agricola*, 42(4), 70-71.

Maldonado, F., Ramírez, F., Lara, A., Acosta, D., Rivera, R., y Reyes, T. (2017). Mapeo de la distribución espacial de trips (Insecta: Thysanoptera). *Revista científica de tecnología y medio ambiente*, 26(2), 2-3.

Mamani, P., Chávez, E., y Ortuño, L. (2010). *El biol.* Marzo, 28 2021. Consultado en: <https://www.proinpa.org/web/>.

Marcano, C., Acevedo I., Contreras C., Jiménez, O., Escalona, A., y Pérez P. (2012). Crecimiento y desarrollo del cultivo pepino (*Cucumis sativus L.*) en la zona hortícola de Humocaró bajo, estado Lara, Venezuela. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(8), 3-5.

Martínez, L., Bello, P., y Castellanos, O. (2012). Sostenibilidad y desarrollo: el valor agregado de la agricultura orgánica. En Limitaciones de la agricultura orgánica en Colombia. Bogotá, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 188 p.

Mazuela, P., Cepeda, B., y Cubillos, V. (2012). Efecto del injerto y del bioestimulante Fartum sobre la producción y calidad en tomate cherry. IDESIA, 30(3), 2-4.

Menjívar, J., Enciso, C., y Martínez, H. (2015). Evaluación de la eficiencia de tres fertilizantes edáficos sobre el rendimiento y calidad del zapallo (*Cucurbita maxima* var. *Unapal- Mandarin*). Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 6(1), 189-191.

Montaño, N., Gil, J., y Palmares, Y. (2018). Rendimiento de pepino (*C. sativus* L.) en función del tipo de bandeja y la edad de transplante de las plántulas. Anales Científicos, 79(2), 1-2.

Moreno, A., García, L., Cano, P., Martínez, V., Márquez, C., Rodríguez, N. (2014). Desarrollo del cultivo de melón (*Cucumis melo*) con vermicompost bajo condiciones de invernadero. Ecosistemas y recursos agropecuarios, 1(2), 166-167.

Moreno, A., García, V., Reyes, J., Vázquez, J., y Cano, P. (2018). Rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal: una alternativa de biofertilización para la agricultura sustentable, 20(1), 3.

Nelis, A., Guevara, Y., Pérez, M., Dopico, D., León, V., Acosta, R., Oliva, N., García, E., y Pineda, E. (2018). Desarrollo de biofertilizantes a partir de las bacterias *Gluconacetobacter diazotrophicus* y *Bacillus megaterium* para la caña de azúcar y otros cultivos. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, 1, 7.

Olivares, M., Hernández, M., Vences, M., Balderrama, M., Ojeda, D. (2012). Lombricomposta y composta de estiércol de ganado vacuno lechero como fertilizantes y mejoradores de suelo. Universidad y ciencia, 28(1), 30-32.

- Otero, P. (2019). Tipos de Pepinos: Cuáles son las variedades más cultivadas. Marzo 24, 2021. Consultado en <https://www.agrohuerto.com/tipos-de-pepinos/>
- Peña, M., Zayas, M., y Rodríguez, R. (2015). La producción científica sobre biofertilizantes en cuba en el período 2008-2012: un análisis bibliométrico de las revistas cubanas. *Cultivos tropicales*, 36(1), 2-3.
- Peralta, L., Juscamaita, J., y Meza, V. (2016). Obtención y caracterización de abono orgánico líquido a través del tratamiento de excretas del ganado vacuno de un establo lechero usando un consorcio microbiano ácido láctico. *Ecología aplicada*, 15(1), 3.
- Pérez, Y., López, I., y Reyes, Y. (2020). Las algas como alternativa natural para la producción de diferentes cultivos. *Cultivos tropicales*, 41(2), 11-12.
- Pomboza, P., Olguer, L., Aldaz, L., Vega, J., y Aldaz, J. (2016). Influencia del biol en el rendimiento del cultivo de *Lactuca sativa* L variedad Iceberg. *Selva Andina biosphere*, 4(1), 84-85.
- Potisek, M., Figueroa, U., González, G., Jasso, R., y Orona, I. (2010). Aplicación de biosólidos al suelo y su efecto sobre contenido de materia orgánica y nutrientes. *Terra Latinoamericana*, 28(4), 328.
- Ramirez, G., Garcia, A., Luna, R., Ocampo, R., González, G., y Soto, R. (2012). Efecto del manejo cultural y sombreo sobre la productividad del cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). *Ciencia UAQ*, 5(1), 2-3.
- Restrepo, S., Pineda, E., y Ríos, L. (2017). Mecanismos de acción de hongos y bacterias empleados como biofertilizantes en suelos agrícolas: una revisión sistemática. *Ciencia y tecnología agropecuaria*, 18(2), 2-3.
- Ruiz, J., Medina, G., González, I., Flores, E., Ramírez, G., Ortiz, T., Byerly, K., y Martínez, E. (2013). Pepino. En requerimientos agroecológicos de cultivos 2da edición Guadalajara, Jalisco: INIFAP, 380 p.

SADER. (2020). Avanzan Agricultura y productores en propuesta de Programa Nacional para Productos Orgánicos. Marzo 26, 2021. Consultado en: <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/avanzan-agricultura-y-productores-en-propuesta-de-programa-nacional-para-productos-organicos>.

Santillana, N., Arellano, C., & Zúñiga, D. (2005). Capacidad del rhizobium de promover el crecimiento en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum Miller*) . Ecología aplicada, 4(1), 2-3.

Sarmiento G., Amezquita, M., y Mena, L. (2019). Uso de bocashi y microorganismos eficaces como alternativa ecológica en el cultivo de fresa en zonas áridas. Scientia Agropecuaria, 10(1), 57-59.

Sarmiento, G., Pino, D, Mena, L., Medina, H., y Lipa, L. (2019). Aplicación de humus de lombriz y algas marinas en el cultivo de sandía (*Citrullus lanatus Thunb.*) var. Santa Amelia. Scientia Agropecuaria, 10(3), 363-365.

Sasilimas, H. 2012. Manual de producción de pepino bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.

Seminis. (2019). Características y requerimientos de la siembra de pepino. Marzo 25, 2021. Consultado en: <https://www.seminis.mx/caracteristicas-y-requerimientos-de-la-siembra-de-pepino/>.

SIAP. (2016). El impacto de las plagas y enfermedades en el sector agrícola. Junio 1, 2021. Consultado en <https://www.gob.mx/siap/articulos/el-impacto-de-las-plagas-y-enfermedades-en-el-sector-agricola>

Siap. (2020). Resumen por cultivo pepino. Marzo 25, 2021, Consultado en: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/ResumenDelegacion.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenDelegacion.do)

Sierra, E., Cruz, J., y Casaca, A. (2005). Taxonomía y morfología. En Guía técnica de frutas y vegetales (3). Costa Rica: Dicta.

Sinavimo.gob. (2014). Cucumis sativus. marzo 24, 2021. Consultado en: <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/cucumis-sativus>.



- Soto, G. (2003). La adopción de la agricultura orgánica por parte de los pequeños agricultores de América Latina y el Caribe. En Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza Costa Rica: Primera Edición Costa Rica. 12 p
- Tanya, M., y Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. Centro agrícola, 46(2), 2-3.
- Terry, E., Ruiz, J., y Carrillo, Y. (2018). Efecto de diferentes manejos nutricionales sobre el rendimiento y calidad de frutos de tomate. Agronomía Mesoamericana, 29(2), 395-395.
- Vázquez, S., Lira, S., Valdez, A., Cárdenas, A., Ibarra, A., y Sandoval, G. (2014). Respuestas del pepino a la fertilización biológica y mineral con y sin acolchado plástico en condiciones de casa sombra. Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica, 10,2-5.
- Vega, J., Bolaños, T., Rivera, M., y Girón, M. (2012). Control integrado de la Gallina ciega *Phyllophaga vetula* Horn (Coleoptera: Melolonthidae) con agentes entomopatogénicos en Oaxaca, México. Revista Científica UDO, 12(3), 609-610.
- Zachrisson, B., Herrera, J., y Bernal, J. (2017). Plantas hospedantes de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae), en áreas colindantes al cultivo de tomate, en la región este de Panamá. IDESIA, 35(1), 2.
- Zamilpa, J., Schwentesius, R., y Ayala, D. (2016). Estado de la cuestión sobre las críticas a la agricultura orgánica. Acta Universitario, 26(2), 2-3.
- Zamora E. (2017). El cultivo de pepino europeo (*Cucumis sativus* L.) Bajo cubiertas plásticas. Cultivos protegidos, 6,1.
- Zúñiga, W., Melesio, J., y Raya, L. (2016). Evaluación de un biofermento elaborado a partir de extractos naturales en cultivo de Brócoli (*Brassica oleracea itálica*). Revista de Ciencias Naturales y Agropecuarias, 3(8), 55.

## VIII. ANEXOS

**Tabla 7.** Cuadrados medios del análisis de varianza en las variables agronómicas en el cultivo de pepino a campo abierto

Fuente de variación	G.L.	Longitud de guía	Diámetro de tallo	Número de frutos	Peso de frutos	Rendimiento
Tratamiento	5	333.24	2.93	6.67	3769.07	387026.88
Repetición	5	56.08	0.26	0.33	162.93	147.81
P	5	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
C.V. (%)	5	6.63	4.12	8.38	3.90	0.64

**Tabla 8.** Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables bioquímicas y de calidad en frutos de pepino cultivados a campo abierto

Fuente de variación	G. L.	Sólidos solubles totales	Ácido ascórbico	Acidez titulable	Diámetro ecuatorial	Dm polar	Firmeza
Tratamiento	5	0.05	7.34	0.01	58.52	2.79	2.47
Repetición	5	0.08	0.17	0.01	9.71	1.57	0.57
P	5	0.4458	<0.0001	0.0655	<0.0001	0.1040	0.0077
C.V. (%)	5	7.69	10.08	18.72	5.58	6.52	9.15



**Figura 10.** Biofertilizante bovino



**Figura 11.** Cultivo de pepino establecido en campo abierto