

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. "Poinsett" a la fertilización biológica en invernadero.

Por:

**BERTHA ISABEL ARIAS DE LA TORRE**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Torreón, Coahuila, México  
Junio 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONOMICAS  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. "Poinsett" a la fertilización biológica en invernadero.

Por:

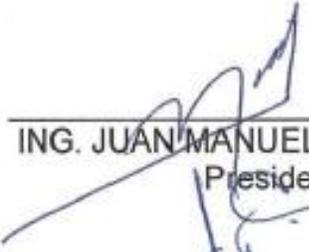
**BERTHA ISABEL ARIAS DE LA TORRE**

TESIS

Que se somete a la consideración del H. Jurado Examinador como requisito parcial para obtener el título de:

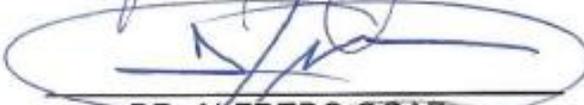
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
M.C. FRANCISCA SANCHEZ BERNAL  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
ING. ELISEO RAYGOZA SANCHEZ  
Vocal

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ  
Vocal Suplente

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

Coordinador de la División de Carreras Agronómicas  
Torreón, Coahuila, México

Junio 2018



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRÓNOMICAS  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) cv. "Poinsett" a la fertilización biológica en invernadero.

Por:

**BERTHA ISABEL ARIAS DE LA TORRE**

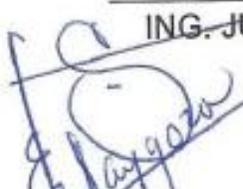
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

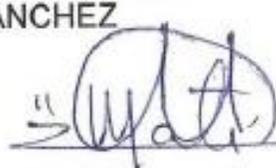
**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

  
\_\_\_\_\_  
ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS  
Asesor Principal

  
\_\_\_\_\_  
ING. ELISEO RAYGOZA SÁNCHEZ  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
DR. ALFREDO OGAZ  
Coasesor

  
\_\_\_\_\_  
M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO  
Coordinador de la División de Carreras Agronómicas  
Torreón, Coahuila. México

Junio 2018



## AGRADECIMIENTOS

**El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecer a Dios** por haberme permitido hacer realidad este sueño llegando a este punto de mi vida tan importante.

**A todos mis profesores** que tuve el honor de conocer y tratar en el transcurso de mi carrera de ingeniería. Agradeciendo su apoyo y confianza que me brindaron en su momento compartiendo sus conocimientos.

**También agradecer a mis colaboradores y asesores** que me dieron su total apoyo para sacar adelante el presente trabajo de investigación (tesis) Ing. Juan Manuel Nava Santos, Ing. Eliseo Raygoza Sánchez, M.C. Francisca Sánchez Bernal y Dr. Alfredo Ogaz.

**A mis compañeros y amigos en especial Rudy, Palomino, Alejandra y Dalia** que estuvieron siempre en las buenas y mala ya que de una forma u otra hicieron un papel importante en mi vida durante mi formación profesional.

**A la UAAAN UL “mi alma Terra Mater”** le agradezco por haberme permitido hacer un hogar de ella realizando uno de los sueños más anhelados, aprendiendo importantes cosas de todos aquellos que la formamos maestros, compañeros y amigos gracias por todo siempre será un orgullo ser un buitre.

## DEDICATORIAS

**A mi diosito y la virgencita de Guadalupe:** Por darme la vida, y por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

**A mis papas la Sra. María Merced de la Torre Blanco y el Sr. Luis Enrique Arias Gurrola:** especialmente a ellos por darme la vida por ser las personas más maravillosas teniéndoles mucho que agradecer porque por ellos soy lo que ahora y he llegado hasta donde he llegado gracias a su esfuerzo, apoyo y amor por haberme inculcado valores haciéndome una persona de bien, dándome los consejos correctos.

**A mi hijo Lucio Andrés Huerta Arias:** mi bebe te amo espero un día comprendas que no fue en vano nuestra separación, por hacer que tuviera el valor y la suficiente fuerza para no truncarme y ser alguien en la vida.

**A mis hermanos Marcela, mi Henry, Toñito, Malú y Esmeralda:** por todo su apoyo y por siempre estar ahí cuando más los necesito y no olvidarse de su hermana la loca Chikis no me pudo haber tocado mejor familia que ustedes que Dios me los cuide y bendiga siempre.

**Al ingeniero Eliseo Raigoza Sánchez:** por el apoyo incondicional en el trayecto de mi carrera profesional.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación plantea como objetivo determinar el rendimiento y calidad en la producción de pepino en invernadero con fertilización biológica por medio de la bacteria *Azospirillum* en conjunto con té de vermicompost. Se estableció un diseño experimental completamente al azar que consta de cuatro tratamientos; T<sub>1</sub> (testigo) Solución Nutritiva Steinr, T<sub>2</sub> *Azospirillum* 10<sup>-6</sup>, T<sub>3</sub> *Azospirillum* 10<sup>-8</sup> y T<sub>4</sub> *Azospirillum* 10<sup>-9</sup>; los tres tratamientos con fertilización biológica se le agrego té de vermicompost. El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero. De acuerdo al análisis estadístico se determinó diferencia significativa para las variables diámetro ecuatorial, peso por fruto y rendimiento por planta sobresaliendo el T<sub>3</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-8</sup>). Para las variables longitud de fruto y grados Brix, se determinó también diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el T<sub>2</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-6</sup>) y el T<sub>4</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-9</sup>) respectivamente.

**Palabras clave:** fertilización biológica, *Azospirillum*, vermicompost, pepino, invernadero

## **NDICE**

AGRADECIMIENTOS.....	i
DEDICATORIAS.....	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE APENDICE.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo.....	3
1.2. Hipótesis.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Historia del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.).....	4
2.2. Origen del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.).....	4
2.3. Importancia.....	4
2.4. Taxonomía y morfología.....	5
2.5. Fenología y desarrollo.....	7
2.6. Características botánicas.....	7
2.6.1. Raíz.....	7
2.6.2. Tallo.....	8
2.6.3. Hoja.....	8
2.6.4. Flor.....	8
2.6.5. Polinización.....	9
2.6.6. Fruto.....	9
2.6.7. Semilla.....	9
2.7. Requerimientos climáticos.....	10
2.7.1. Temperatura.....	10
2.7.2. Necesidades nutrimentales del pepino.....	11
2.8. Requerimientos edáficos.....	11
2.9. Humedad.....	11
2.10. Luminosidad.....	12
2.11. Tutorado.....	12

2.12. Plagas y enfermedades.....	13
2.13. Producción en invernadero .....	14
2.14. Solución nutritiva .....	15
2.15. El pH de la solución nutritiva.....	16
2.16. Producción orgánica.....	16
2.17. Uso de los biofertilizantes .....	17
2.18. Abonos orgánicos.....	18
2.19. Rizobacterias.....	18
2.20. Azospirillum spp .....	19
2.21. Vermicompost.....	20
2.22. Humus de Vermicompost.....	20
2.23. Uso de lixiviado en los cultivos agrícolas.....	21
2.24. Solución Universal de Steiner .....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	22
3.1. Ubicación Geográfica dela comarca lagunera .....	22
3.2. Características climáticas.....	23
3.3. Localización del sitio del lugar .....	23
3.4. Descripción del invernadero .....	23
3.5. Diseño experimental .....	23
3.7. Manejo del cultivo .....	24
3.7.1. Germinación y siembra de semillas .....	24
3.7.2. Preparación de soluciones nutritivas .....	24
3.7.3. Pasos para la preparación de té de vermicompost.....	25
3.7.4. Preparación de Azospirillum .....	26
3.7.5. Obtención de plántulas .....	26
3.7.6. Llenado de macetas .....	26
3.8. Labores de cultivo .....	26
3.8.1. Trasplante.....	26
3.8.2. Riegos y fertilización .....	27
3.8.3. Tutorado .....	27
3.8.4. Polinización .....	27
3.8.5. Control de plagas y enfermedades.....	28

3.9. Variables a evaluar .....	28
3.9.1. Altura de la planta .....	28
3.9.2. Peso por fruto .....	28
3.9.3. Producción por planta .....	29
3.9.4. Longitud de fruto .....	29
3.9.5. Diámetro ecuatorial .....	29
3.9.6. Acumulación de solidos solubles (Grados Brix) .....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	31
4.1. Altura de planta.....	31
4.2. Diámetro ecuatorial de fruto .....	32
4.3. Longitud de fruto.....	33
4.4. Grados Brix.....	35
4.5. Peso por fruto .....	36
4.6. Producción por planta.....	37
V. CONCLUSIONES.....	39
VI. BIBLIOGRAFÍA. ....	40
VII. APENDICE .....	49

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Altura de planta (cm), de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) resultado de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.....	31
<b>Figura 2.</b> Diámetro ecuatorial de fruto (cm), de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) resultado de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL. ....	33
<b>Figura 3.</b> Longitud de fruto (cm), de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) resultado de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.....	34
<b>Figura 4.</b> Grados Brix en pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) resultados de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL. ....	35
<b>Figura 5.</b> Peso por fruto (g), de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) resultado de la fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.....	37
<b>Figura 6.</b> Producción por planta (g), de pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) resultado de la fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL .....	38

## **INDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro A.</b> Temperatura diurna y nocturna que requiere el pepino en el invernadero.....	10
<b>Cuadro B.</b> Fertilización requerida para el desarrollo del pepino .....	11
<b>Cuadro C.</b> Los tratamientos evaluados en la producción de pepino, se describen a continuación:.....	23
<b>Cuadro D.</b> Fertilizantes utilizados en la preparación de la solución nutritiva Steiner .....	24
<b>Cuadro E.</b> Elaboración de solución orgánica azospirillum.....	26

## INDICE DE APENDICE

<b>Tabla 1.</b> Análisis de varianza para la variable altura de planta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila. ....	49
<b>Tabla 2.</b> Análisis de varianza para la variable producción por planta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila. ....	50
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza para la variable peso de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila. ....	50
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza para la variable longitud de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila. ....	51
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza para la variable grados brix de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila. ....	51
<b>Tabla 6.</b> Análisis de varianza para la variable diámetro de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino ( <i>Cucumis sativus</i> L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila. ....	52

## I. INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica es una de las opciones más prometedoras para la producción agroalimentaria nacional, es sustentable y conlleva a que los productores agrarios reciban mejores ingresos y logren mejores condiciones de vida. Este tipo de agricultura permite rescatar el conocimiento indígena y prácticas tradicionales (Cabral, 2009).

Los biofertilizantes y bioestimuladores microbianos pueden definirse como productos a base de microorganismos, que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas, al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de los nutrientes que necesitan para su desarrollo, así como suministrar sustancias hormonales promotoras del crecimiento. (Aguirre, 2007)

Los microorganismos más utilizados son las bacterias de los géneros *Rhizobium* y *Azospirillum*, así como hongos micorrícicos del género *Glomus*, que generalmente provienen de otras regiones, lo que limita a los agricultores locales (García, 2006).

En la actualidad, el mercado de los productos orgánicos a nivel mundial está determinado por diferentes factores como son: la oferta total por producto, la demanda de los consumidores, el sobreprecio, la estructura particular del mercado, además del aspecto perecedero del producto (Lamas *et al.*, 2003).

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una hortaliza de alto potencial económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones

del mundo; además, se cuenta con variedades de alto rendimiento y con prácticas de manejo que permiten maximizar su producción bajo invernadero (Ortiz, 2009). Teniendo una gran demanda en el mercado local e internacional ya sea fresco o industrializado (Arias, 2007).

El cultivo de pepino en el 2016 internacionalmente tiene una superficie sembrada de 6,872.36 ha de esas la superficie cosechada son 6,604.36 ha, teniendo una producción en toneladas de 250,248.59 (SIAP, 2016).

La producción de pepino en el mundo ha experimentado un crecimiento continuo, en 2010 se produjeron 62.571 millones de kilos, en 2011 la producción mundial fue de 64.327 millones de kilos, siendo la producción de 2012 de 65.134 millones de kilos de pepino (Asociación Mexicana de Horticultura Protegida, 2014).

Al respecto, se menciona que México es el segundo exportador mundial de pepino y el primer proveedor del mercado norteamericano (Mastache *et al.*, 2003).

En el 2014 en México se sembraron 1008 ha de pepino en invernadero (López et al 2015).

En México la producción de pepino organico tuvo en el 2003 271 toneladas y en invernadero una producción de 2905 toneladas (Díaz, 2013).

Referente a lo estatal en Coahuila tenemos una superficie sembrada de 38.00 ha, con una producción de 3,438.00 toneladas (SIAP, 2016).

En los municipios de la Región Lagunera de Coahuila y Durango, están en funcionamiento 300 hectáreas de cultivos de invernadero, siendo en su mayoría de tomate, pepino y pimiento marrón (Pérez, 2017).

### 1.1. Objetivo

Evaluar el rendimiento y calidad en la producción de pepino en invernadero con fertilización biológica.

### 1.2. Hipótesis

La fertilización biológica iguala en rendimiento y calidad en la producción de pepino a la solución nutritiva Steiner.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA.

### 2.1. Historia del pepino (*Cucumis sativus* L.)

Los pepinos se conocen y están naturalizados en la india desde hace al menos 4,000 años. Después encontraron muchos testimonios al respecto de estas plantas de griegos romanos, hebreos y egipcios en la antigüedad. Dicho esto, la especie *Cucumis sativus* no es la única representante de este género. Si consideremos que puede haber gran parecido en cuanto a los frutos y el modo de consumo con los *Cucumis melo* (melones). Hoy en día, es un ingrediente típico en las ensaladas mediterráneas y su variante encurtida, un popular aperitivo. Fueron los españoles quienes los trajeron a América. Esta hortaliza nunca provocado el mismo entusiasmo que los melones y, por lo tanto, no se han desarrollado tantas variedades (Mathias, 2013)

### 2.2. Origen del pepino (*Cucumis sativus* L)

El pepino se distingue de las otras especies de *Cucumis* por su número de cromosomas ( $2n=14$ ). Es originario de Asia, entre la bahía de Bengala y los Himalayas, de donde se difundió a la parte Este de China, Oeste de Asia Menor, Norte de África y Europa (Carnide y Barroso, 2006).

### 2.3. Importancia

México ocupa el lugar 12 entre los países productores de hortalizas, con una participación aproximada de 1.5 por ciento, en el cual provee 60 diferentes especies, aunque cuatro de ellas (tomate, pepino, chile bell y calabacita). Concentran más de 60 por ciento de la producción y representan el 65 por ciento de la exportación (Macías, 2001)

En México la producción de pepino en el año 2013 fue de 637.395,00, toneladas, con un valor por hectárea de 410.56 kg. En una área cosechada de 15,525.00 hectáreas (FAO, 2013).

En el 2016 internacionalmente el cultivo de pepino tiene una superficie sembrada de 6,872.36 ha de esas la superficie cosechada son 6,604.36, teniendo una producción en toneladas de 250,248.59. Referente a lo estatal en Coahuila tenemos una superficie sembrada (ha) de 38.00 siendo la misma superficie cosechada, contando con una producción de 3,438.00 toneladas (SIAP *et al.*, 2016).

La producción de pepino en el mundo ha experimentado un crecimiento continuo, ya que en el año 2008 la producción fue de 58.522 millones de kilos, en 2009 fue de 60.882 millones de kilos, en 2010 se produjeron 62.571 millones de kilos, en 2011 la producción mundial fue de 64.327 millones, siendo la producción de 2012 de 65.134 millones de kilos de pepino (AMHPAC, 2014).

El cultivo de pepino es de gran importancia económica pues tiene una gran demanda en el mercado local e internacional ya sea fresco o como industrializado (Arias, 2007).

#### **2.4. Taxonomía y morfología**

Pertenece a la familia de las cucurbitáceas, cuyo nombre científico es *Cucumis sativus*. Es una planta herbácea anual. Su sistema radicular es muy potente, dada la gran productividad de esta planta y consta de raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino posee la capacidad de emitir raíces adventicias por encima de los cuellos. Su tallo principal es anguloso y espinoso,

de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un sarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores. Las hojas son de largo peciolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos maso menos pronunciados, de color verde oscuro y recubierto de un bello muy fino (Castellanos, 2004)

El fruto puede ser pepónide o áspero o liso, dependiendo de la variedad que vira desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madures fisiológica (Castellanos, 2004).

La flor es de corto pedúnculo y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas o femeninas y en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, solo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero (Castellanos, 2004)

La pulpa es acuosa de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto. Dichas semillas se presentan en cantidades variables y son ovaes algo aplastadas y de color algo amarillento (Castellanos, 2004).

Clasificación botánica (Linares, 1992).

□ Reino.....plantae

□ División..... magnoliopsida

- Orden.....violales
- Familia.....Curcubitaceae
- Género..... Cucumis L
- Especie..... Sativus L

## **2.5. Fenología y desarrollo**

la calidad de los frutos está relacionada con la expresión sexual.(Carnide y Barroso, 2006).

En las plantas de pepino si no se presenta la polinización durante determinadas horas del día la fruta se caerá o crecerá malformada (Arias, 2007)

Las etapas fenológicas del pepino se visualizan a partir de la germinación-emergencia (16 días), crecimiento y desarrollo (17-30 días), floración e inicio de la fructificación (31-44 días), fructificación (45-58 días) y cosecha (59-70 días); para un ciclo de cultivo de setenta y tres días (73 días) desde la siembra hasta la última cosecha (Electrónico, 2009).

## **2.6. Características botánicas**

### **2.6.1. Raíz**

Su sistema radicular es abundante, ya que su raíz principal puede llegar hasta 1. 10 m de profundidad, sin embargo, las raíces secundarias y los pelos absorbentes son bastante superficiales, que pueden medir hasta 65 cm laterales, la mayor concentración de raíces se encuentran entre 25 y 30 cm. De acuerdo a lo

anterior esta hortaliza tiene un sistema de raíces muy compacto lo cual tiende a aumentar sus requerimientos de humedad en comparación a las demás hortalizas (García 2004).

### **2.6.2. Tallo**

Su tallo es anguloso, cubierto de tricomas y con zarcillos, con un eje principal que da origen a varias ramas laterales principalmente en la base, entre los 20 y 30 primeros centímetros. Son trepadores, llegando a alcanzar de longitud hasta 3.5 metros en condiciones normales (Gálvez, 2004).

### **2.6.3. Hoja**

Las hojas son simples, acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos, son ásperas y poseen de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares alcanzando una longitud de 7 a 20 cm en ocasiones es mayor, epidermis con cutícula delgada que minimiza la transpiración excesiva (López, 2003).

### **2.6.4. Flor**

Contiene flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se le considera monoica, de polinización cruzada; algunas variedades presentan flores hermafroditas. Al inicio se presentan solo flores masculinas en la parte baja de la planta, al centro, en igual proporción, las flores masculinas como las femeninas se sitúan en las axilas de las guías secundarias. Las masculinas tienen el cáliz acorazonado con 5 dientes acumulados en forma de lesna, corola adherida al cáliz, en forma de campana, venosa, arrugada y con 5 divisiones; el disco central es trígono, truncado, cubierto por los estambres, que son en número de 3. Las femeninas tienen la corola y el cáliz igual que las masculinas, 3 filamentos estériles, un estilo y 3 estigmas bífidos. Generalmente días cortos, temperaturas

bajas y suficiente agua, inducen a la formación de mayor número de flores femeninas; pero si los días son largos, temperaturas altas y sequía, estas condiciones favorecen la formación de flores masculinas. (López, 2003).

#### **2.6.5. Polinización**

La polinización se efectúa por insectos (abejas). La mayoría de las flores tienen fecundación por polinización cruzada. La eficiencia de la polinización está determinada por la temperatura, ya que en una sequía o una temperatura elevada durante la polinización y la formación del fruto adelantaría la maduración de la planta (García, 2004).

La productividad del cultivo dependerá en gran medida de la cantidad de flores femeninas que tenga, pues estas mismas se convertirán en frutos (López, 2003).

#### **2.6.6. Fruto**

Se considera como una valla falsa (pepónide), alargado cilíndrico, mide entre 15 y 35 cm de longitud, según el cultivar. Es un fruto carnoso color blanco en su interior y el exterior de color verde oscuro o claro, áspero y verrugoso; en su estadio joven los frutos presentan en la superficie espinas falsas de un color blanco o negro, cerosas; en su estadio juvenil que con el tiempo se caen, es el punto óptimo de cosecha y en su estadio de madurez presentan un color amarillo (López, 2003).

#### **2.6.7. Semilla**

Las semillas tienen forma plana y ovalada de color blanco amarillento, está protegida por una cubierta dura, su tamaño es de 8 a 10 mm de longitud con grosor de 3 a 5 mm (López, 2003).

## 2.7. Requerimientos climáticos

El manejo racional de los factores climáticos de forma conjunta es fundamental para el funcionamiento adecuado del cultivo, ya que todos se encuentran estrechamente relacionados y la actuación de uno de estos incide sobre el resto (Castellanos, 2004)

### 2.7.1. Temperatura

Las temperaturas que durante el día oscilen entre 20°C y 30°C apenas tienen incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz (Reyes, 2012).

Por encima de los 30°C se observan desequilibrios en las plantas que afectan directamente a los procesos de fotosíntesis y respiración y temperaturas nocturnas iguales o inferiores a 17°C ocasionan malformaciones en las hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C y 1°C se produce la helada de la planta. El empleo de dobles cubiertas en invernadero tipo parral supone un sistema útil para aumentar la temperatura y la producción del pepino (Castellanos, 2004)

**Cuadro A.** Temperatura diurna y nocturna que requiere el pepino en el invernadero.

Etapa de desarrollo	Temperatura	
	Diurna	Nocturna
Germinación	27	27
Formación de la planta	21	19
Desarrollo del fruto	19	16

(Castellanos, 2004)

### 2.7.2. Necesidades nutrimentales del pepino

El pepino no es una hortaliza con altos requerimientos de los principales macronutrientes; sin embargo, en México existen pocos estudios al respecto. A continuación se presentan algunas recomendaciones a nivel comercial (Ruelas y Bacopulos 2003).

#### **Cuadro B.** Fertilización requerida para el desarrollo del pepino

	Kg/ha de N, P, K
INIFAP	100-80-0
	150-175-0
Campbell's de México	120-80-0
Sinaloa	200-200-100

Ruelas y Bacopulos, 2003).

### 2.8. Requerimientos edáficos

El pepino puede cultivarse en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad, de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. El pH óptimo oscila entre 5.5 y 7 (Gonzales, 2013).

### 2.9. Humedad

La planta tiene elevado requerimiento de humedad, debido a su gran superficie foliar siendo la humedad relativa óptima durante el día de 60 a 70% y

durante la noche de 70-90%. Sin embargo, los excesos de humedad durante el día pueden reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, aunque esta situación no es frecuente. Para humedades superiores al 90% y con atmosfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta, pueden originar enfermedades fúngicas. Además un cultivo mojado por la mañana empieza a trabajar más tarde, ya que la primera energía disponible deberá cederla a las hojas para poder evaporar el agua de su superficie (Te Góngora, 2008)

### **2.10. Luminosidad**

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas luz), aunque también soporta elevada intensidad luminosa y a mayores cantidades de radiación solar, mayor es la producción (Castellanos, 2004)

La calidad de la luz, hace que aumente la producción de flores tanto femeninas como masculinas en el cultivo del pepino (Madrigal, 2006).

### **2.11. Tutorado**

Olalde *et al* 2014, Señala que el pepino en ambiente protegido con espaldera, o tutorado, es el más recomendado. Su uso se traduce en una mejor disposición de las hojas para aprovechar la energía lumínica y una mayor ventilación (lo cual promueve una menor incidencia de plagas y enfermedades), se facilita la cosecha y permite el uso de mayores densidades de población para obtener altos rendimientos de frutos de mayor calidad. En ambiente protegido la sujeción suele realizarse con hilo polipropileno (rafia) fijado de una zona basal de

la planta y de otro a un alambre situado a determinada altura por encima del dosel vegetal.

## **2.12. Plagas y enfermedades**

En el cultivo del pepino, se sugiere un adecuado calendario de aplicación de insecticidas para todos los insectos plaga, y, sobre todo, para los chupadores, ya que son los causantes primarios de los virus (Valdez, 1997).

Las principales plagas en el cultivo del pepino son el pulgón (*myzus persicae*) y mosquita blanca (*Bermisia tabaci*) los adultos y ninfas se alimentan de la sabia de las hojas provocando clorosis y deformación del follaje, además son vectores de varias enfermedades virales en el cultivo (López, 2003).

El minador (*Liriomizas* pp) también forma parte de estas principales plagas, en esta las hembras adultas realizan las posturas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde se desarrolla la larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las galerías que son típicas de esta plaga. Una vez terminando el ciclo de vida, la larva sale de la hoja y cae al suelo a empupar para finalmente empezar una nueva generación de adulto (Arias, 2007).

Dentro de las principales enfermedades del pepino encontramos al Virus mosaico del pepino (pepino mosaic virus pepMV) las hojas presentan moteados y tanto estas como los frutos pueden mostrar deformaciones. Para prevenir esta enfermedad se debe eliminar la maleza y las plantas que muestren síntomas. Al igual, controlar insectos chupadores y evitar tocar las plantas enfermas al momento del descole (INIFAP, 2010).

El Mildiu lanoso (*Pseudoperonospora cubensis*) el mildiu lanoso es causado por el hongo *Pseudoperonospora cubensis*. Es de las enfermedades

foliares más importantes y las condiciones propicias para su desarrollo son cuando la humedad se mantiene por periodos prolongados de tiempo. Los síntomas consisten en pequeñas manchas ligeramente cloróticas al inicio, que luego llegan a ser amarillas brillantes en el haz de las hojas (Arias 2007).

### **2.13. Producción en invernadero**

La tecnología para la producción de alimentos en invernadero ha avanzado considerablemente en los últimos 20 años. La producción en invernadero, frecuentemente denominada Agricultura en Ambiente Controlado, usualmente se conduce con hidroponía. El cultivo hidropónico posiblemente sea hoy en día el método más intensivo de producción de cultivos en la industria agrícola (Jensen, 2001).

La agricultura protegida con invernaderos, túneles, casa sombra, etc., constituyen un sistema de producción que cada vez se ha popularizado más en México y en muchos países, ya que da protección a los cultivos contra temperaturas extremas, altas insolaciones, plagas, promueve un uso más eficiente del agua y los fertilizantes (Ríos, 2015).

En los invernaderos la demanda nutritiva de los cultivos se satisface con el uso de fertilizantes sintéticos, a través de soluciones nutritivas, cuyos componentes pueden provocar efectos nocivos, para el cultivo y el ambiente, cuando éstos se utilizan indiscriminadamente y de manera irracional (Moreno *et al.*, 2013).

Las nuevas innovaciones tecnológicas en la rama hortícola, representan una opción para incrementar la productividad de los cultivos, creando un ambiente

apropiado para el buen crecimiento y desarrollo de las plantas (Sánchez, *et al*; 1998).

Galindo, *et al* 2014. Suponen que el desarrollo de las especies vegetales en invernadero, tradicionalmente supeditado al uso de soluciones nutritivas, se puede satisfacer con el empleo de sustratos de origen orgánico, como el vermicompost, y el estiércol solarizado, reduciéndose el empleo de fertilizantes sintéticos.

#### **2.14. Solución nutritiva**

La solución nutritiva (SN) es parte fundamental en la hidroponía y de ella depende el rendimiento y la calidad de la producción de un cultivo (Lara, 1999).

Una solución nutritiva consta de agua y de todos los nutrientes esenciales para la planta en forma iónica y eventualmente de algunos compuestos orgánicos como los quelatos de hierro (Favela *et al.*, 2006).

La hidroponía es una ciencia joven, habiendo sido usada bajo una base comercial desde hace solamente cuarenta años, no obstante, aun en este relativamente corto periodo de tiempo, ha podido adaptarse a diversas situaciones, desde los cultivos al aire y en invernadero, a los altamente especializados en submarinos para obtener verduras fresca para la tripulación. Esta técnica especial puede ser usada en los países del tercer mundo para proveer una producción intensiva de alimentos en áreas limitadas (Jensen y Collins, 1985).

En sistemas hidropónicos abiertos, una vez que la SN es aplicada a las raíces de la planta, no es reusada, por lo que debe suministrarse a la planta 2 o 3 veces al día. En sistemas cerrados, con reciclaje de la SN, es necesario realizar al menos 2 riegos. La frecuencia de riegos está determinada por la cantidad de

follaje de la planta, las condiciones ambientales, capacidad de retención del sustrato, entre otros factores (Favela *et al.*, 2006).

El cultivo sin suelo (hidropónico) se completa el ciclo vegetativo sin la necesidad de emplear el suelo, suministrando la nutrición hídrica y la totalidad o parte de la nutrición mineral mediante una solución en la que van disueltos los diferentes nutrientes esenciales para su desarrollo (Fernández, 2013).

### **2.15. El pH de la solución nutritiva**

En una verdadera solución nutritiva se tienen todos los iones en forma libre y activa y que el Ph es importante para determinar la disponibilidad de algunos iones; así por ejemplo, en un pH alto no es posible tener un contenido alto de iones Ca y Po<sub>4</sub>, debido a la precipitación de ambos en forma de compuestos poco solubles del tipo del CaHPO<sub>4</sub> (Cabral, 2009).

De Jesús, 2006. Menciona que considerando que con un intervalo de un PH de 6,0-6,5 el equilibrio de disolución de los fosfatos y de los carbonatos da la mayor capacidad amortiguadora con respecto al PH. Se puede concluir que el PH apropiado de una solución para el desarrollo de un cultivo en hidroponía varía de 5 y 6.

### **2.16. Producción orgánica**

La agricultura orgánica ha venido siendo una de las opciones más prometedoras para la producción agroalimentaria nacional, es sustentable y conlleva a que los productores agrarios reciban mejor ingresos y logren mejores condiciones de vida. Este tipo de agricultura permite rescatar el conocimiento indígena y prácticas tradicionales (Cabral, 2009).

En la actualidad, el mercado de los productos orgánicos a nivel mundial está determinado por diferentes factores como son: la oferta total por producto, la demanda de los consumidores, el sobreprecio, la estructura particular del mercado, además del aspecto perecedero del producto (Lamas *et al.*, 2003).

La lombricomposta además de reducir los problemas de contaminación generados por las grandes cantidades de desechos orgánicos procedentes de las comunidades; se usa como fertilizante orgánico que libera lentamente sus elementos nutritivos (Altamirano y Aparicio, 2002).

### **2.17. Uso de los biofertilizantes**

Los biofertilizantes y bioestimuladores microbianos pueden definirse como productos a base de microorganismos, que viven normalmente en el suelo, aunque en poblaciones bajas, al incrementar sus poblaciones por medio de la inoculación artificial, son capaces de poner a disposición de las plantas, mediante su actividad biológica, una parte importante de los nutrientes que necesitan para su desarrollo, así como suministrar sustancias hormonales promotoras del crecimiento. (Aguirre, 2007).

Aportan a los cultivos el nitrógeno fijado de la atmósfera, el fósforo transformado a partir del que está fijado en el suelo y las sustancias fisiológicamente activas que, al interactuar con la planta, desencadenan una mayor activación del metabolismo vegetal (Domínguez *et al.*, 2010).

Los Bioproductos (BF, bioestimuladores y bioplaguicidas) son componentes vitales de los sistemas sustentables, ya que constituyen medios económicamente atractivos y ecológicamente aceptables para reducir los insumos externos y mejorar la cantidad y calidad de los recursos internos, mediante la utilización de

MICs debidamente seleccionados por su alta eficiencia e inocuidad (Chirinos *et al.*, 2006).

Domínguez, *et. al.*, 2010, comenta que la adición de fertilizantes orgánicos puede modificar las propiedades químicas, además produce también cambios en las propiedades biológicas del suelo, aumentando la biomasa y la actividad microbiana y modificando distintas actividades enzimáticas y la estructura misma de las comunidades microbianas.

Los microorganismos más utilizados son las bacterias de los géneros *Rhizobium* y *Azospirillum*, así como hongos micorrícicos del género *Glomus*, que generalmente provienen de otras regiones, lo que limita a los agricultores locales (García, 2006).

## **2.18. Abonos orgánicos**

Uno de los principios básicos de la agricultura orgánica es ser un sistema orientado a fomentar y mejorar la salud del agro-ecosistema, la biodiversidad y los ciclos biológicos del suelo. Para esto, se hace necesario implementar actividades que nos conduzcan a estos fines, que conlleven la restitución de elementos minerales y vivos (microorganismos, bacterias benéficas y hongos) y mantener la vitalidad del suelo donde se desarrolla la planta (Rodríguez y Paniagua, 1994).

## **2.19. Rizobacterias**

Son bacterias que colonizan la raíz y su zona de influencia (suelo rizosférico) son denominadas "Rizobacterias". Las Rizobacterias beneficiosas conocidas en la literatura con el acrónimo PGPR (del inglés Plant Growth Promoting Rhizobacterias). Desempeñan funciones clave para la planta tales como: control biológico de los patógenos mediante efectos antagonistas o inducción de

resistencia sistémica, incremento de la biodisponibilidad de elementos minerales como por ejemplo la solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno o la Fito estimulación al estimular la emergencia o el enraizamiento. Las PGPR deben de cumplir tres características importantes, ser capaces de sobrevivir y multiplicarse en el micro-hábitat asociados a la superficie de la raíz donde compiten con la micro biota natural al menos hasta ejercer su actividad promotora del crecimiento y deben ser capaces de estimular el crecimiento vegetal (García, 2010).

## **2.20. *Azospirillum spp***

A partir del 2000, en el Centro de Biotecnología Genómica (CBG) del Instituto Politécnico Nacional se han aislado y caracterizado cepas de *A. brasilense*, nativas del norte de Tamaulipas, y se ha determinado su potencial como biofertilizante en condiciones controladas de invernadero (García, 2006)

El mayor desarrollo radical inducido por la inoculación con *Azospirillum* conduce a una mayor absorción de agua y nutrientes del suelo que se refleja en el mayor crecimiento del tallo y follaje. El contenido de fósforo, nitrógeno, potasio y diversos micronutrientes es mayor en las plantas inoculadas con *Azospirillum* que en las no inoculadas (Faggioli, 2003).

Collados 2006, comenta que las bacterias de *Azospirillum spp*, pueden llegar a penetrar en la raíz y colonizar los espacios intercelulares, aunque no forman estructuras especializadas como ocurre en el caso de la asociación *Rizobium – Leguminosa*. El género *Azospirillum* ha demostrado su efecto beneficioso sobre el crecimiento vegetal tanto en cultivos de invernadero como en campo abierto.

Rangel 2011, menciona que *Azospirillum* sintetiza fitohormonas que promueven el crecimiento y cambios morfológicos de la raíz (resistencia a estrés)

y micro-biocontrol, incrementa el rendimiento con una productividad efectiva y consistente.

Collados 2006, afirma que Se han descrito 7 especies dentro del género, *A. lipoferum*, *A. brasiliense*, *A. amazonense*, *A. halopraefens* y *A. irakense* *A. deobereinearae* y *A. largomibile* transferido del genero *Conglomeromonas* a *Azospirillum* en base a su proximidad filogenética. La fitohormona más importante en términos cuantitativos producida por esta bacteria, es la auxina ácido-indol-acetico (AIA), la producción de esta fitohormona por la bacteria, se asume que es la causante de los cambios detectados en el sistema radical tras la inoculación con *Azospirillum*, el cual se relaciona con la mayor absorción de nutrientes.

### **2.21. Vermicompost**

Se genera como resultado de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas de los residuos orgánicos, provocadas en el intestino de las lombrices. Los residuos se transforman en un material rico en elementos nutritivos, fácilmente asimilables para las plantas (Moreno *et al.*, 2013)

Galindo, *et al.*, 2014, Comenta que la vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo que facilita la aireación, drenaje y los medios de crecimiento.

### **2.22. Humus de Vermicompost**

Es el producto de la degradación de materia orgánica a través de interacciones entre las lombrices de tierra y microorganismos que habitan su tacto

intestinal tiene alta porosidad, aireación, drenaje, capacidad de retención de agua por lo general contiene la mayoría de los nutrientes, tales como nitrato, fosfato, calcio intercambiable y potasio soluble (Arancon *et al*, 2004), lo que ha permitido que el humus de lombriz incorporado en el suelo y sustratos para macetas favorezca mayor crecimiento de las plantas, por lo que se ha promovido como una alternativa viable para ser usada en la horticultura (González , 2013).

### **2.23. Uso de lixiviado en los cultivos agrícolas**

Los lixiviados de composta se obtienen de la adición de agua al compost aeróbico maduro, de donde resulta un líquido oscuro e inodoro, que posee nutrientes solubles y microorganismos benéficos. Se distinguen del té de compost, que se obtienen al colocar material maduro de compost en agua, a través de una oxigenación continua, para recoger un extracto alimentado con una fuente energética, que permite el crecimiento de microorganismos benéficos (Larco 2004).

El lixiviado obtenido de estiércol de bovino como alimento para las lombrices ha demostrado ser un excelente fuente de potasio es de 2,4 gramos por litro y de nitrógeno 61 miligramos por litro (61 ppm) conteniendo además hierro, magnesio, cobre y zinc micro nutrientes esenciales (Casco e Iglecias, 2005).

### **2.24. Solución Universal de Steiner**

Steiner 1984, elaboro una solución nutritiva universal que se distingue por sus relaciones mutuas entre aniones y cationes, expresadas en por ciento del total de me L<sup>-1</sup>. Este autor indica que el uso de la solución nutritiva universal demanda únicamente que se detiene la presión osmótica requerida para el cultivo en particular en una cierta época del año. Las relaciones mutuas entre los iones

en la solución nutritiva universal de Steiner en porcentaje del total de mmol es de 60:5:35 para  $\text{NO}_3:\text{H}_2\text{PO}_4:\text{SO}_4^{2-}$  Y 35:45:20 para  $\text{K}^+:\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ .

Steiner 1968, afirma que, en los cultivos sin suelo se puede dar o establecer cualquier relación de iones y cualquier concentración total de sales, siempre que no supere los límites de precipitación para ciertas combinaciones de iones. Así, la selección de solución de la concentración de una solución nutritiva debe ser tal que el agua y los iones totales sean absorbidos por la planta por la misma proporción en la cual están presentes en la solución.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Ubicación Geográfica de la comarca lagunera**

La comarca lagunera, ubicada en el centro-norte de México, está conformada por parte de los estados de Coahuila y Durango y debe su nombre a los cuerpos de agua anteriormente existentes.

La comarca lagunera está situada en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Compreendida entre los meridianos  $101^\circ 41'$  y  $105^\circ 15'$  de longitud norte. Colinda al norte con el estado de Chihuahua y los municipios de Sierra Mojada y Cuatro Ciénegas Coahuila, al sur del estado de Zacatecas (Domínguez, 1998).

### 3.2. Características climáticas

En la comarca lagunera el clima es árido con lluvias deficientes en todas las estaciones, la temperatura promedio fluctúa entre los 28 y 40 grados centígrados, pero puede alcanzar hasta 48° C en verano y -8° C en invierno. Esta región recibe una precipitación media anual de 235 mm, tiene una altitud 1139 msnm y su temperatura media anual es de 18,6 °C (Pérez, 2017).

### 3.3. Localización del sitio del lugar

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el año 2016 en el ciclo otoño-invierno, en el periodo de agosto a diciembre del año antes expuesto. Se estableció en el invernadero # 3 perteneciente al departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (UAAAN-UL); Periférico y Carretera a Santa Fe s/n Torreón Coahuila (Pérez, 2017).

### 3.4. Descripción del invernadero

Tiene una capacidad de 200 m<sup>2</sup>, con cubierta plástica transparente, de forma semicircular, con estructura de acero galvanizado piso de grava para evitar encharcamientos, con pared húmeda y dos extractores.

### 3.5. Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 4 tratamientos y 10 repeticiones respectivamente, considerando a cada maceta como una unidad experimental.

### 3.6. Descripción de los tratamientos

**Cuadro C.** Los tratamientos evaluados en la producción de pepino, se describen a continuación:

Tratamiento	Descripción
-------------	-------------

<b>1 (Testigo)</b>	SN Steiner
<b>2</b>	Azospirillum 10 <sup>-6</sup> +té vermicompost al 100%
<b>3</b>	Azospirillum 10 <sup>-8</sup> + té vermicompost al 100%
<b>4</b>	Azospirillum 10 <sup>-9</sup> + té vermicompost al 100%

---

### 3.7. Manejo del cultivo

#### 3.7.1. Germinación y siembra de semillas

La siembra se realizó el día 15 de agosto del 2016, utilizando charolas de polietileno de 200 cavidades, peat-moss como sustrato colocando una semilla por cavidad. Como paso final se aplicó un riego pesado para que las semillas y el sustrato quedaran completamente húmedo y se taparon con un plástico negro para poder brindarle las condiciones idóneas a las semillas y así acelerar el proceso de germinación.

Las plántulas germinaron a los 6 días de haber sido depositadas en la charola de germinación. Después de la germinación se regaron con agua de llave hasta la llegada del trasplante.

#### 3.7.2. Preparación de soluciones nutritivas

**Cuadro D.** Fertilizantes utilizados en la preparación de la solución nutritiva Steiner

Fertilizante	Fórmula	% de nutrientes que aporta					g/200 L de agua
		SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	k	NO <sub>3</sub>	
Sulfato de Calcio	Ca (SO <sub>4</sub> )	18	20				46 g
Nitrato de Potasio	K <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> )	4			46	12	46 g

Nitrato de Magnesio		Mg(NO <sub>3</sub> )			15		11	54 g
Sulfato de Magnesio		Mg(SO <sub>4</sub> )	19.3	9.78				42 g

### 3.7.3. Pasos para la preparación de té de vermicompost

En la preparación del té de compost se aplicó el método recomendado por Ingham (2005).

1.- previamente se oxigenan 80 L de agua uno a dos horas con una bomba de aire aireador colocado en la parte baja del depósito (tambo de 200 L); este aireador provee flujo continuo de oxígeno dentro de la solución que se elaboró con la compost y crea bastante turbulencia durante dos horas.

2.- la compost (9 kg) se colocó en una bolsa porosa, y se introdujo en un recipiente con agua de 20 L de agua durante cinco minutos, para darle un lavado con el objetivo de que disminuya el contenido de sales contenidas en la compost.

3.- se introdujo el morral que contenía la compost dentro del depósito con capacidad de 80 L de agua previamente oxigenada durante 5 minutos.

4.- se colocó el morral que contenía la compost dentro del depósito de 80 L de agua y se le agregaron 60g de piloncillo (supliendo a la melaza) como fuente de alimento para los microorganismos.

5.- posteriormente se le agregaron a la solución de compost+agua 23 mL de Biomix N, 15 mL de Biomix P y 60gr. De piloncillo

6.- el proceso para la elaboración del té de compost dura 24 h; una vez completado el tiempo del proceso está listo para su aplicación.

### 3.7.4. Preparación de Azospirillum

**Cuadro E.** Elaboración de solución orgánica azospirillum

<b>T<sub>2</sub></b> =	Azospirillum 10 <sup>-6</sup> + té de vermicompost 100%
<b>T<sub>3</sub></b> =	Azospirillum 10 <sup>-8</sup> + té de vermicompost 100%
<b>T<sub>4</sub></b> =	Azospirillum 10 <sup>-9</sup> + té de vermicompost 100%

### 3.7.5. Obtención de plántulas

En charolas de polietileno blanco de 200 cavidades con sustrato comercial peat moss húmedo, se colocó una semilla de pepino por cavidad, a una profundidad de 3 cm; posteriormente se cubrió con un plástico negro hasta que germinaron las primeras semillas. Desde la siembra hasta el momento del trasplante se aplicaron riegos por aspersión de forma manual con agua de llave dos o tres veces al día para mantener húmedo el sustrato.

### 3.7.6. Llenado de macetas

Como maceta se utilizaron bolsas de plástico negro de 20 litros y llenándolas con un 90% de arena y 10% de perlita agrícola

## 3.8. Labores de cultivo

### 3.8.1. Trasplante

Previo al trasplante se aplicó un riego pesado con agua con la finalidad de lavar las sales contenidas en el sustrato. El trasplante se realizó a los 20 días después de la siembra, seleccionando las mejores plantas (uniformes y

vigorosas), alcanzando una altura de 15-20 cm y de tres a cuatro hojas verdaderas. Colocando una plántula en el centro de cada maceta.

### **3.8.2. Riegos y fertilización**

El primer riego efectuado con las soluciones nutritivas se realizó a los 25 días después de la germinación de la semilla, hasta la cosecha, de igual manera con los demás tratamientos. Aplicándosele 1L de SN por la mañana y 1L por la tarde a cada maceta, teniendo como riego total por cada maceta 2 L diarios de solución nutritiva a cada tratamiento.

### **3.8.3. Tutorado**

Es una práctica imprescindible utilizando rafia para mantener la planta erguida, y así mejorar la aireación general de esta y favoreciendo el aprovechamiento de la radiación y la realización de las labores culturales. Todo ello repercute en la producción final, calidad del fruto y control de las enfermedades. Para la realización del tutorado se utilizaron 4 metros de rafia de polietileno que se enredó en un alambre localizado en la parte superior del invernadero paralelo al surco, al cual se enredó verticalmente la planta, haciendo más fácil su manejo.

La rafia se colocó en la parte basal del tallo y posteriormente se fue enredando en la planta conforme su fisiología avanzaba.

### **3.8.4. Polinización**

Esta actividad fue realizada mecánicamente moviendo las platas a las 10 de la mañana cuando el polen esta pegajoso.

### **3.8.5. Control de plagas y enfermedades**

Durante el desarrollo del cultivo se presentaron algunas plagas como: mosquita blanca (*Bemisia tabasi*). Se emplearon algunas prácticas orgánicas para controlar plagas y enfermedades, como extracto de ajo y algunos productos químicos como malation y Díasinon (dosis 30 ml/ L de agua) cada vez que había incidencia de Mosquita blanca la cual transmitió virus. Para tener un mejor control de plagas y poder identificarlas se utilizó una trampa amarilla de plástico colocándola donde había más presencia de plaga en el cultivo.

En cuanto a enfermedades se presentó cenicilla (*Erysiphe cichoracearum*) lo cual no se utilizó ningún producto.

## **3.9. Variables a evaluar**

### **3.9.1. Altura de la planta**

Para la obtención de respuesta de crecimiento en la planta de pepino se inició el muestreo a los 10 días después del trasplante y fueron cada semana para su registro. Tomando en cuenta desde el nivel del sustrato hasta el punto de crecimiento con el apoyo de una cinta métrica de longitud de 5 m y así obtener los datos en cm.

### **3.9.2. Peso por fruto**

Se determinó con base al peso y número de frutos con madurez fisiológica por planta en cada cosecha, esta se hacía durante todo el periodo de producción del cultivo, utilizando una báscula digital y así obtener el resultado en gramos.

### **3.9.3. Producción por planta**

Para obtener producción por planta se sumó el peso de los frutos que hubo en los tres cortes realizados, utilizando una báscula digital para posteriormente registrar los datos obtenidos en gramos.

### **3.9.4. Longitud de fruto**

Para obtener la longitud del fruto se utilizó una cinta métrica colocando de polo a polo para tomar la medida correcta la cual será en centímetros.

### **3.9.5. Diámetro ecuatorial**

Esta variable se midió con ayuda de un vernier, colocándolo en la parte media del fruto, la unidad será en centímetros.

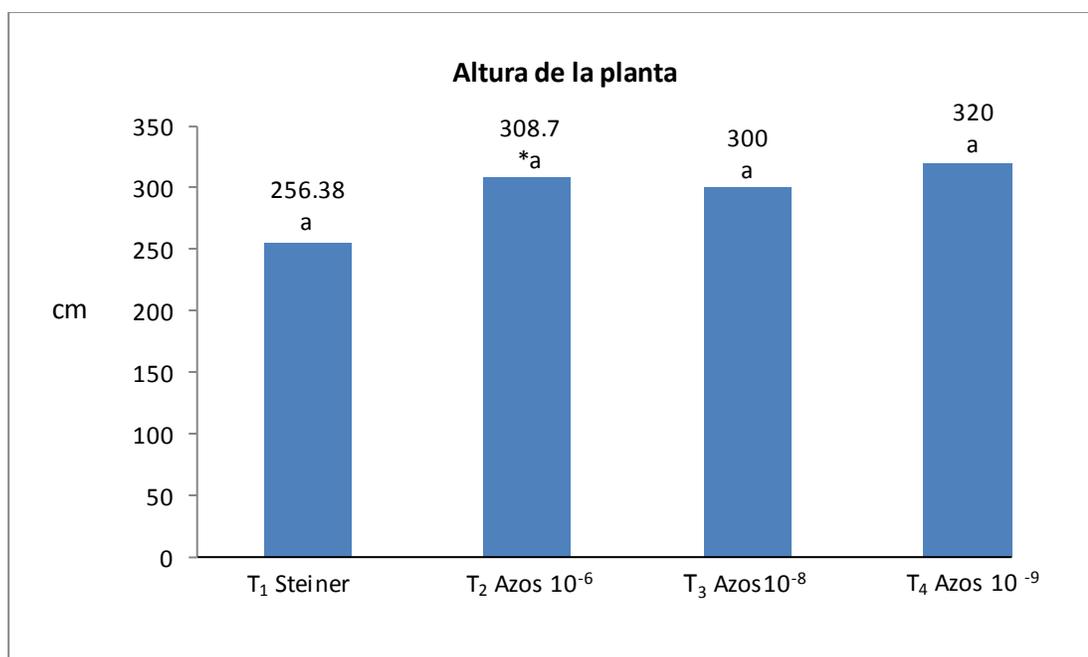
### **3.9.6. Acumulación de sólidos solubles (Grados Brix)**

Para evaluar los grados Brix se requirió un refractómetro manual, colocando una gota de jugo de cada uno de los frutos por tratamiento de cada repetición.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Altura de planta

El análisis estadístico mostró que los tres tratamientos con biofertilizantes y el testigo S/N Steiner son estadísticamente iguales. Puede observarse que el mayor valor numérico en altura lo obtuvo el T<sub>4</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-9</sup>) con 320.0 cm. Como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Altura de planta (cm), de pepino (*Cucumis sativus* L.) resultado de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.

Estos resultados comparados con los obtenidos por Galindo *et al* (2014) al evaluar caracterización físico- química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido, son diferentes a los obtenidos en este trabajo, ya que el tratamiento que sobresalió fue el testigo (Steiner)

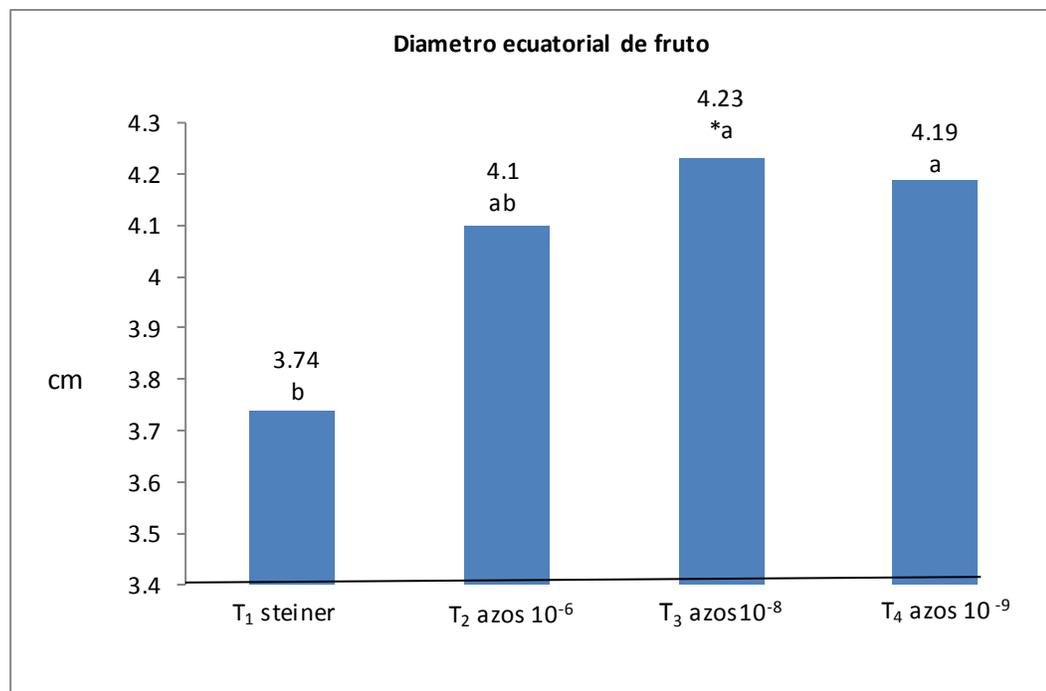
obteniendo la mayor altura con 211 cm, mientras que en el presente trabajo sobresalió el T<sub>4</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-9</sup>) con 320 cm de altura de planta.

Este estudio es similar al presentado por Faezah *et al.* (2013), Quienes encontraron que en el cultivo de cebolla el crecimiento de las plantas fue significativamente mayor en las plantas de los tratamientos con lixiviado de vermicompost, difiriendo significativamente estos con el control, lo cual demuestra que el alto contenido en ácidos húmicos y fúlvicos que contiene el lixiviado de vermicompost lo convierte en un eficaz colaborador en las funciones fitorreguladoras de crecimiento vegetativo de las plantas. Los efectos positivos de la aplicación de cualquier materia orgánica, están dados porque las oligosacarinas se desprenden de la pared celular por acción enzimática, lo que regula la tasa de crecimiento; de ahí que se consideran reguladores de crecimiento de las plantas.

En relación a estos estudios Terry y Leyva (2006) en su experimento de Evaluación agro biológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate reportan que las plantas de tomate coinoculadas con *A. brasilense* mostraron una mayor altura.

#### **4.2. Diámetro ecuatorial de fruto**

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos para esta variable, el T<sub>3</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-8</sup>) presentó el mayor diámetro ecuatorial con 4.23 cm. El cual es estadísticamente igual T<sub>4</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-9</sup>). Mientras que el menor diámetro ecuatorial lo obtuvo el T<sub>1</sub> (Steiner) con 3.74 cm. Como se muestra en la figura 2.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos

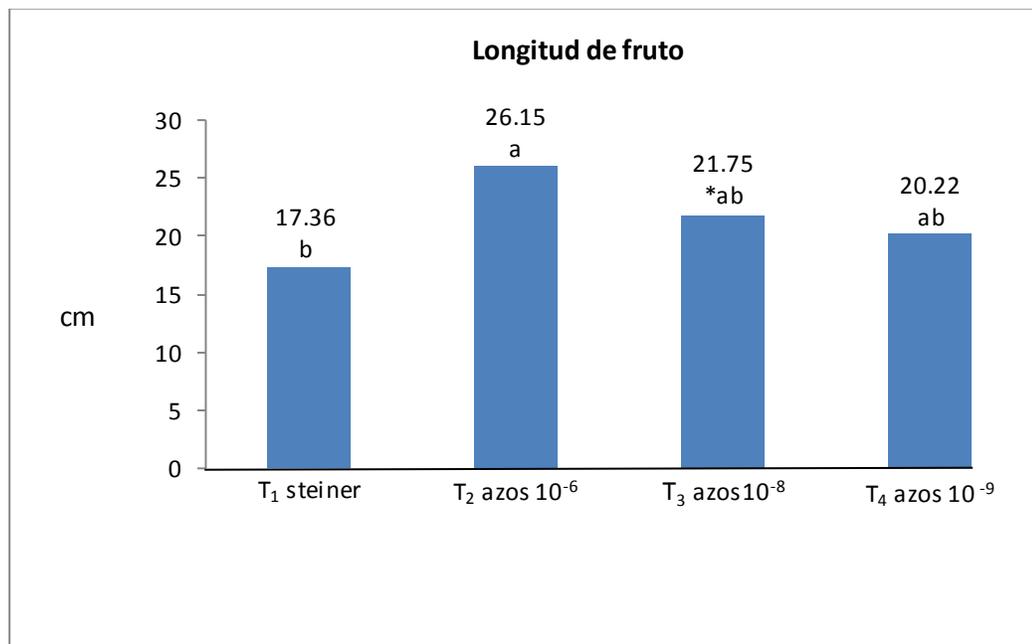
**Figura 2.** Diámetro ecuatorial de fruto (cm), de pepino (*Cucumis sativus* L.) resultado de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.

Estos resultados comparados con los obtenidos por Díaz (2013) en su trabajo de producción orgánica y calidad nutracéutica de frutos de pepino bajo condiciones protegidas y Santiago (2014) en su trabajo de evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción y calidad del cultivo de pepino bajo invernadero son similares, ya que reportan diámetros ecuatoriales de 4.56 cm y 4.53 cm respectivamente.

### 4.3. Longitud de fruto

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos para esta variable, el T<sub>2</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-6</sup>) presentó mayor longitud con 26.15 cm.

Mientras que el menor lo obtuvo el T<sub>1</sub> (Steiner) con 17.36 cm. Los tratamientos con fertilización biológica son estadísticamente iguales, como se muestra en la figura 3.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos

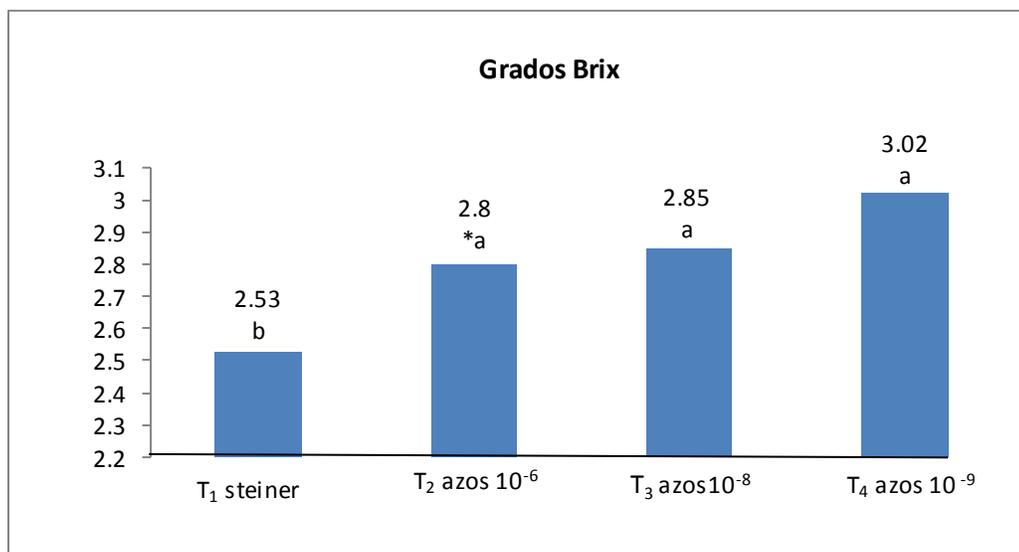
**Figura 3.** Longitud de fruto (cm), de pepino (*Cucumis sativus* L.) resultado de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.

Díaz (2013) en su trabajo de producción orgánica y calidad nutracéutica de frutos de pepino bajo condiciones protegidas, reporta una longitud de 20.79 cm, mientras que Santiago (2014) en su trabajo de evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción y calidad del cultivo de pepino bajo invernadero, reporta una longitud de 18.55 cm. Estos resultados son diferentes a los obtenidos en el presente trabajo ya que el mayor diámetro polar lo obtuvo el T<sub>2</sub> (Azospirillum 10<sup>-6</sup>) con 26.15 cm.

El tamaño del fruto se encuentra determinado por su aspecto genético y estos caracteres son heredables; sin embargo, pueden modificarse por condiciones ecológicas (temperatura, agua, suelo) y labores culturales del cultivo (fertilización, podas, raleo de frutos, riego, etc.) (Kader, 1996).

#### 4.4. Grados Brix

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos para esta variable, el T<sub>1</sub> (Steiner) presentó el menor contenido de sólidos solubles con 1.9 °Brix. Mientras que los tratamientos a base de fertilización orgánica son estadísticamente iguales, sobresaliendo con un mayor valor el T<sub>4</sub> (Azospirillum 10<sup>-9</sup>) con 3.0 grados Brix, como se muestra en la figura 4.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos

**Figura 4.** Grados Brix en pepino (*Cucumis sativus* L.) resultados de fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.

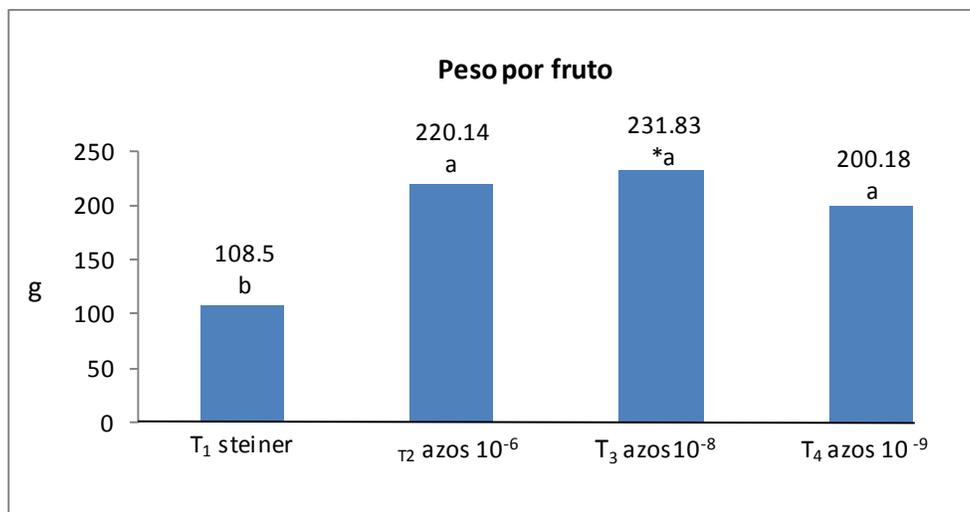
Castro (2011) en la evaluación de la producción de pepino con abonos orgánicos en invernadero, reporta un valor en grados Brix de 3.6, comparado con

el presente trabajo se obtuvo un valor similar obteniendo 3.02 de grados Brix con el T<sub>4</sub> (*Azospirillum* 10<sup>9</sup>).

Referente a lo obtenido por Cortés et al., (2011) en su trabajo de Valoración de atributos de calidad en pepino (*Cucumis sativus* L.) fortificado con vitamina E reportaron valores similares de 3.3 grados Brix en pepino fresco cv. Cohombro. Muy Rangel et al., (2004) en Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estatus hídrico y la calidad pos cosecha de pepino de mesa reportaron valores de 2.5 a 4.0 grados Brix en frutos de pepino cv. Conquistador

#### **4.5. Peso por fruto**

El análisis estadístico mostró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Para esta variable, el T<sub>3</sub> (*Azospirillum* 10<sup>-8</sup>) presentó el mayor peso por fruto con 231.83 g. Los tres tratamientos con biofertilizantes son estadísticamente iguales. Mientras que el menor peso por fruto lo obtuvo el T<sub>1</sub> (Steiner) con 108.5 g. Como se muestra en la figura 5.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos.

**Figura 5.** Peso por fruto (g), de pepino (*Cucumis sativus* L.) resultado de la fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL.

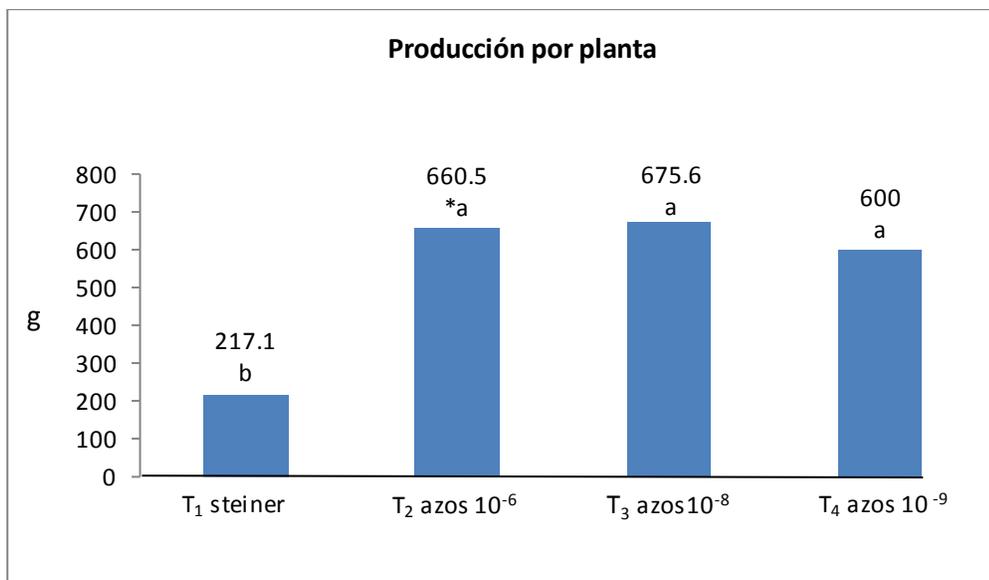
Galván (2007) en su trabajo de producción de pepino con sustratos orgánicos e inorgánicos bajo condiciones de invernadero reporta un peso de fruto destacando el T<sub>2</sub> (arena + té de compost) con 340g. Al utilizar el híbrido “Conquistador” Este resultado es superior al obtenido en el presente trabajo ya que el mayor peso de fruto lo presentó el T<sub>3</sub> (Azospirillum 10<sup>-8</sup>) con 231 g.

Esta diferencia puede deberse a las características propias del material genético evaluado en los trabajos de investigación.

#### 4.6. Producción por planta

El análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos para esta variable, el T<sub>3</sub> (Azospirillum 10<sup>-8</sup>) presentó la mayor producción por planta con 675.6 g, Los tres tratamientos con biofertilizantes son estadísticamente iguales.

Mientras que la menor producción por planta lo obtuvo el T<sub>1</sub> (Steiner) con 217.1 g por planta. Como se muestra en la figura 6.



\*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos.

**Figura 6.** Producción por planta (g), de pepino (*Cucumis sativus* L.) resultado de la fertilización biológica en invernadero. UAAAN-UL

De acuerdo a lo reportado por Hernández (2016) en su trabajo de evaluación de la producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero reporta un rendimiento por planta de 9.13 Kg sobresaliendo numéricamente el T<sub>2</sub> (60% de vermicompost) los resultados reportados en esta investigación son menores, ya que la mayor producción lo obtuvo el T<sub>3</sub> (azospirillum 10<sup>-8</sup>) con 675.6 g por planta. Las diferencias en la producción por planta reportada por Hernández (2016) y los obtenidos en este trabajo pueden obedecer a que se evaluó un fruto por corte de cada planta.

## V. CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis estadístico se determinó diferencia significativa para las variables diámetro ecuatorial, peso por fruto y producción por planta sobresaliendo el T<sub>3</sub> (Azospirillum 10<sup>-8</sup>).

Para las variables longitud de fruto y grados Brix, se determinó también diferencia significativa entre tratamientos, sobresaliendo el T<sub>2</sub> (Azospirillum 10<sup>-6</sup> +) y el T<sub>4</sub> (Azospirillum 10<sup>-9</sup>) respectivamente.

Para la variable altura de planta no se determinó diferencia estadística significativa entre tratamientos.

De acuerdo a este resultado se recomienda darle continuidad a la evaluación de la bacteria Azospirillum ya que en el cultivo de pepino es de gran importancia en el crecimiento tanto vegetativo como radicular fijando nitrógeno.

## VI. BIBLIOGRAFÍA.

Aguirre, M. J. F. 2007. "Efecto de la biofertilización en vivero del cacao (*Theobroma cacao* L.) con " *Azospirillum brasilense*" Tarrand, Krieg et Döbereiner y" *Glomus intraradices*" Schenk et Smith." *Interciencia* 32(8): 541-546.

Altamirano Q, M. T. and A. Aparicio Rentería 2002. "Efecto de la lombricomposta como sustrato alternativo en la germinación y crecimiento inicial de *Pinus oaxacana* Mirov. Y *Pinus rudis* Endl." *Foresta veracruzana* 4(1).

Arancon N., C. A. Edwards, P. Bierman, C. Welch, and J. D. Metzger. 2004. Influences of vermicomposts on field strawberries: 1. Effects on growth and yields. *Bioresources technology*. 93: 145-153.

Arias, S. 2007. manual de producción del pepino. proyecto de diversificación económica rural. usaid-red (programa de diversificación económica rural). p 8.

Asociación mexicana de horticultura protegida (AMHPAC). 2014. Disponible desde: <http://www.amhpac.org/es/index.php/noticias/517-china-produce-el-70-de-los-prpinos-en-el-mundo#page>. Consulta 17 de abril del 2017}.

Cabral, M.A. 2009. Normatividad agropecuaria. La producción orgánica de hortalizas en México. El siglo de Torreón. <http://www.inforural.com.mx/spip.php?article37307> (Fecha de consulta: Mayo 2012)

Carnide, V. and M. D. R. Barroso 2006. "Las cucurbitáceas: bases para su mejora genética." *Horticultura internacional* (53): 16-21.

---

Casco, C.A. Iglesias, M.C. 2005. Producción de biofertilizantes líquidos a base de lombricompost. Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Comunicaciones científicas y tecnológicas. Resumen: A-063. Disponible desde: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/web/cyt/com2005/5-Agrarias/A-063.pdf>.

(Consulta 28 de mayo del 2017).

Castellanos, J Z. 2004. Manual de producción hortícola en invernadero. 2da edición. editorial INTAGRI. Mexico. p282, 283.

Castro, A., J.M. 2011. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) con abonos orgánicos en invernadero. Tesis. UAAAN UL. Torreón, Coahuila, México. Pp. 1-57.

Chirinos, V., Leal, A., & Montilla, J. 2006. Uso de insumos biológicos como alternativa para la agricultura sostenible en la zona sur del Estado Anzoátegui. cenip hoy (Venezuela).

Collados Clares, C. 2006. "Impacto de inoculantes basados en *Azospirillum* modificado genéticamente sobre la diversidad y actividad de los hongos de la micorriza arbuscular en rizosfera de trigo y maíz." <https://hera.ugr.es/tesisugr/16160009.pdf>.

Cortés, J. R., E 2011. Valoración de atributos de calidad en pepino (*Cucumis sativus* L.) fortificado con vitamina E. . Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 9(1)(24-34).

---

De Jesús J. H. M. 2006. "Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal." *Interciencia* **31**(4): 246-253.

Díaz, R, n. o. e. m. i. 2013. Comportamiento de genotipos comerciales de pepino (*Cucumis sativus* L.), con manejo orgánico en invernadero en la comarca lagunera.

Díaz, M., H.A. 2013. Producción orgánica y calidad nutraceutica de frutos de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones protegidas. Tesis maestría. UAAAN-UL. Torreón Coahuila México. Pp. 1-52.

Domínguez, J., Gómez-Brandón, M., & Lazcano, C. 2010. Propiedades bioplaguicidas del vermicompost. *Acta zoológica mexicana*, 26(SPE. 2), 373-383.

Electrónico, C. 2009. "Título: Estimación de las necesidades hídricas del cultivo de pepino (*Cucumis Sativus* L.) Durante las diferentes etapas fenológicas, mediante la tina de evaporació Otros Títulos: Estimation of the crop water requirements of cucumber (*Cucumis Sativus* L.) During the different phenological stages, using tub evaporation Autores: Romero C., Edgar."

Faezah, O.N., Aishah, H.S., Kalsom, U. 2013. Comparative evaluation of organic and inorganic fertilizers on total phenolic, total flavonoid, antioxidant activity and cyanogenic glycosides in cassava (*Manihot esculenta*). *African Journal of Biotechnology* 18: 2414-2421 Pp.

Faggioli, V. S. 2003. "Fertilizantes biológicos en maíz.: ensayo de inoculación con cepas de *Azospirillum brasilense* y *Pseudomonas fluorescens*." Córdoba, Argentina: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria: p: 4.

FAO. 2013. <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. (6 de dicimbre del 2016).

---

Favela, C. E., Preciado, R. P y Benavides, M. A. 2006. Manual para la preparación de soluciones nutritivas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. P: 145 .

Fernández N. M. A. 2013. "Efecto de diferentes niveles de aireación de la solución nutritiva sobre el crecimiento y la calidad de canónigos y berros cultivados en bandejas flotantes."

Galindo Pardo, F. V., Fortis Hernández, M., Preciado Rangel, P., Trejo Valencia, R., Segura Castruita, M. Á., & Orozco Vidal, J. A. 2014. Caracterización físico-química de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo sistema protegido. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 5(7), 1219-1232.

Galván, G. 2007. Producción de pepino con sustratos orgánicos e inorgánicos bajo condiciones de invernadero.

Gálvez H F 2004. El cultivo de pepino en invernadero. In: INTAGRI. Celaya, Gto. México. pp: 282-293.

García, A.N.R. 2004. Efecto del acolchado plástico de diferentes colores en el crecimiento vegetativo y rendimiento en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L) en tres ciclos. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

García, F., Muñoz, H., Carreño, C., Mendoza, G. 2010. Caracterización de cepas nativas de azospirillum spp. Y su efecto en el desarrollo de *Oryza sativa* L. "arroz" en Lambayeque. Sienta Agropecuaria, Pp 107-116.

---

García, O. J. G., 2006. "Biofertilización con *Azospirillum brasilense* en sorgo, en el norte de México." *Agricultura técnica en México* 32(2): Pp135-141.

González S. K. D. 2013. "Efluente y té de vermicopost en la producción de hortalizas de hoja en sistema NFT."

González, O. R., R.; Amavizca, B.; Maldonado, J.; Peñuelas, O.; Velázquez, A.; Mungarro, C. Gutiérrez, M. y Arellano, M. 2011. González, O.; Rojo, R.; Amavizca, B.; Maldonado, J.; Peñuelas, O.; Velázquez, A.; Mungarro, C. Gutiérrez, M. y Arellano,

HERNANDEZ GOMEZ, J. I. 2016. Evaluación de la producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) con diferentes porcentajes de vermicompost en invernadero.

INIFAP. 2010. Guía técnica para el área de influencia del campo experimental valle de Culiacan, Culiacan Sinaloa, Mexico. ISBN: 978-607-425-431-0.

Jensen, M., 2001. Producción Hidropónica en invernadero. Boletín Informativo numero 12 {3n línea}. E : / Boletin 12. htm (consulta 28/05/17)

Jensen, M.H. y W.L. Collins. 1985. Hydroponic vegetable production. *Hort. Rev.* 483-559.

Kader, A. A. 1996. Maturity, ripening, and quality relationships of fruit vegetables. *Acta Horticulture.* 434: Pp: 249-256.

Lara, H.A. 1999. Manejo de la solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *TERRA Latinoamericana* 3:221-229 Pág.

---

Larco, E. 2004. Preparación de lixiviados de compost y lombricompost. hoja técnica. Num. 49. Disponible desde: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1897e.pdf>. (Consultado 4 de junio del 2017).

Linares, L. C. 1992. Efecto del acolchado de suelos en la movilización de nutrientes en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero, tesis de licenciatura de la universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Lamas, N., M. A., Flores, O. N., Sánchez, R. G., Galavis, R. R. 2003. Agricultura Orgánica. FIRA. Boletín informativo. Una oportunidad sustentable de 66 negocios para el sector agroalimentario mexicano. Boletín Informativo. Núm. 322 Vol. XXXV. México. 124 Pág.

López, E., J. Garza, O., S. Huez., M. A. Jiménez, L., J. Rueda, P., E.O. 2015. Producción de pepino (*cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. Universidad de sonora. Departamento de agricultura y ganadería. Hermosillo Sonora. México. Pp. 25-26

---

López, C. 2003. Guía técnica cultivo de pepinillo, publicación CENTA EL Salvador P. 10-27.

Macías, A. 2001. Producción de jitomate en Jalisco. Gaceta Universitaria Numero 15. Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara. Jalisco, México.

---

Madrigal, A. A., 2006. Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas para ser utilizado en la producción de pepino en invernadero de alta tecnología, en zarcero. Alajuela.

---

Mastache, L. A., VM. Olalde G, M. Ramírez, E. Carreño, N. Popoca. 2003. producción de tres genotipos de pepino (*cucumis sativus* L.) cultivados en espalderas en función del fraccionamiento del nitrógeno. Programa y memorias de resumen. X congreso nacional de sociedad mexicana de ciencias hortícolas y IX congreso nacional y II internacional de horticultura ornamental, del 20 al 24 de octubre del 2003., departamento de fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

Mathias Javier. 2013. Tratado de variedades de hortalzas. edición OMEGA. España. p 330, 331.

Montes G., F. 2007. Evaluación de te de composta en pepino *Cucumis sativus* L. bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. UAAAN UL. Toluca, Coahuila, Mexico. Pp: 63-64

Moreno, D., W. Cruz., E . Garcia, A. Ibáñez, J. Barrios y B. Barrios. 2013. Cambios fisicoquímicos poscosecha en tres cultivares de pepino con y sin película plástica. *Rev. Mex. Cienc. Agric.* 4, Pp: 909-920.

Muy Rangel D, S., J; Diaz J.; Valdéz, B. 2004. Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estatus hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. *Rev. Fitotecnia. Mexicana.* 27 (2): 157 – 165.

Olalde, G., V.M. Mastache, L., A.A. Carreño, R., E. Martínez, S., J. Ramírez, L., M. 2014. El sistema de tutorado y poda sobre el rendimiento de pepino en ambiente protegido. *Revista interciencia.* Vol.39. Num. 10.

---

Ortiz C. J., 2009. "Características deseables de plantas de pepino crecidas en invernadero e hidroponía en altas densidades de población." *Revista Fitotecnia Mexicana* **32**(4). Pp: 289-294.

Pérez D. J. C. 2017. Nutrición potásica, y su efecto en la calidad de chile pimiento (*Capsicum annum* L. Var. California Wonder) pp. 12-13

Rangel, J. A. 2011. "Affinity and effect of *Azospirillum* sp. In corn." *Mesoamericana Agronomy* **22**(2): 269-279.

Reyes, G. C. E 2012. Dinámica nutricional y rendimiento de pepino en sistema hidropónico con recirculación de la solución nutritiva. Tesis UACH. México Pp:1-82.

Rios C. A. Y. 2015. "uso de biofertilizantes en el cultivo de pepino (*cucumis sativus* L.) bajo un sistema de producción sustentable en casasombras.

Ríos, A., Y. 2013. Uso de biofertilizantes en el cultivo de pepino (*cucumis sativus* L.) bajo un sistema de producción sustentable en casa sombra. UAAAN. Saltillo Coahuila, México. Pp: 1-57.

Rodríguez, M. Y G. Paniagua, 1994. *Horticultura orgánica: Una guía basada en la experiencia en Laguna de Afaro Ruiz, Costa Rica*. Fundación Guilombe, San José Costa Rica, Serie No. 1, Vol. 2,7p.

---

Ruelas C. S. & Bacopulos T. E. A. 2003. Crecimiento, floración y fructificación de plantas de pepino (*cucumis sativus* l.) manejadas bajo condiciones de invernadero.

Tesis UAAAN UL. Torreón Coahuila. México. P 24.

Sánchez Del C F, J Ortiz C, Ma. C Mendoza C, V A González H, J Bustamante O 1998 Parámetros fisiológicos y agronómicos de jitomate en dos sistemas nuevos de producción. Rev. Fitotec. Mex.Pp 21:1-13.

Santiago López, G. 2014. "soluciones nutritivas orgánicas en la producción y calidad del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* l.) Bajo invernadero."

Santiago, L., G. 2014. Soluciones nutritivas orgánicas en la producción y calidad del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero. Tesis maestría. UAAAN-UL. Torreón Coahuila, México. Pp. 1-61.

---

SIAP, SNIIM e INEGI.  
[http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/169104/Pepino\\_Octubre\\_2016.pdf](http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/169104/Pepino_Octubre_2016.pdf)  
(30 de noviembre del 2016).

Steiner, A. A. 1961. A. Soilless culture. Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute. Pp: 324-341.

Steiner, A. A. 1984. The Universal nutrient solution.In: Proceedings 6th International Congress on Soilles Culture. Wageningen. The Netherlans. Pp. 633-650.

Steiner, A. A.1968. Soilles culture. Proceedings of the 6th Colloquium of the International potash Institute. Pp : 324-341.

---

Te Gongora., E. 2008. Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de Invernadero. Tesis. Universidad Autónoma de Querétaro, Qro. Pp. 1-68.

Terry-Alfonso, E. y Leyva-Galán, A. 2006. Evaluación agro biológica de la coinoculación micorrizas-rizobacterias en tomate. Revista Agronomía Costarricense. Pp: 65-73.

Valdez, L. A .1997 Producción de hortalizas. Sexta reimpresión. Editorial Limusa, S. A de C. V Grupo Noriega Editores, México, DF. P: 245.

## VII. APENDICE

**Tabla 1.** Análisis de varianza para la variable altura de planta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadros de medias	F cal.calculada	Pr>significancia
<b>Modelo</b>	3	23291.3000	73.767667	1.60	0.2066
<b>Error</b>	36	174774.2000	4854.8389		
<b>Total</b>	39	198065.5000			
	R <sup>2</sup> =0.117594	<b>C.V.</b> =23.51955		Media=69.67667	

Tratamiento	Media	Significancia
1	256.30	a
2	308.70	a
3	300.00	a
4	320.00	a

**Tabla 2.** Análisis de varianza para la variable producción por planta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal. calculada	Pr>significancia
<b>Modelo</b>	3	1407953.875	469317.958	35.20	<.0001
<b>Error</b>	36	479956.100	13332.114		
<b>Total</b>	39	1887909.975			
	<b>R<sup>2</sup> =0.745774</b>	<b>C.V.=21.44093</b>		<b>Media=115.4648</b>	

Tratamiento	Media	Significancia
1	217.10	b
2	660.50	a
3	675.60	a
4	600.00	a

**Tabla 3.** Análisis de varianza para la variable peso de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadros de medias	F cal. calculada	Pr>significancia
<b>Modelo</b>	3	94039.4527	31346.4842	26.27	<.0001

<b>Error</b>	36	42949.3610	1193.0378		
<b>Total</b>	39	136988.8137			
	<b>R<sup>2</sup></b> =0.686475	<b>C.V.=</b> 18.16361		<b>Media=34.54038</b>	

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia</b>
1	108. 50	b
2	220. 14	a
3	231. 83	a
4	200. 18	a

**Tabla 4.** Análisis de varianza para la variable longitud de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila.

<b>Fuentes de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>de Cuadros de medias</b>	<b>F cal.calculada</b>	<b>Pr&gt;significancia</b>
<b>Modelo</b>	3	403.954000	134.651333	3.06	0.0403
<b>Error</b>	36	1581.950000	43.943056		
<b>Total</b>	39	1985.904000			
	<b>R<sup>2</sup></b> 0.203411	<b>= C.V.=</b> 31.01992		<b>Media=6.628956</b>	

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia</b>
1	17.360	b
2	26.150	a
3	21.750	ab
4	20.220	ab

**Tabla 5.** Análisis de varianza para la variable grados brix de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la fertilización

biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadros de medias	F cal.calculada	Pr>significancia
<b>Modelo</b>	3	1.23800000	0.41266667	11.59	<.0001
<b>Error</b>	36	1.28200000	0.03561111		
<b>Total</b>	39	2.52000000			
	<b>R<sup>2</sup></b> =0.491270	<b>C.V.=</b> 6.739609		<b>Media=0.188709</b>	

Tratamiento	Media	Significancia
1	2.53000	b
2	2.80000	a
3	2.85000	a
4	3.02000	a

**Tabla 6.** Análisis de varianza para la variable diámetro de fruta, resultado de la evaluación de la respuesta del pepino (*Cucumis sativus* L.) a la fertilización biológica en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL, 2016. Torreón Coahuila.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	de Cuadros de medias	F cal.calculada	Pr>significancia
<b>Modelo</b>	3	1.49700000	0.49900000	5.42	0.0035
<b>Error</b>	36	3.31400000	0.09205556		
<b>Total</b>	39	4.81100000			

---

<b>R<sup>2</sup></b> =0.311162	<b>C.V.=</b> 7.463877		<b>Media=0.303407</b>
-----------------------------------	--------------------------	--	-----------------------

---

<b>Tratamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Significancia</b>
1	3.7400	b
2	4.1000	ab
3	4.2300	a
4	4.1900	a