

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



Desarrollo y producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) inoculado con bacterias halófilas bajo condiciones de invernadero.

Por:

MICHAEL SÁNCHEZ FERNÁNDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2020

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

Desarrollo y producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) inoculado con bacterias halófilas bajo condiciones de invernadero.

Por:

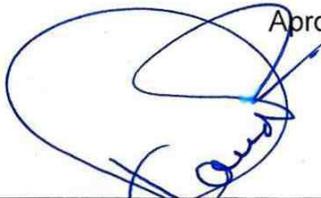
MICHAEL SÁNCHEZ FERNÁNDEZ

TESIS

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

INGENIERO AGRÓNOMO

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Pedro Cano Ríos
Presidente



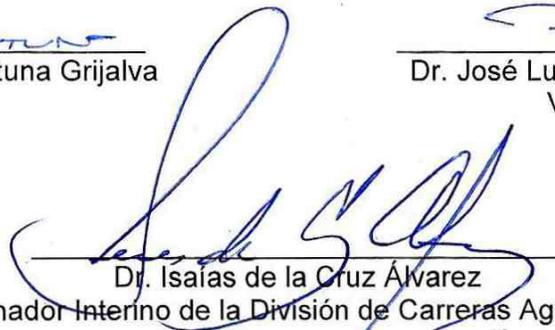
Dra. Verónica García Mendoza
Vocal



Dra. Oralia Antuna Grijalva
Vocal



Dr. José Luis Reyes Carrillo
Vocal suplente



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interno de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2020



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

Desarrollo y producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) inoculado con bacterias halófilas bajo condiciones de invernadero.

Por:

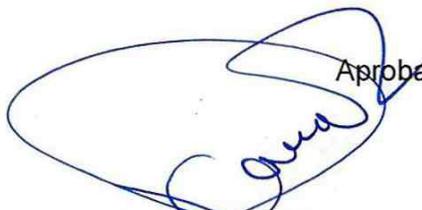
MICHAEL SÁNCHEZ FERNANDEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

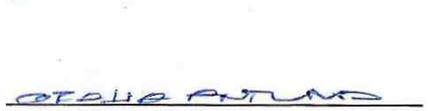
Aprobada por el Comité de Asesoría:



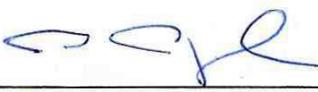
Dr. Pedro Cano Ríos
Asesor Principal Interno



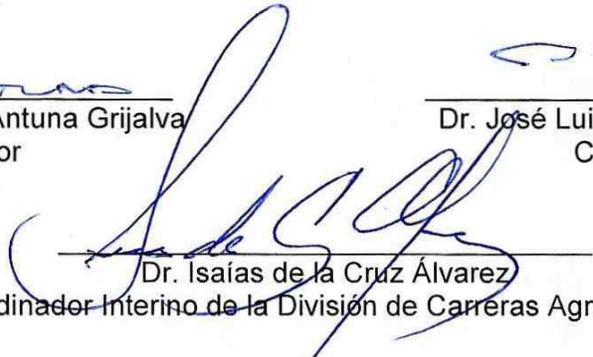
Dra. Verónica García Mendoza
Asesor Principal Externo



Dra. Oralia Antuna Grijalva
Coasesor



Dr. José Luis Reyes Carrillo
Coasesor



Dr. Isaías de la Cruz Álvarez
Coordinador Interino de la División de Carreras Agronómicas

Torreón, Coahuila, México
Febrero 2020



AGRADECIMIENTO

A Dios

Por darme la vida, la salud y la fortaleza para culminar mis estudio y alcanzar la carrera agronómica.

A mi familia: Por apoyarme en todo. En cada uno de mis sueños, objetivos, metas, y por cada consejo que me dieron para ser un hombre de bien.

A mis profesores: Por transmitir parte de su conocimiento y experiencias, facilitándome todas las herramientas claves indispensables para mi desarrollo profesional.

A mi alma mater: por darme la oportunidad de culminar la licenciatura en Ingeniero Agrónomo.

Por la aportación técnico-práctico a mi desarrollo profesional. De igual manera por el impulso y motivación a seguir preparándome, gracias.

Produjo, pues, la tierra hierba verde, hierba que da semilla según su naturaleza, y árbol que da fruto, cuya semilla ésta en él, según su género. Y vio Dios que era bueno. GÉNESIS 1:12

DEDICATORIA

Con todo cariño y amor a mi padre:

Sr. Silvio Sánchez Gonzales

Por el apoyo moral y económico, la confianza que deposito en mí, para seguir adelante en mi formación académica, y lograr ser un hombre de bien en el campo agrícola, por el cual estaré agradecido toda mi vida, gracias y que Dios me lo bendiga hoy y siempre.

A mis hermanas:

Cecia Irene Sánchez Fernández

Itamar Sánchez Fernández

Por todo el apoyo que me brindaron para seguir adelante, y la confianza que depositaron en mí.

A todas aquellas personas que depositaron la confianza en mí, por los consejos me dieron para seguir adelante.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
INDICE DE IMÁGENES	xi
APENDICE	xii
RESUMEN	xvi
SUMMARY	xvii
INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	3
1.2 Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Generalidades del pepino	4
2.2 Antecedentes del cultivo de pepino	4
2.3 Importancia internacional del pepino	5
2.4 Importancia nacional del pepino	6
2.5 Origen	8
2.6 Clasificación taxonómica.	9
2.7 Importancia económica	9
2.8 Características morfológicas del pepino	10
2.8.1 Sistema radicular	10
2.8.2 Tallo principal	10
2.8.3 Hojas	10
2.8.4 Flor	10
2.8.5 Frutos	11
2.8.6 Semilla	11
2.8.7 Valor nutrimental del pepino	12
2.9 Requerimientos de Clima para el Cultivo de Pepino	13
2.9.1 Temperatura	13
2.9.2 Humedad relativa	14
2.9.3 Luminosidad	14
2.9.4 Riego	14

2.9.5 Suelo y pH	15
2.9.6 Fertilización	15
2.9.7 Poda.....	15
2.9.8 Tutorado del cultivo	15
2.9.9 Polinización	16
2.9.10 Cosecha.....	16
2.9.11 Calidad de fruto de pepino	16
2.11 Principales plagas del cultivo del pepino.	17
2.11.1 Minadores (<i>Liriomyza Spp</i>).	17
2.11.2 Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).	18
2.11.3 Mosca blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).	18
2.11.4 Pulgones (<i>Aphis gossypii</i> , <i>Myzus persicae</i> y <i>Aphis craccivora</i>).	19
2.13 Principales enfermedades del pepino.....	20
2.13.1 Mildiu de las cucurbitáceas (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>)	20
2.13.2 Mancha bacteriana de la hoja (<i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>Cucurbitae</i>)	20
2.13.3 Virus mosaico del pepino (<i>Pepino mosaic virus PepMV</i>).....	21
2.14. Rizósfera	21
2.15. Rizobacterias	22
2.15.1 Beneficios de las RPCV.	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.	27
3.3. Localización del sitio experimental	28
3.4. Clima de la región	28
3.4. 1. Temperatura	29
3.4.2. Humedad relativa	29
3.4.3. Heladas	29
3.4.4. Vientos	29
3.4.5. Evaporación	29
3.4.6. Precipitación pluvial.....	29
3.4.7. Granizo.....	30
3.5 Descripción del invernadero.....	30

3.6 Obtención de sustrato	30
3.6.1. Arena de río	30
3.6.2. Vermicompost.....	30
3.6.3. Perlita	30
3.8. Riegos para desalinizar los sustratos	31
3.9 Material vegetal	31
3.10 Rizobacterias de estudios	31
3.11. Siembra	31
3.12. Inoculo	32
3.12.1 Preparación del inoculo	32
3.12.2 Inoculación del cultivo	32
3.13. Labores culturales.....	33
3.13.1 Tutorado	33
3.13.2 Podas	33
3.13.3 Riego	33
3.13.4. Temperaturas dentro del invernadero	34
3.13.6. Cosecha	34
3.14. Diseño experimental	35
3.15. Variables evaluadas.....	35
3.15.1. Variables agronómicas en el desarrollo de las plantas de pepino.	35
3.15.1.1 Altura de planta	35
3.15.1.2. Diámetro de tallo.....	35
3.15.1.3. Índice de contenido de clorofila (ICC)	36
3.15.2 Calidad de frutos.....	36
3.15.2.1. Peso de fruto	36
3.15.2.2. Longitud del fruto	36
3.15.2.3. Diámetro ecuatorial del fruto	36
3.15.2.4. Firmeza del epicarpio	36
3.15.2.5. Firmeza del mesocarpio.....	36
3.15.2.6. Sólido Solubles Totales (°Brix)	37
3.15.3 Rendimiento	37

3.15.4. Análisis estadístico	37
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	38
V. CONCLUSIONES.....	60
VI Literatura Citada	61
APENDICE..ALTURA DE PLANTA.....	71

INDICE DE CUADRO

Cuadro 1.- Valor de exportaciones de pepino ($t \cdot ha^{-1}$)	5
Cuadro 2.- Principales países productores de pepino $t \cdot ha^{-1}$	6
Cuadro 3.- Principales países exportadores de pepino ($t \cdot ha^{-1}$).....	6
Cuadro 4.- Producción de pepino en México ($t \cdot ha^{-1}$).....	7
Cuadro 5.- Superficie cosechada de pepino en México (hectáreas).....	7
Cuadro 6.- composición de partes comestible de 100 g de pepino fresco.....	12
Cuadro 7.- Temperatura críticas para el cultivo del pepino en las distintas fases de desarrollo.	13
Cuadro 8.- Fertilización en el cultivo de pepino <i>Cucumis sativus</i> L.	15
Cuadro 9 Géneros de RPCV, utilizadas en diferentes cultivos	25
Cuadro 10 Tipo de bacterias utilizadas en cada tratamiento	31
Cuadro 11.- Cuadro de medidas para la variable en el factor A (% vermicompost) tomada cada semana evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL.2017.	38
Cuadro 12.- Cuadro de medidas para la variable altura en el factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL.2017	39
Cuadro 13.- Cuadro de medidas para la variable altura en la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL.2017	39
Cuadro 14.- Cuadro de las interacciones (Factor A * Factor B) en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL.2017.....	40
Cuadro 15.- Cuadro de medidas para la variable de diámetro de tallo en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. Sativus</i> . UAAAN-UL. 2017	41
Cuadro 16.- Cuadro de medidas para la variable de diámetro de tallo en el factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL. 2017	42
Cuadro 17.- Cuadro de medidas para la variable de diámetro de tallo en la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL. 2017	43

Cuadro 18.- Cuadro de medidas para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL.2017	44
Cuadro 19.- Cuadro para la variable en el índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en el factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL.2017.....	45
Cuadro 20.- Cuadro de medidas para la variable en el índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL.2017.....	45
Cuadro 21.- cuadro de medidas para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1,DF2,DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el factor A (% vermicompost) tomadas en el momento de la primer cosecha en la evaluación de <i>C.sativus</i> . UAAAN-UL. 2017.....	46
Cuadro 22.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor B (RPCV) tomadas en el momento de la primer cosecha en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL. 2017	47
Cuadro 23.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en la interacción (Factor A * Factor B) tomadas en el momento de la primer cosecha en la evaluación de <i>C. sativus</i> . UAAAN-UL. 2017.....	47
Cuadro 24.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos	

solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor A (% vermicompost) tomadas en el momento de la segunda cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.....48

Cuadro 25.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor B (RPCV) tomadas en el momento de la segunda cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.....49

Cuadro 26.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en la interacción (Factor A * Factor B) tomadas en el momento de la segunda cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.....50

Cuadro 27.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor A (% vermicompost) tomadas en el momento de la tercera cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.....51

Cuadro 28.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor B (RPCV) tomadas en el momento de la tercera cosecha en la evaluación

de	C.	<i>sativus</i> .	UAAAN-UL.
2017.....			51
Cuadro 29.- Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (cm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en la interacción (Factor A * Factor B) tomadas en el momento de la tercera cosecha en la evaluación de C. <i>sativus</i> . UAAAN-UL. 2017.....			52
Cuadro 30.- Cuadro de medidas para la variable rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) en el Factor A (% vermicompost), Factor B (RPCV) y la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de C. <i>sativus</i> . UAAAN-UL. 2017.....			53

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1.- Flores de pepino	11
Imagen 2.- Fruto de pepino	11
Imagen 3.- Localización de la región de la Comarca Lagunera en los estados de Coahuila y Durango. UAAAN UL, 2018.	27
Imagen 4.- Localización de la Universidad Agraria Antonio Narro municipio de Torreón del estado de Coahuila. UAAAN UL, 2018	28
Imagen 5.- Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizado en el presente experimento. UAAAN-UL, 2017.	30
Imagen 6.- Siembra de los genotipos de pepino en bolsas de 20 litros de capacidad	32
Imagen 7.- Inoculación de las bacterias <i>Bacillus paralicheniformis</i> y <i>Pseudomonas lini</i> en los macetas	33
Imagen 8.- Tutorado de plantas a altura de 30 cm. UAAAN-UL, 2017.....	33
Imagen 9.- Aplicación de insecticidas orgánicos de manera preventiva y curativa	34
imagen 10.- Cosecha de frutos de pepino	35

APENDICE

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera semana. UAAANUL. 2017.....	71
Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda semana. UAAANUL.2017.....	71
Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercer semana. UAAANUL.2017.....	71
Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la cuarta semana. UAAANUL.2017.....	71
Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la quinta semana. UAAANUL. 2017.....	71
Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la sexta semana. UAAANUL. 2017.....	72
Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la séptima semana. UAAANUL.2017.....	72
Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la octava semana. UAAANUL. 2017.....	72
Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la novena semana. UAAANUL.2017.....	72
Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la décima semana. UAAAUL. 2017.....	72
Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la onceava semana. UAAANUL.2017.....	73
Cuadro 12A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera semana. UAAANUL2017.....	73
Cuadro 13A. Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda semana. UAAAUL.2017.....	73
Cuadro 14A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercer semana. UAAANUL. 2017.....	73

Cuadro 15A. Análisis de varianza para variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la cuarta semana. UAAANUL.2017.....	73
Cuadro 16A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la quinta semana. UAAANUL.2017.....	74
Cuadro 17A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la sexta semana. UAAANUL.2017.....	74
Cuadro 18A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la séptima semana. UAAANUL.2017.....	74
Cuadro 19A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la octava semana. UAAANUL.2017.....	74
Cuadro 20A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la novena semana. UAAANUL.2017.....	74
Cuadro 21A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la décima semana. UAAANUL.2017.....	75
Cuadro 22A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la onceava semana. UAAANUL.2017.....	75
Cuadro 23A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera semana. UAAANUL.2017.	75
Cuadro 24A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda semana. UAAANUL.2017.....	75
Cuadro 25A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera semana. UAAANUL.2017.	75
Cuadro 26A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la cuarta semana. UAAANUL.2017.....	76
Cuadro 27A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la quinta semana. UAAANUL.2017.	76
Cuadro 28A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la sexta semana. UAAANUL.2017.	76
Cuadro 29A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la séptima semana. UAAANUL.2017.....	76

Cuadro 30A. Análisis de varianza para la variable peso (g) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	76
Cuadro 31A. Análisis de varianza para la variable largo de fruto (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	77
Cuadro 32A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 1 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	77
Cuadro 33A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 2 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	77
Cuadro 35A. Análisis de varianza para la variable firmeza del epicarpio (kg) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	77
Cuadro 36A. Análisis de varianza para la variable firmeza del mesocarpio (kg) en <i>cucumissativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	78
Cuadro 37A. Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales (°Brix) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	78
Cuadro 38A. Análisis de varianza para la variable espesor del mesocarpio (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.....	78
Cuadro 39A. Análisis de varianza para la variable de peso (g) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL2017.....	78
Cuadro 40A. Análisis de varianza para la variable largo de fruto (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.....	78
Cuadro 41A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 1 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.....	79
Cuadro 42A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 2 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAAN.UL.2017.....	79
Cuadro 43A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 3 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.....	79
Cuadro 44A. Análisis de varianza para la variable firmeza del epicarpio (kg) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.....	79
Cuadro 45A. Análisis de varianza para la variable firmeza del mesocarpio (kg) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.....	79

Cuadro 46A. Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales (°Brix) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.	80
Cuadro 47A. Análisis de varianza para la variable espesor del mesocarpio (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.	80
Cuadro 48A. Análisis de varianza para la variable peso (g) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	80
Cuadro 49A. Análisis de varianza para la variable largo de fruto (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	80
Cuadro 50A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 1 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	80
Cuadro 51A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 2 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	81
Cuadro 52A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 3 (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	81
Cuadro 53A. Análisis de varianza para la variable firmeza del epicarpio (kg) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	81
Cuadro 54A. Análisis de varianza para la variable firmeza del mesocarpio (kg) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	81
Cuadro 55A. Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales (°Brix) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	81
Cuadro 56A. Análisis de varianza para la variable espesor del mesocarpio (cm) en <i>Cucumis sativus</i> evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.	82

RESUMEN

En México la producción de pepino juega un papel muy importante debido a que su consumo genera una gran demanda tanto en el mercado nacional como en el internacional, solo en la República Mexicana, al año se producen poco más de 700 mil toneladas, siendo los principales productores de pepino los estados de Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos y Veracruz. Existe una demanda continua de encontrar nuevas alternativas de producción, que mejoren los cultivos sin afectar el ecosistema. Diversas especies de rizobacterias están siendo utilizadas como biofertilizantes, fitoestimulantes o biocontroladores en los cultivos tanto en condiciones favorables como en condiciones de estrés. En el presente trabajo se evaluó la variedad de pepino HM543 inoculado con dos rizobacterias halófilas. El experimento se realizó en el invernadero número 2 del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna en el periodo de 2017-2018. Se utilizaron bolsas negras de plástico de 18 L de capacidad como macetas, utilizando como sustrato arena de río, compost y perlita. Las macetas fueron colocadas a doble hilera con un arreglo topológico a tresbolillo con una distancia de 30 cm entre plantas. Se utilizó un riego a base de solución nutritiva. Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) utilizadas para este trabajo fueron: *Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini*, proporcionadas por la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Se utilizó un diseño factorial de dos factores y cuatro repeticiones, donde el Factor "A" corresponderá a los diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato (0, 15 y 30 %), el Factor "B" corresponde a las dos RPCV utilizadas, la combinación de las dos (interacción) y un testigo (Sin bacteria). Se evaluaron las variables agronómicas de la planta y variables de calidad del fruto. Se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos. La interacción que predominó a lo largo del experimento fue la combinación de 0 % de vermicompost con las RPCV B1: *Bacillus paralicheniformis*, B2: *Pseudomonas lini* y la interacción de las dos RPCV.

Palabras clave: *Bacillus paralicheniformis*, índice de contenido de clorofila, interacción, *Pseudomonas lini*, rizobacterias

SUMMARY

In Mexico, the production of cucumber plays a very important role because its consumption generates a great demand both in the national and international markets, only in the Mexican Republic, a little more than 700 thousand tons are produced per year, the main ones being Cucumber producers the states of Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos and Veracruz. There is a continuous demand to find new production alternatives that improve crops without affecting the ecosystem. Various species of rhizobacteria are being used as biofertilizers, phytostimulants or biocontrollers in crops both in favorable conditions and in stress conditions. In the present work, the variety of cucumber HM543 inoculated with two halophilic rhizobacteria was evaluated. The experiment was carried out in the greenhouse number 2 of the horticulture department of the Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna in 2017-2018 period. Black plastic bags of 18 L capacity were used as pots, using river sand, compost and perlite as substrate. The pots were placed in double row with a topological arrangement with a three-row with a distance of 30 cm between plants. Irrigation based on nutrient solution was used. The plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) used for this work were: *Bacillus paralicheniformis* and *Pseudomonas lini*, provided by the Faculty of Biological Sciences of the Universidad Juárez del Estado de Durango. A two-factor factorial design and four replications were used, where Factor "A" will correspond to the different percentages of vermicompost in the substrate (0, 15 and 30%), Factor "B" corresponds to the two PGPR used, the combination of the two (intersection) and a control (No bacteria). The agronomic variables of the plant and variables of fruit quality were evaluated. Significant differences were obtained among treatments. The predominant interaction throughout the experiment was the combination of 0% vermicompost with the PGPR B1: *Bacillus paralicheniformis*, B2: *Pseudomonas lini* and the interaction of the two PGPR.

Keywords: *Bacillus paralicheniformis*, chlorophyll content index, interaction, *Pseudomonas lini*, rhizobacteria.

INTRODUCCIÓN

En México la producción de pepino juega un papel muy importante debido a que su consumo genera una gran demanda tanto en el mercado nacional como en el internacional, lo que provoca que al año se produzcan poco más de 700 mil toneladas cultivadas a lo largo de la República donde estados como Sinaloa, Michoacán, Baja California, Morelos y Veracruz son los principales productores de pepino (Home, 2017). La producción de pepino en México es considerada en las últimas décadas como una de las principales hortalizas de invierno. Sinaloa, uno de los principales estados productor-exportador considera al pepino como la segunda hortaliza en importancia tanto por volumen producido como exportado (Reho, 2015).

El pepino es una hortaliza de alto impacto económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones del mundo, hay variedades de alto rendimiento con buenas prácticas de manejo que permiten optimizar su producción bajo invernadero (Espinoza *et al.*, 2014). El pepino, al igual que casi todos los cultivos comúnmente denominados hortalizas, presenta características muy particulares: es de rápido crecimiento, con un alto índice de acumulación de biomasa y con un sistema radical poco profundo; por lo que para lograr altos rendimientos es necesario utilizar sistemas de producción que garanticen un adecuado y oportuno aprovisionamiento de agua (Romero, 2009).

Para tener una buena producción la densidad de plantación tiene que ser óptima la cual varía significativamente entre cultivares y el ambiente en el que se desarrolla el cultivo (López-Elías *et al.*, 2015). Está comprobado que al realizar trasplante de plántulas de pepino se tiene una producción más rentable que cuando se realiza siembra directa (Jellani *et al.*, 2015). Es conveniente producir plántulas sanas y fuertes para que se vea reflejado en la producción.

Los cotiledones de las plántulas de pepino desempeñan un papel importante en el mantenimiento de los niveles de giberelinas en hipocotilos (Asahina *et al.*, 2007). También juegan un papel importante para producir los primeros fotosintatos pues la

falta de clorofila ocasiona que los órganos no puedan cumplir sus funciones fotosintéticas, afectando el crecimiento inicial, lo que se ve reflejado en el rendimiento del fruto (Bisognin *et al.*, 2005). Las bajas temperaturas disminuyen el crecimiento de las plántulas de pepino, el índice de plántulas, el contenido de clorofila y la capacidad fotosintética (Anwar *et al.*, 2018).

Por otro lado, cada día existen más evidencias de que los sistemas de producción con la aplicación continua de fertilizantes nitrogenados puede provocar impactos negativos en los agroecosistemas, como lixiviación de nitratos, contaminación de recursos hídricos, y emisiones gaseosas, incremento en el contenido de sales en los suelos, causando daños irreparables al ambiente (Zahid, *et al.*, 2015) y con riesgo potencial para la humanidad (Vejan, *et al.*, 2016). Un método promisorio para reducir el uso de los fertilizantes sintéticos en la agricultura es la aplicación de las RPCV (Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal), como inoculantes microbianos (Nehra, *et al.*, 2016).

El empleo de las RPCV como biofertilizantes son una opción sustentable para favorecer la disponibilidad de los elementos nutritivos, el crecimiento de las plantas y los rendimientos (Zahid, *et al.*, 2015). Inocular los cultivos con RPCV reduce sustancialmente el uso de fertilizantes sintéticos y los impactos negativos al suelo, aumenta el rendimiento de los cultivos, contribuyendo a la economía del productor y a la alimentación de la población. El objetivo de esta investigación fue evaluar el desarrollo, producción y calidad de los frutos del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) inoculado con RPCV halófilas bajo condiciones de invernadero.

La inoculación de las bacterias *Bacillus paralicheniformis* LBEndo1 y *Pseudomonas lini* KBecto4 en plántulas de pepino bajo condiciones salinas incrementaron la longitud de la raíz y el número de raíces laterales (Palacio-Rodríguez *et al.*, 2017). Las rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal, pueden convertir los elementos minerales del sustrato en formas biodisponibles que pueden ser fácilmente absorbido por las plántulas (Qin *et al.*, 2017). Por lo anterior los objetivos del presente trabajo fueron:

1.1 Objetivo

Evaluar el desarrollo de la planta de pepino (*Cucumis sativus* L.) al ser inoculada con dos rizobacterias halófilas promotoras del crecimiento vegetal (*Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini*) y utilizando diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato, cultivadas bajo condiciones de invernadero.

Evaluar la calidad de los frutos de pepino (*Cucumis sativus* L.) al ser inoculada con dos rizobacterias halófilas promotoras del crecimiento vegetal (*Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini*) y utilizando diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato, cosechados bajo condiciones de invernadero.

Evaluar el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) al ser inoculada con dos rizobacterias halófilas promotoras del crecimiento vegetal (*Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini*) y utilizando diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato, producido bajo condiciones de invernadero.

1.2 Hipótesis

La inoculación de rizobacterias halófilas promotoras del crecimiento vegetal, incrementan el desarrollo, producción y la calidad de los frutos del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) producido bajo condiciones de invernadero.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Generalidades del pepino

El pepino (*Cucumis sativus* L.), juega un papel importante en la economía nacional mexicana, debido a la gran demanda que tiene en el mercado doméstico y de exportación, tanto por la superficie cultivada como por la producción obtenida, dando lugar a la captación de divisas y fuentes de empleo. Actualmente México es el segundo exportador mundial de esta hortaliza y el primer proveedor del mercado americano de pepino (Acerca, 1998). Esta hortaliza ocupa el cuarto lugar en importancia dentro de las cucurbitáceas debido a la superficie sembrada. (Claridades Agropecuarias, 1999).

Castillo (1992), menciona que el desarrollo de especies bajo condiciones de invernadero, es una alternativa al agricultor para poder generar mayores rendimientos, teniendo la oportunidad de obtener cosechas fuera de la época normal de producción, altos rendimientos y excelente calidad. Como resultado de la protección que ejerce contra ciertos agentes climáticos como son: heladas, vientos, granizos, lluvias y radiación excesiva, etc.

2.2 Antecedentes del cultivo de pepino

La producción tecnificada de pepino verde con espaldera de malla y la aplicación de fertilizantes solubles a través del agua de riego, con rendimiento de 90 a 130 t · ha⁻¹, apoya la diversificación y fortalece la cadena agroalimentaria de hortalizas en los suelos pedregosos de Yucatán (Basulto, 2006).

Durante los ciclos de 1993 al 2001, el rendimiento de pepino fue de 33 t · ha⁻¹ y en el valle de Culiacán el rendimiento fue de 37.3 t · ha⁻¹ (Astengo, 2003).

La producción de pepino en el estado de baja california sur en el año 2006, se programaron 60 hectáreas para la producción convencional y 8 hectáreas para el orgánico de las cuales los rendimientos esperados fueron 14 t · ha⁻¹ para el convencional y 11 t · ha⁻¹ para el orgánico (SAGARPA 2006).

En un estudio en invernadero de vidrio ubicado en Texcoco, estado de México se utilizó el cultivar “Kalunga”, los tratamientos que se evaluaron fueron: la siembra directa y trasplantes a los 20 (T2), 25 (T3), 30 (T4), 35 (T5), 40(T6) y 45 (T7) días después de la

siembra, todas conducidas a un solo tallo, el cual reportan rendimientos en siembra directa de $139.3 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ y en el trasplante a los 20 días de $149.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ y como bajo rendimiento a los 45 dds de $85.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Sánchez, *et al.*, 2006).

Hernández (2004) en el cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) con el fin de evaluar su respuesta en sustratos orgánicos fertilizados y no fertilizados, encontró que el cultivo tiene un comportamiento similar en ambas condiciones, 12 frutos suelo + 2 g de fertilizante triple, 10 frutos en la mezcla vermicompost de cabra con suelo, en los tratamientos con menor número de frutos fueron suelo sin fertilizante y la mezcla suelo con vermicompost de vaca con 4 frutos.

2.3 Importancia internacional del pepino

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado (SAGARPA, 2003).

El cultivo de esta hortaliza tiene una estabilidad de la superficie, con un aumento de la producción. En el Cuadro 1 se muestra que los valores de exportación han permanecido en forma estable (SAGARPA, 2003).

El cultivo de pepino tienen importancia en varios países; en el Cuadro 2 se muestran los principales productores, y en el Cuadro 3 se reportan los principales países exportadores. Es una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en cultivo protegido (SAGARPA, 2003).

Cuadro 1. Valores de exportaciones de pepino ($\text{t} \cdot \text{ha}^{-1}$).

País	2001	2002	2003
País bajos	661,714	217,419	241,239
España	207,310	218,038	234,041
México	176,735	192,330	201,626
Canadá	23,179	30,743	36,147
Eua	23,023	26,145	26,147
Otros	123,438	142,770	156,747
Total	818,399	827,445	895,863

Cuadro 2. Principales países productores de pepino ($t \cdot ha^{-1}$).

País	2000	2001	2002	2003
China	19,869,181	21,674,218	24,073,163	25,073,163,
Turquía	1,825,000	1,740,000	1,750,000	1,750,000
Irán	1,342,000	1,233,000	1430,000	1,350,000
Eua	1,052,930	1,015,500	1,079,510	1,046,960
Japón	1,025,930	735,500	728,9000	720,000
Otros	9,379,437	9206,744	9,542,501	9,658,730
Total	34,235,048	35604,902	38,604,074	39,598,853

Cuadro 3. Principales países exportadores de pepino ($t \cdot ha^{-1}$).

País	2000	2001	2002
México	371,369	374,289	386,094
Países bajos	331	300,423	348,727
España	327,766	337,894	336,867
Jordania	48,211	48,212	51,992
Eua	37,329	41,565	41,304
Otros	269,181	308,290	340,304
Total	1,385,699	1,410,673	1,505,905

2.4 Importancia nacional del pepino

Cucumis sativus L. es una hortaliza que en México se consume como fruta fresca y en ensalada; aunque hay especies como el pickle que se prepara para encurtidos, radicando su importancia tanto en la superficie cultivada como en la producción obtenida. En 1992 se cultivó una superficie de 16,011 ha con una producción de 248,482 t, en el Cuadro 4 se puede ver que el pepino se cultiva en diferentes estados de la República, solo Sinaloa y Michoacán concentran el 90% de la producción total nacional, otros estados donde también se cultiva son Morelos, Sonora, Guanajuato, Puebla y Jalisco, en el Cuadro 5 se muestra la superficie de pepino cosechada en los diferentes estados (SAGARPA, 2003).

Estados Unidos importa de México aproximadamente 185,000 t de pepino, lo que representa el 94.8 por ciento del total de este producto importado por este país. En California y Arizona, el pepino llega alcanzar los precios más altos de enero – abril obteniendo hasta 19 dólares por caja de 24 kg y en noviembre fluctúa entre nueve y diez dólares por caja, este cultivo tiene la característica de originar grandes fuentes de trabajo incrementando la actividad económica y la captación de divisas (SAGARPA, 2003).

En los últimos años el cultivo de pepino ha tenido una fuerte demanda por ser un fruto refrescante y apetitoso, aunque el contenido de proteínas, carbohidratos y minerales es menor que en la calabacita, su valor nutritivo es aceptable (SAGARPA, 2003).

Cuadro 4. Producción de pepino en México ($t \cdot ha^{-1}$).

Estado	2000	2001	2002	2003
Sinaloa	246,244	228,042	197,963	189,798
Michoacán	82,488	8,924	74,666	79,777
Baja california	40,285	37,156	46,662	48,546
Morelos	16,239	31,940	31,175	38,679
Veracruz	15,797	17,068	21,419	12,094
Otros	58,216	62,677	62,907	67,003
Total	459,216	460,807	434,792	435,897

Cuadro 5. Superficie cosechada de pepino en México (Hectáreas).

Estado	2000	2001	2002	2003
Sinaloa	6,407	6,375	5,210	4,838
Michoacán	4,209	4,501	4,139	4,286
Morelos	1,199	1,554	1,549	1,836
Baja california	1,299	1,446	1,533	1,522
Veracruz	673	677	712	459
Otros	3,687	3,896	3,965	3,939
Total	17,474	18,449	17,108	16,880

El panorama agrícola económico en nuestro país, así como el inicio del Tratado de Libre Comercio (TLC) en 1994, con Estados Unidos y Canadá, obligan a los agricultores mexicanos a eficientar sus recursos implementando modernos sistemas de producción con nuevas tecnologías agrícolas que permitan incrementos de producción por unidad de superficie y calidad de los productos para incrementar los volúmenes de exportación (SAGARPA 2003).

2.5 Origen

Martínez, (2006) menciona que el origen del pepino se sitúa en las regiones tropicales del sur de Asia. En la India se viene realizando su cultivo desde hace más de 3,000 años. Su explotación como alimento llegó con el tiempo a Egipto y se convirtió en uno de los alimentos preferidos por los faraones. Con el paso de los años se hizo popular en Grecia y en Roma. Tanto griegos como romanos empleaban el pepino como hortaliza. Fueron éstos últimos quienes lo introdujeron en el resto de Europa y lo extendieron con posterioridad hasta China.

El cultivo del pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó las semillas a América. El primer híbrido apareció en 1872 (Gálvez, 2004).

Esta planta y principalmente su fruto ha sufrido variaciones en su aspecto, forma y color debido al cultivo por tanto tiempo; en la actualidad existen más de 20 variedades de pepino (Linares, 1992).

2.6 Clasificación taxonómica.

El pepino pertenece a la familia Cucurbitácea, cuyo nombre botánico es *Cucumis sativus* (Zamudio y Felix, 2014).

Reino	Vegetal
Clase	Dicotyledoneae
Orden	Cucurbitales
Familia	Cucurbitaceae
Género	Cucumis
Especie	Sativus L.
Nombre binomial	<i>Cucumis sativus</i> L.
Planta	Herbácea anual
Nombre común	Pepino

2.7 Importancia económica

El pepino es una hortaliza de alto impacto económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones del mundo, hay variedades de alto rendimiento y prácticas de manejo que permiten optimizar su producción bajo invernadero (Espinoza, *et al.*, 2014).

Según datos del departamento de agricultura de estados unidos Mexicanos es el principal exportador a estados unidos en diversas frutas y hortalizas, en donde el pepino tiene un 83% de participación en el mercado (Aserca, 2015).

En el 2014 en México se sembraron 1,008 ha de pepino en invernadero, con rendimiento de $110.0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ como media de producción. En el estado de Sonora ese mismo año se programó una superficie de siembra de 26 ha con un rendimiento promedio de $305.4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Ocupando el octavo lugar en superficie y primero en rendimiento a nivel nacional (SIAP, 2015).

En la región lagunera de Coahuila y Durango, se cultivan 300 hectáreas en invernadero, siendo en su mayoría tomate, pepino y pimiento morrón, además en el 2009 se apoyaron 25 hectáreas más con una derrama económica superior a los 35 millones de peso, y se dio a conocer que en la región lagunera ya existen invernaderos dedicados al cultivo de pepino con cinco hectáreas (PRENSA, 2009).

2.8 Características morfológicas del pepino

2.8.1 Sistema radicular

Es de sistema radicular muy potente, dado la gran productividad de esta planta y consta de una raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco (Gálvez, 2004).

La raíz principal puede llegar hasta 1.10 m de profundidad y mide 65 cm lateralmente, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 cm superficiales. De acuerdo con lo anterior puede decirse que esta hortaliza posee un sistema de raíces muy compacto, con la cual aumenta sus requerimientos de humedad en comparación con las demás cucurbitáceas (Valdez, 1998).

2.8.2 Tallo principal

El tallo principal es espinoso, flexible, de sección angular, cubierto de pelos, con crecimiento indeterminado, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo en el lado opuesto a la hoja. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores (Zamudio y Felix, 2014).

2.8.3 Hojas

Las hojas son acorazonadas, alternas, pero opuestas a los zarcillos, de color verde oscuro y recubierto con un bello muy fino (Tamaro, 1921). Las hojas son ásperas y poseen de 3-4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre el central más puntiagudo dependiendo de la variedad, a veces no se aprecian normalmente (Reche 2011), los peciolo de las hojas son largos y mide de 5 a 15 cm de longitud (Gálvez 2004).

2.8.4 Flor

Tiene un 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 y femeninas, en la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir sólo poseen flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero (Zamudio y Felix, 2014).

Imagen 1. Flores de pepino.

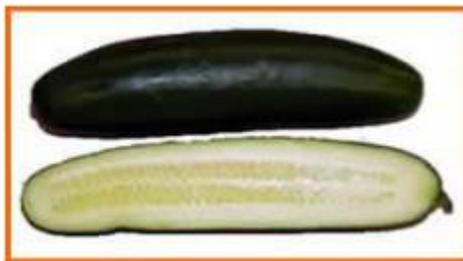


2.8.5 Frutos

El fruto del pepino es pepónide áspera o liso, dependiendo de la variedad, que varía 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 madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto (INFOAGRO, 2007).

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

Imagen 2. Fruto de pepino.



2.8.6 Semilla

La semilla es de forma plana de color blanco y mide de 8 a 10 mm de largo con un grosor de 3.5 mm dependiendo de la variedad con la que se esté trabajando (Valdez, 1998 y SEP, 1997).

Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento, prácticamente todas las variedades cultivadas comercialmente son ginoicas y partenocarpías (INIFAP, 2014).

2.8.7 Valor nutrimental del pepino

Entre las propiedades nutritivas del pepino tiene especial importancia su elevado contenido de agua, además contiene proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales de gran importancia para el consumo humano.

Cuadro 6. Composición de partes comestible de 100g de pepino fresco.

Contenido Fruto/100 g.	Unidades	Valor
Agua	96.1	%
Proteínas	0.5	G
Carbohidratos	2.9	G
Calcio (Ca)	14.0	Mg
Fósforo (P)	17.0	Mg
Fierro (Fe)	0.3	Mg
Sodio (Na)	2.0	Mg
Potasio (K)	149.0	mg
Ac. Ascórbico	4.70	mg
Tiamina (B1)	0.03	Mg
Riboflavina (B2)	0.02	Mg
Vitamina A	45	UI
Energía	13	Kcal
Grasa	0.1	G
Fibra	0.6	g
Niacina	0.30	Mg
Vitamina B12	0.05	Mg

UI = Unidades Internacionales. Una UI de Vitamina A Equivale a 0.3 microgramos de vitaminas Castaños 2000.

2.9 Requerimientos de Clima para el Cultivo de Pepino

2.9.1 Temperatura

La temperatura, es un factor determinante de la actividad metabólica y del crecimiento y desarrollo de los vegetales. La distribución biogeográfica original de las hortalizas comestibles tiene lugar en latitudes subtropicales, generalmente asociadas a regímenes térmicos poco variables y temperaturas mínimas superiores a 12°C, límite considerado como el mínimo, por debajo del cual, estas especies detienen el crecimiento y presentan síntomas de deterioro. La ausencia de control térmico cuando la temperatura se sitúa por debajo de estos niveles impide la programación de las cosechas y se generan amplias variaciones en la cantidad y calidad de la producción, al mismo tiempo, los cambios en la actividad metabólica, a veces bruscos, pueden inducir el envejecimiento precoz de las plantas y por tanto reducción de su potencial productivo. El control de la temperatura en el invernadero basada en los niveles de consigna que determinan los frutos de buena calidad durante la fase generativa es fundamental para mejorar la productividad (Lorenzo, 2012).

Para el cultivo del pepino las temperaturas durante el día que oscilen entre 20°C y 30°C, logran cierta incidencia sobre la producción, aunque a mayor temperatura durante el día, hasta 25°C, mayor es la producción precoz. 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, que ocasionan malformaciones en hojas y frutos. El umbral mínimo crítico nocturno es de 12°C, a 1°C se produce la helada de la planta (INFOAGRO, 2017).

Cuadro 7. Temperatura crítica para el cultivo del pepino en las distintas fases de desarrollo.

Etapa de desarrollo	Temperatura (°C)	
	Diurna	Nocturna
Germinación	27	27
Formación de planta	21	19
Desarrollo del fruto	19	16

2.9.2 Humedad relativa

La humedad relativa del aire (HR) es un factor principal que contribuye al equilibrio del agua en las plantas. Se sabe que el etileno (ET) está involucrado en la regulación de la absorción del agua de la raíz y la apertura del estoma (Calvo-Polanco *et al*, 2017).

El pepino es una planta con elevados requerimientos de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 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 atmósfera 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 (INFOAGRO, 2007).

Este factor modifica el rendimiento final, cuando se tiene una humedad relativa excesiva la planta reduce su transpiración, disminuye su crecimiento provocando aborto de flores (Quezada, 1991).

2.9.3 Luminosidad

La planta de pepino se desarrolla, florece y produce frutos con normalidad en días cortos (que pueden ser con 1 y 2 horas luz), pero también soporta elevadas intensidades de luz y esto beneficia a la planta por que a mayor cantidad de radiación solar, aumenta la producción (Madrigal, 2006).

2.9.4 Riego

Para satisfacer las necesidades de agua del cultivo, es necesario conocer datos del clima, superficie, topografía, disponibilidad y calidad del agua, suelo o sustrato, disponibilidad de energía, mano de obra, etc. El sistema de riego se debe de diseñar de tal forma que las necesidades netas de riego del cultivo sean iguales a la evapotranspiración de la misma, se debe evitar generar estrés en las plantas (López, *et al.*, 2011).

2.9.5 Suelo y pH

El pepino se puede cultivar en cualquier suelo, pero responde mejor en suelos arcillosos-arenosos a francos bien drenados, si el suelo no es ideal, hay que proveer las condiciones adecuadas para evita el exceso de agua. La planta de pepino no tolera la salinidad por lo cual el pH debe estar entre 5.5 y 6.8 (Arias, 2007).

2.9.6 Fertilización

La planta modifica el consumo de nutrimentos en función de sus fases de crecimiento y desarrollo, condiciones climáticas y características de la solución nutritiva como CE, pH y oxígeno disuelto (Sasilimas, *et al.*, 2012).

Cuadro 8. Fertilización en el cultivo de pepino *Cucumis sativus* L.

Parte de la planta	Rendimiento (t · ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg
		(t · ha ⁻¹)				
Frutos	14.87	13.44	4.48	23.52	2.24	2.24
Hojas y Tallos	7.94	33.60	8.96	41.44	32.48	6.72

Sasilimas, *et al.*, 2012

2.9.7 Poda

Consiste, en eliminar por debajo de los 40 a 50 cm del tallo principal todos los brotes que salgan, al igual que las hojas y los frutos que se vayan formando. A partir de los 40 a 50 cm, se eliminan todos los brotes laterales que aparecen en el tallo principal, dejando un fruto en cada axila, hasta que este alcance el alambre superior (Sasilimas, *et al.*, 2012).

2.9.8 Tutorado del cultivo

Las plantas de pepino bajo cubierta presentan un crecimiento vigoroso caracterizado por la presencia de hojas grandes por lo que resulta necesario asegurar la máxima interceptación de radiación solar por parte de las hojas, siendo necesario mantener la planta erecta durante su ciclo de desarrollo, por lo cual se emplea un sistema de tutorado que ayuda a mantener la planta levantada, además de facilitar labores

culturales como las podas y cosechas durante el ciclo del cultivo. Se emplean principalmente dos técnicas de tutorado, el sistema Holandés y el sistema Español, el segundo es menos demandante en mano de obra (Sasilimas, *et al.*, 2012).

2.9.9 Polinización

Entre los insectos las abejas son los mejores agentes de polinización, ya que son especializadas en esta labor y normalmente se puede disponer de ellas, son fáciles de manejar y se pueden ubicar donde se desean, con el objeto de cuajar las primera flores del cultivo y no retrasar las cosechas, las abejas se deben introducir cuando aparecen las primeras flores, se recomienda utilizar mínimo 3 colmenas por manzana, bien pobladas durante la floración (Casaca, 2005). Para las variedades partenocárpicas no se requieren insectos polinizadores.

2.9.10 Cosecha

Ariza y Sánchez (2003) señalan que se coseche cuando hayan desaparecido las protuberancias en donde salen las espinas evitando que los frutos se tornen amarillos en la planta.

2.9.11 Calidad de fruto de pepino

La buena calidad de los frutos de pepino americano esta principalmente representada en la uniformidad de la firmeza, color verde oscuro del exocarpo (piel), tamaño y ausencia de defectos de crecimiento o manejo, así como de pudriciones y amurallamiento que sin características que dependen de las condiciones de manejo dadas al cultivo, y que una vez cosechados los frutos en madurez comercial, comienzan a experimentar cambios a nivel morfológico, especialmente en el metabolismo, lo que influye en la apariencia y calidad integral del producto que llega al consumidor final (Moreno, *et al.*, 2013).

2.10 Producción del cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero.

La agricultura protegida es el sistema de producción que se realiza bajo distintas estructuras, para proteger los cultivos, minimizando los efectos que imponen los fenómenos climáticos. Este sistema tiene como característica la protección contra riesgos inherentes (climatológicos, económicos o de las limitaciones de recursos

productivos: agua o de la superficie) el cual tiene como resultado muchas ventajas para los productores (Moreno, *et al.*, 2011).

Por otro lado González, *et al.*, (2014) señalan que la agricultura protegida por los beneficios que ofrece (altos rendimientos y calidad, mayores niveles de sanidad e inocuidad de los productos obtenidos, seguridad en la producción con cierta independencia del clima, acceso a mejores mercados y potencial de alta rentabilidad económica), está creciendo en México.

Bajo condiciones de invernadero, la producción de pepino es de 2 a 9 veces más que en campo abierto, dependiendo del nivel tecnológico, el manejo y las condiciones climatológicas, constituyendo asimismo una alternativa a la diversificación de cultivos en invernadero (López, *et al.*, 2011). En el 2014 en México se sembraron 1,008 ha de pepino en invernadero, con rendimiento de $110.0 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ como media de producción (López, *et al.*, 2015).

2.11 Principales plagas del cultivo del pepino.

Las plagas son comunes en los cultivos hortícolas protegidos, pero la biología, ecología y daños causados son similares, por lo que se abordan las especies de manera conjunta (INFOAGRO, 2017).

Según Expoflores (2013) *Tetranychus urticae* es un ácaro polífago conocido comúnmente como araña roja, en la antigüedad no era considerada una plaga de importancia económica, por la presencia de enemigos naturales los cuales mantenían el equilibrio de dicha plaga; debido al uso indiscriminado de pesticidas desde la segunda guerra mundial, dicho equilibrio empezó a desaparecer.

2.11.1 Minadores (*Liriomyza* Spp).

Existen varias especies de minadores, entre ellos: *Liriomyza trifolii*, *L. bryonidiae*, *L. strigatay* y *L. huidobrensis*. 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 terminado el ciclo de vida, la larva sale de la hoja y cae al suelo a empupar para finalmente empezar una nueva generación de adultos. Esta plaga se controla bien con insectos benéficos. La

población se eleva cuando se abusa de productos que matan (especialmente los piretroides y carbamatos) (Arias, 2007).

Se desarrolla en el interior de las hojas, a las que provoca daños en sus estructuras, al realizar galerías o minas (Fitosanidad, 2014). Las hembras adultas realizan las puestas dentro del tejido de las hojas jóvenes, donde comienza a desarrollarse una larva que se alimenta del parénquima, ocasionando las típicas galerías. La forma de las galerías es diferente, aunque no siempre distinguible, entre especies y cultivos. Una vez finalizado el desarrollo larvario, las larvas salen de las hojas para pupar, en el suelo o en las hojas, para dar lugar posteriormente a los adultos (INFOAGRO, 2017).

2.11.2 Trips (*Frankliniella occidentalis*).

Causa daños directos en la cosecha durante el último tercio del cultivo. Los trips tienen un aparato bucal raspador-chupador con el que rompen las células vegetales para absorber su contenido; cuando los trips se alimentan de las primeras flores en el ápice de crecimiento y rompen algunas de sus células, éstas no pueden dividirse ni engrosarse durante el engorde, lo que provoca deformaciones en los frutos al alcanzar su punto de recolección. Las flores desarrolladas, aunque atraen fuertemente a los adultos de trips, ya no sufren daños (Salvador, 2015).

El control biológico de trips requiere poblaciones numerosas de *Amblyseius swirskii*, pues el ácaro solo depreda el primer estadio larvario y el porcentaje de lances fallidos es elevado, a no ser que los ácaros ataquen las larvas en grupo. Para conseguir las, los ácaros han de liberarse cuanto antes en el cultivo, de ser posible con anterioridad a la llegada de los primeros adultos de trips invasores (Salvador, 2015).

2.11.3 Mosca blanca (*Bemisia tabaci*).

Mosca blanca *Bemisia tabaci* es un insecto que posee una gran cantidad de biotipos, que constituyen una plaga presente en todo el mundo, que puede atacar a más de 500 especies de plantas, muchas de ellas cultivos como melón, pepino, tomate, así como plantas ornamentales. La mosquita se alimenta de la savia de las plantas, lo que induce defoliación y menor crecimiento, manifestando una gran capacidad para transmitir virus a los cultivos que invade (Samaniego Gaxiola, 2012).

2.11.4 Pulgones (*Aphis gossypii*, *Myzus persicae* y *Aphis craccivora*).

Los pulgones son insectos que afectan a numerosos cultivos herbáceos, incluso arbóreos. *Aphis gossypii* junto con *Myzus persicae* y *Aphis craccivora*, son las especies más problemáticas para los cultivos hortícolas bajo abrigo (Fitosanidad, 2014).

Una característica especial de esta plaga, es que la hembra pare directamente a las ninfas que se han desarrollado previamente en su interior. Esta característica permite un rápido crecimiento de las poblaciones. Los pulgones se distribuyen en cultivos de invernadero, normalmente por focos. Las primeras colonias suelen formarse en las zonas cercanas a las bandas. Cuando existe un importante desarrollo de las plantas, o una gran cobertura vegetal en el momento de la invasión, los pulgones ven limitada su distribución y permanecen normalmente en las bandas. Sin embargo, si existe menor densidad y cubierta vegetal, como sucede en estados fenológicos más tempranos, la distribución de los pulgones es más aleatoria y puede alcanzar a toda la parcela (Fitosanidad, 2014).

Los daños directos se producen al absorber el pulgón la savia de las plantas, provocando un debilitamiento generalizado, que se manifiesta en un retraso en el crecimiento y amarilleamiento de la planta, lo cual está en relación con la población de pulgones que soporta. Los daños indirectos se producen por la transmisión de virus. *Aphis gossypii* y *Myzus persicae*, pueden transmitir el virus CMV (Virus del mosaico del pepino), el virus WMV-2 (Virus del mosaico de la sandía-2) y el virus ZYMV (Virus del mosaico amarillo del pepino). Además, la melaza segregada por esta plaga favorece el ataque del hongo que ocasiona la negrilla, que merma la capacidad fotosintética de la planta, así como la respiración de ésta, pudiendo además deprecia la calidad de la cosecha y dificultar la penetración de los fitosanitarios (Fitosanidad, 2014).

En el monitoreo para población de pulgones se utilizan trampas cromotrópicas; tanto en forma de placas pegajosas como trampas de agua. En ambos casos el color amarillo es el que ha mostrado mejores resultados. El uso de trampas pegajosas de color amarillo atrae las formas aladas, lo que ayuda a detectar las primeras infestaciones de la plaga. Típicamente los áfidos se congregan en la superficie del envés de la hoja y en los botones terminales (Castellanos y Ojo de Agua, 2009).

Las medidas preventivas a tomar es eliminar sitios donde se presentan las condiciones adecuadas para la proliferación de pulgones, se debe realizar una colocación de mallas en las ventilaciones del invernadero. Además de cuidar la puerta de acceso al invernadero. Se debe quitar todas las malezas de los pasillos, pues actúan como lugares de multiplicación de pulgones y son reservorios de virus. Además, se debe evitar la introducción de plantas contaminadas al invernadero. Cuando haya síntomas de virosis, lo más conveniente es eliminar las plantas enfermas y quemarlas lejos del invernadero (Castellanos y Ojo de Agua, 2009).

2.13 Principales enfermedades del pepino

2.13.1 Mildiu de las cucurbitáceas (*Pseudoperonospora cubensis*)

Ataca principalmente el follaje y reduce la producción, calidad de las frutas y llega a destruir la planta si es infectada en estados tempranos del ciclo de crecimiento (Thomas 1996, Dehne y Oerke 2004).

La enfermedad se manifiesta con manchas café amarillentas irregulares en el haz de las hojas; con el tiempo se tornan color café. En época de lluvias y nublados constantes en el envés, las lesiones son de color oscuro con algodoncillo ligeramente púrpura. Este parásito presenta micelio cenocítico con haustorios globosos que a veces se ramifican digitadamente, esporangióforos en grupos de uno a cinco ramificados entre dicotómica y monopódicamente. Los esporangios son grises a purpúreos de ovoides a elípticos, papilados, germinan indirectamente y liberan zoosporas biflageladas. *P. cubensis* requiere de altas humedades relativas, así como temperaturas entre 8-30°C con óptimas de 15-27°C, siempre y cuando prevalezcan rocíos y neblinas (Mendoza, 1996).

2.13.2 Mancha bacteriana de la hoja (*Xanthomonas campestris* pv. *Cucurbitae*)

Son pequeñas manchas húmedas en las hojas, que evolucionan a zonas secas rodeándose de halos amarillentos. Algunas de estas manchas se pueden unir y formar áreas necrosadas en las hojas. También como la bacteria de la mancha angular, puede afectar a frutos, tallos y pecíolos. La temperatura óptima para la bacteria se sitúa entre 25-39°C, con el umbral térmico entre 35-39°C como temperatura máxima, 5°C como mínima, siendo letal la temperatura de 49°C (Zamudio y Felix, 2014).

2.13.3 Virus mosaico del pepino (*Pepino mosaic virus* *PepMV*)

Las hojas presentan moteados y tanto éstas como los frutos pueden mostrar deformaciones. Para prevenir esta enfermedad se debe eliminar la maleza y las plantas que muestren síntomas. Así también, controlar insectos chupadores y evitar tocar las plantas enfermas al momento del descole (INIFAP, 2010).

2.14. Rizósfera

La rizósfera, es el área donde se desarrolla la raíz de la planta, existiendo un ecosistema, en el que se encuentra una amplia gama de microorganismos (Parray, *et al.*, 2016). El término rizósfera viene de la raíz etimológica (Gr.) *rhiza*, raíz y *sphera*, entorno. La rizósfera está subdividida en tres partes, la primera parte (exorizósfera) corresponde al suelo adherentes a la raíz y permanece conectado a él después de una enérgica agitación. La segunda parte (rizoplano) corresponde a la interfaz de suelo/raíz y, finalmente, la tercera parte (endorizósfera) es el espacio intercelular entre la raíz y tejidos endófitos habitada por bacterias, que no forma estructuras simbióticas (Noumavo, *et al.*, 2016). La rizósfera contiene diferentes grupos de microorganismos tales como hongos, algas, protozoos, nematodos, actinomicetos y bacterias (Glick, 2012; Parray, *et al.*, 2016). El grupo de bacterias se subdivide en tres subgrupos (neutro, negativo o positivo) en función de sus efectos sobre la fisiología de planta. Las características biológicas y físico-químicas de la rizósfera dependen en gran medida de la naturaleza de los diferentes compuestos liberados por la raíz de la planta (exudados) en la rizósfera. El proceso para excretar los exudados se denomina rizodeposición. Las raíces secretan en el ápice un mucílago constituido de polímeros de carbohidratos cuya función principal es proteger la raíz contra la desecación. Los exudados radicales son transportados a través de la membrana celular y excretadas en la rizósfera. La composición y concentración de exudados están fuertemente influenciados por los siguientes factores: especies vegetales, etapa de desarrollo y la nutrición de la planta, el tipo de suelo y las condiciones ambientales (temperatura, potencial de agua del suelo y la intensidad de la luz) (Parray *et al.*, 2016). La rizósfera es muy rica en nutrimentos como azúcares, aminoácidos, ácidos orgánicos, hormonas, nucleótidos, ácidos grasos, esteroides, factores de crecimiento, enzimas, flavonoides y otras moléculas pequeñas en la parte de exudados radicales. Estos compuestos

cumplen muchas funciones y que suponen un importante costo de carbono para la planta. Los microorganismos encontrados en este medio, requieren de energía para su metabolismo. Los exudados radicales también condicionan la diversidad y densidad de microorganismos en la rizósfera. Los exudados radicales pueden atraer beneficios pero también atraen a microorganismos patógenos (Goswami, *et al.*, 2016).

2.15. Rizobacterias

Las rizobacterias están presentes y frecuentemente organizadas en micro colonias (Noumavo, *et al.*, 2016). Entre la comunidad microbiana de la rizósfera, las bacterias (rizobacterias) son las más conocidas (95%) y las más abundantes, debido a su alta tasa de crecimiento y a la capacidad de utilizar diferentes fuentes de carbono y nitrógeno. La concentración de rizobacterias en la rizósfera puede llegar a 10^{12} UFC g⁻¹ de suelo. Sin embargo, en suelos de ecosistemas estresados, la carga de rizobacterias podría ser menor a 10^4 UFC g⁻¹ de suelo (Glick, 2012).

Las interacciones entre plantas y rizobacterias pueden ser benéficas, perjudiciales o neutrales. La presencia de las mismas de manera neutral en la rizósfera probablemente no tenga ningún efecto sobre las plantas. En el lado opuesto, las rizobacterias fitopatógenas como *Desulfovibrio*, *Erwinia*, *Agrobacterium*, *Enterobacter* y *Chromobacter*, afectan negativamente el crecimiento de la planta, mientras que rizobacterias benéficas como *Azospirillum*, *Pseudomonas* y *Bacillus*, influyen positivamente en el crecimiento y el rendimiento, a través de distintos mecanismos de acción. Tales microorganismos son conocidos bajo el nombre de Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal (RPCV) (Noumavo, *et al.*, 2016).

La rizósfera es colonizada por comunidades muy diversas de microbios, que realizan complejas interacciones con su huésped y desempeñan importantes funciones, incluyendo una mayor resistencia a las enfermedades y la absorción de nutrientes (Adam, *et al.*, 2016). En las plantas tienen efectos profundos en la germinación de las semillas, en el vigor de las plántulas, en la nutrición, en la salud y el desarrollo del sistema inmune innato (Mendes, *et al.*, 2013). Los desequilibrios causados por los cambios inducidos por perturbaciones en la abundancia de especies microbianas pueden conducir a brotes de enfermedades (Berendsen, *et al.*, 2012) y a la probable proliferación de especies patógenas (Adam, *et al.*, 2016).

2.15.1 Beneficios de las RPCV.

Las RPCV, no solo se benefician de las sustancias secretadas vía raíz, sino que también benefician a la planta de manera directa o indirecta (Acela, *et al.*, 2007), lo que se traduce en una estimulación para el crecimiento del cultivo del que se trate (Wintermans, *et al.*, 2016). Las interacciones de las RPCV con el medio biótico y abiótico, (plantas y microorganismos), es muy compleja (Do Amaral, *et al.*, 2016). En éste grupo de rizobacterias se encuentran los géneros *Pseudomonas*, *Azospirillum*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Rhizobium*, *Erwinia*, *Alcaligenes*, *Arthrobacter*, *Acinetobacter* y *Flavobacterium*, entre otras (Loredo, *et al.*, 2004; Acela, *et al.*, 2007; Sánchez, *et al.*, 2012;)

Las RPCV mejoran el crecimiento, la producción y la salud de las plantas, empleando una amplia variedad de mecanismos moleculares (Malik y Sindhu, 2011). Las sustancias que promueven el crecimiento vegetal son producidas por las bacterias rizosféricas y pueden influir directa o indirectamente sobre el metabolismo y fisiología de la planta (Saleem *et al.*, 2007; Bhattacharyya, 2012).

Los RPCV, utilizan diferentes mecanismos de acción debido a su gran capacidad para estimular directamente el crecimiento de la planta, como lo es el aporte de nitrógeno por el proceso de fijación biológica de nitrógeno atmosférico, la producción de sustancias reguladoras del crecimiento, la solubilización de minerales y nutrientes, el incremento en el volumen de la raíz, la inducción de la resistencia sistémica a patógenos, la inhibición del crecimiento de organismos antagónicos y la interacción sinérgica con otros microorganismos del suelo (Loredo, *et al.*, 2004).

Algunos autores suelen agrupar tales mecanismos en tres grupos según los efectos de las RPCV sobre la fisiología de la planta: 1) En la Biofertilización, la fijación del nitrógeno atmosférico, la solubilización de fosfatos, la producción de sideróforos y la producción de exopolisacáridos; 2) En los Fitoestimuladores: La producción de ácido indol acético, la producción de giberelinas, citoquininas y etileno; 3) Y en el Biocontrol: Se incluye la inducción de resistencia sistémica, la competencia por el hierro, los nutrientes y el espacio, la producción de antibióticos, enzimas líticas, cianuro de hidrógeno y compuestos volátiles (Glick, 2012; Mahmood, *et al.*, 2016; Noumavo, *et al.*, 2016).

Las RPCV son bacterias que habitan la rizósfera, región del suelo que fue descrita por Hiltner en 1904 como el área del suelo influenciada por los exudados de la raíz, la rizósfera incluye el área del suelo unida a la raíz que se extiende a pocos milímetros de la superficie del sistema radicular, ésta se caracteriza por albergar una gran variedad de microorganismos en comparación con el resto del suelo (Do Carmo *et al.*, 2011).

Los exudados rizosféricos incluyen aminoácidos, ácidos grasos, nucleótidos, ácidos orgánicos, fenoles, reguladores de crecimiento, esteroides, azúcares y vitaminas (Albareda *et al.*, 2006). Las rizobacterias compiten por estos metabolitos y por el sitio que ocupan sobre la raíz de la planta; siendo las uniones entre las células epidérmicas y el área donde emerge la raíz los sitios más poblados (Lugtenberg y Kamilova, 2009).

Un método promisorio para reducir el uso de fertilizantes químicos es la aplicación de RPCV, como inoculantes microbianos en la agricultura (Nehra, *et al.*, 2016). La inoculación a los cultivos con RPCV podría reducir sustancialmente el uso de fertilizantes químicos y plaguicidas, lo cual a menudo contaminan el medio ambiente (Sharifi y Mohd, 2012; Acela, *et al.*, 2007).

La introducción de RPCV, incluyendo a las bacterias solubilizadoras de fosfato (BSP) como biofertilizantes, son una opción sustentable para mejorar de la disponibilidad de nutrientes, el crecimiento de las plantas y los rendimientos (Zahid, *et al.*, 2015; Sánchez, *et al.*, 2012). Además, de incrementar el rendimiento de los cultivos, contribuyen de esta manera en la economía del productor y la alimentación de la población. Varias RPCV, han sido aisladas e identificadas para después ser comercializadas (Glick, 2012; Sharifi y Mohd, 2012).

2.15.2 Mecanismos de acción de las Rizobacterias

Los mecanismos de acción de las RPCV, se pueden clasificar en directos e indirectos (Angulo, *et al.*, 2014; Khalifa, *et al.*, 2016; Parray, *et al.*, 2016; Wahyudi, *et al.*, 2011).

Mecanismos directos: Las bacterias suministran determinados compuestos a la planta o facilitan la captación de nutrimentos solubles del suelo.

- Fijación de nitrógeno.
- Solubilización de fosfatos.

- Producción de reguladores de crecimiento vegetal como auxinas, giberelinas y citoquininas.
- Inhibición de síntesis de etileno.
- Aumento en la permeabilidad de la raíz.

Mecanismos indirectos: Las bacterias producen sustancias capaces de movilizar nutrimentos del tipo aminoácidos, sideróforos o ácidos orgánicos que liberan fósforo, hierro y aluminio.

- Su influencia en la producción de fitoalexinas (compuestos producidos por la planta como defensa) como respuesta inducida por lipolisacáridos producidos por bacterias en torno a la raíz.
- La producción de antibióticos y cianuros de hidrógeno que generan un decrecimiento en la población de fitopatógenos.
- La hidrólisis de moléculas producidas por patógenos como ácido fusárico para liberar 1-3-Glucanasa, inhibiendo el desarrollo de la pared de organismos como *Phyitium ultimun* y *Rhizoctonia solani*.

Otros autores clasifican los mecanismos de acción utilizados por las RPCV de la siguiente manera: Biofertilización, fitoestimuladores y biocontrol, según los efectos sobre la fisiología de la planta (Noumavo, *et al.*, 2016; Sharifi y Mohd, 2012). El siguiente cuadro muestra algunos géneros de RPCV, utilizadas en diferentes cultivos.

Cuadro 9. Géneros de RPCV, utilizadas en diferentes cultivos.

RPCV	EFEECTO	CULTIVOS
<i>Azospirillum</i> spp., <i>Azotobacter</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., <i>Burkholderia</i> spp., <i>Gluconacetobacter</i> spp., <i>Herbaspirillum</i> spp.	Biofertilización, fijan nitrógeno	Maíz, arroz, trigo, sorgo, caña de azúcar.
<i>Bacillus</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Ptreptomyces</i> spp., <i>Peanibasilus</i> spp., <i>Enterobacter</i> spp., <i>Azospirillum</i> spp.	Biocontrol (enfermedades patógenos e insectos)	Tomate, tabaco, pepino, pimiento morrón, cacahuate, alfalfa, garbanzo, frijol, ciruelo
<i>Methylobacterium</i> spp. <i>Bacillus</i> spp., <i>Pseudomonas</i> spp., <i>Variovorax</i> spp., <i>Enterobacter</i> spp., <i>Azospirillum</i> spp., <i>Alcaligenes</i> spp.	Elongación, crecimiento	Nabo, clavel, canola, soya, frijol, maíz, chicharos

<i>Aeromonas spp., Agrobacterium spp., Alcaligenes spp., Azospirillum spp., Bradyrhizobium spp., Comamonas spp., Enterobacter spp., Rhizobium spp., Paenibacillus spp., Pseudomonas spp., Bacillus spp.</i>	Productoras de fitohormonas (ácido indol acético AIA, CITOQUININAS, GIBERELINAS)	Arroz, lechuga, trigo, soya, rábano, colza, aliso
---	--	---

(Parray, *et al.*, 2016)

Son evidentes los beneficios de las RPCV, que proporcionan a los diversos cultivos de forma directa e indirecta. Mejorando la fertilidad del suelo y la nutrición de las plantas mediante los diferentes mecanismos de acción.

Las RPCV, son una de las mejores alternativas para la sustitución de fertilizantes y plaguicidas químicos, los cuales generan muchos problemas de contaminación y enfermedades. Sin embargo las características biológicas y físico-químicas de la rizósfera dependen en gran medida de la naturaleza de los diferentes compuestos liberados por la raíz de la planta (exudados), la composición y concentración de estos exudados, están influenciados por diferentes factores entre ellos las especies vegetales, la etapa de desarrollo y la nutrición de la planta, el tipo de suelo y las condiciones ambientales, por lo cual es indispensable seguir llevando a cabo investigaciones acerca de las rizobacterias en diferentes ambientes, condiciones y tipos de suelo, así como incursionar en nuevos cultivos en los que aún no se han explorado.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización geográfica de la Comarca Lagunera.

La región lagunera se localiza en el centro norte de México, se encuentra al suroeste del estado de Coahuila y noreste del estado de Durango. Este territorio se ubica entre los meridianos $101^{\circ} 40'$ y $104^{\circ} 45'$ de Longitud Oeste y los paralelos $25^{\circ} 05'$ y $26^{\circ} 54'$ de Latitud Norte, con un promedio de 235 mm de lluvia. La altitud de esta región sobre el nivel del mar es de 1139 y una temperatura media anual de 18.6°C . Comprende 15 municipios, 10 de ellos del estado de Durango y 5 del estado de Coahuila. Debe su nombre a las anteriores existentes trece lagunas en el área, entre las que destacan la Laguna Mayrán, la más grande de América Latina, que se alimentaba por lo ríos Nazas y el Agua Naval (Salas, 2015).

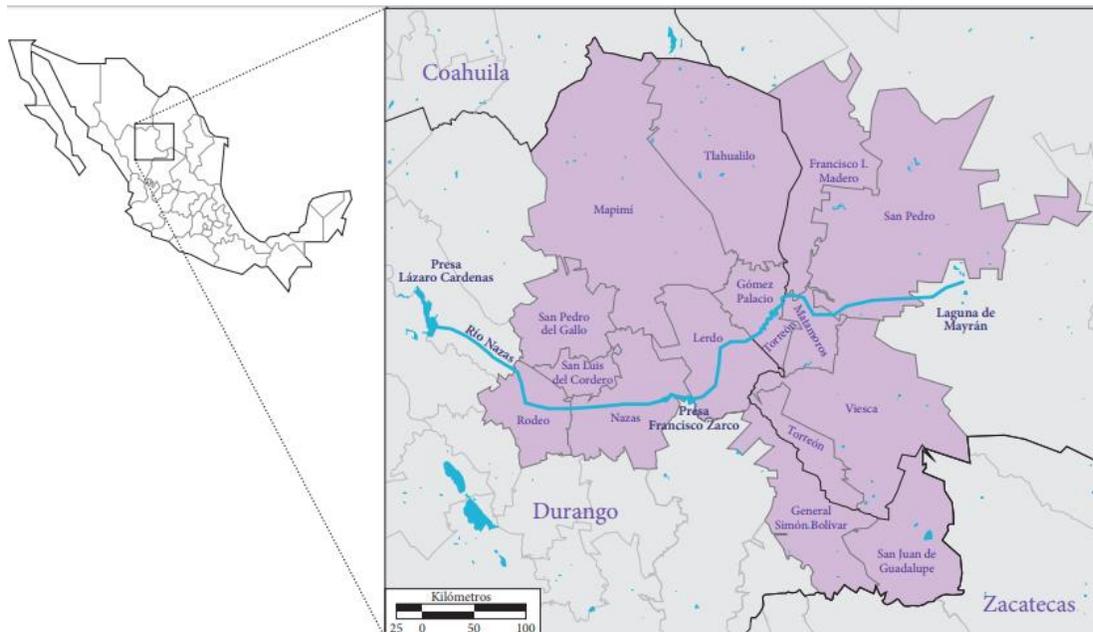


Imagen 3. Localización de la región de la Comarca Lagunera en los estados de Coahuila y Durango.

3.2 Localización del sitio de estudio

El municipio de Torreón está localizado en la región lagunera del estado de Coahuila y cuenta con una extensión territorial de 1,947.7 kilómetros cuadrados y una población de 639,629 habitantes. Las coordenadas geográficamente en latitud norte $25^{\circ} 32'$ y $103^{\circ} 27'$ de longitud oeste, con una altitud de 1,120 msnm.

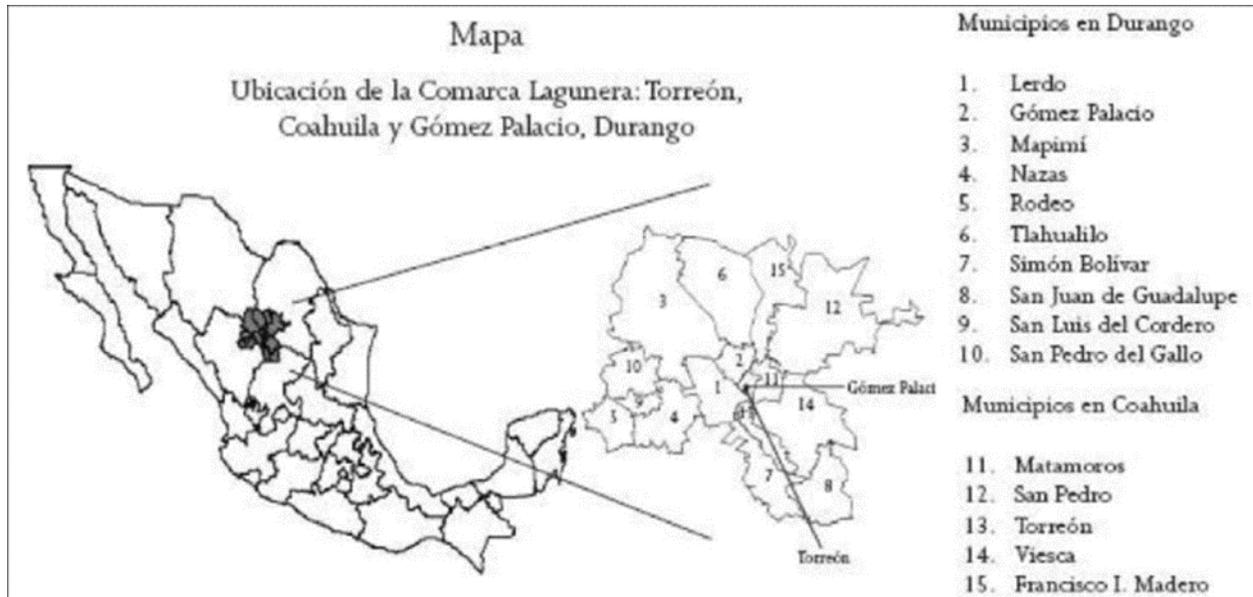


Imagen 4. Localización de la Universidad Agraria Antonio Narro en el municipio de Torreón del estado de Coahuila.

3.3. Localización del sitio experimental

El experimento se desarrolló en el periodo de 2017-2018 en el invernadero número 2 del departamento de horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad laguna, Ubicada en el Periférico Raúl López Sánchez s/n, Col. Valle verde, Torreón, Coahuila México. Se localiza geográficamente en los paralelos $25^{\circ} 33' 26''$ de Latitud Norte y en los meridianos $103^{\circ} 22' 31''$ de Longitud Oeste, con una altitud entre 1000 y 2500 msnm.

3.4. Clima de la región

La Comarca Lagunera, tiene un clima de tipo desértico con escasa humedad atmosférica, con una precipitación promedio de 200 a 300 mm anuales en la mayor parte de la región, y de 400 a 500 mm en las zonas montañosas al Oeste, con una evaporación anual promedio de 2600 mm.

3.4. 1.Temperatura

La temperatura media anual de 20° a 22°C y con temperaturas mínimas de 9° a 12°C grados centígrados y máximas de 29° a 32°C. Durante el verano, que va de mayo a agosto, se pueden presentar temperaturas que van entre los 35 y los 37°C durante el día, y por la noche baja cerca de los 18°C. En los meses de noviembre a febrero (durante otoño e invierno) hay una temperatura máxima de 15°C y durante la noche la temperatura baja hasta -2° o -3°C grados bajo cero, por lo que en ocasiones puede ocasionar nevadas (Salas, 2015).

3.4.2. Humedad relativa

En cuanto al porcentaje de humedad relativa en la región, desde el mes de enero hasta el mes de diciembre, fluctúa de un 33% a un 57 %, con una media anual del 50 %.

3.4.3. Heladas

La frecuencia respecto a las heladas en la región es de hasta 20 días en los meses de diciembre las que se prolongan hasta el mes de marzo, con una variación según la temperatura que se presenta en los meses en mención.

3.4.4. Vientos

Los vientos que presentan en la región son dominantes alisios en dirección noreste y sureste, con velocidades desde los 27 Km h⁻¹ a 44 Km h⁻¹. En la región se presentan tolvaneras moderadas a fuertes, levantando polvos y causando erosión eólica dejándolo suelos con poca fertilidad (INEGI, 2009).

3.4.5. Evaporación

La evaporación que se presenta desde enero hasta el mes de diciembre fluctúa entre los 1005 a 2083 mm y con una media anual de 2389.7 mm.

3.4.6. Precipitación pluvial

Debido a que la región de la Comarca Lagunera está localizada en una de las zonas con menor precipitación y mayor evapotranspiración de país. Entre los años de 1941 y 2007 recibió una precipitación media anual entre 250 mm de 700 mm, mientras que la media nacional en este periodo fue con una media anual de 300 mm. Con un régimen de lluvias entre los meses de septiembre, octubre y noviembre (Salas, 2015).

3.4.7. Granizo

Los eventos de granizo en la región se presentan de un día en la parte norte, noroeste, suroeste, y de uno a dos días en la parte sureste, dependiendo de la presencia de lluvias en los meses de septiembre, octubre y noviembre, el cual varía de acuerdo a la temperatura que llegue a presentarse en los meses en mención.

3.5 Descripción del invernadero

El invernadero N. 2, del departamento de horticultura cuenta con un área de 200 m², es de forma semicircular, con estructura completamente metálica, cubierto de plástico transparente y malla sombra al 50%. Cuenta con un sistema de enfriamiento automatizado compuesto por una pared húmeda cuatro ventiladores en el techo y dos extractores en la parte frontal. Con dimensiones de: 9 m de ancho, 23 m de largo y 4.5 m de alto; cuenta en el interior con piso de grava.



Imagen 5. Invernadero de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, utilizado en el presente experimento.

3.6 Obtención de sustrato

3.6.1. Arena de río

Este tipo de material inorgánico fue obtenido de lecho del río Nazas, el que se encuentra en la región.

3.6.2. Vermicompost

Este tipo de material orgánico procesado y composteado se obtuvo de lugar conocido como Pequeña propiedad “Ampuero”, ubicado a 25 km de la ciudad.

3.6.3. Perlita

Es un medio inerte que tiene una finalidad de proporcionar espacio poroso con el fin de lograr un desarrollar raíces con mayor vigor, además facilita un mayor drenado del agua.

3.8. Riegos para desalinizar los sustratos

Se realizó a todas las macetas un lavado de agua de 8 litros para lixiviar el exceso de sales del material orgánico.

3.9 Material vegetal

La variedad de pepino (*Cucumis sativus*), evaluado en este experimento fue la HM543 de la empresa Harris Moran, realizando una siembra directa y posteriormente transcurridos 20 días se inició con la toma de datos.

3.10 Rizobacterias de estudios

Las rizobacterias halófilas promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) utilizadas para este trabajo fueron: *Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini*, proporcionadas por el Laboratorio de Ecología Microbiana de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango en Gómez Palacio, Durango, México. Dichas cepas son provenientes de la Poza Salada, Valle de Sobaco, Coahuila, México.

Cuadro 10. Tipo de bacterias utilizadas en cada tratamiento.

Clave	Cepa de rizobacterias	Producción de AIA (µg)	Producción de sideróforos	Grado de solubilización de fosfatos (mm)	Tolerancia a la salinidad (%)
LBEcto1	<i>Bacillus paralicheniformis</i>	23.444 ± 2.531	+	4.589 ± 0.221	15
KBEcto4	<i>Pseudomonas lini</i>	36.730 ± 0.011	+	4.112 ± 0.042	15

Palacio-Rodríguez, *et al.*, (2017)

3.11. Siembra

La siembra se estableció de forma directa el 18 de septiembre del año 2017. Colocando una semilla en cada una de las bolsas de 18 kg a una profundidad de 2 cm aproximadamente.



Imagen 6. Siembra de los genotipos de pepino en bolsas de 20 litros de capacidad.

3.12. Inoculo

3.12.1 Preparación del inoculo

Para la preparación de los inóculos bacterianos, las dos cepas fueron inoculadas individualmente en medio líquido Luria Bertani y colocadas en una incubadora durante 24 ha 30 °C, con agitación de 200 revoluciones por minuto (Precisión Científica® Sic 815®) las concentraciones bacterianas se ajustaron a 1×10^8 UFC mL⁻¹ con buffer fosfato salino al 0.5X.

3.12.2 Inoculación del cultivo

La inoculación de las RPCV se realizó el día 29 de septiembre del 2019, siete días después de la emergencia de las plántulas, cuando las plántulas presentaban la primera hoja verdadera. La inoculación se realizó con una micropipeta, dejando caer 3 ml de la solución bacteriana a una concentración de 1×10^8 UFC mL⁻¹, en la parte basal de tallo de la plántula para que penetre directamente en la raíz. Al tratamiento testigo solo se le aplicó agua destilada.



Imagen 7. Inoculación de las bacterias *Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini* en los macetas.

3.13. Labores culturales

3.13.1 Tutorado

Fue utilizado para fortalecer su desarrollo cuando la planta alcanzo la altura de 30 cm con la finalidad de mantener la planta erecta y con ello evitar que las hojas y frutos tengan contacto con el sustrato y/o suelo. La actividad consistió en la colocación de un tramo de rafia de 3 metros para cada planta, la rafia se ató en la base principal del tallo enseguida se enrolló pasándolo por cada entrenudo hasta llegar al brote terminal, sujetándolo en la estructura metálica de la parte superior del invernadero, quedando este erguida.

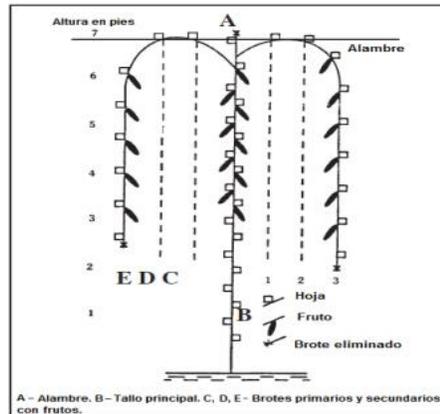


Imagen 8. Tutorado de plantas a altura de 30 cm.

3.13.2 Podas

Esta actividad se llevó a cabo cuando la planta tenía de 25 a 30 cm de altura. Consistió en eliminar las dos primeras hojas basales esto con el fin de aprovechar la energía lumínica y una mayor ventilación así mismo no tener contacto con el sustrato y/o suelo y evitar la presencia de plagas o enfermedades como también facilita la cosecha y permite el uso de mayores densidades de población para obtener altos rendimientos de frutos de mayor calidad..

3.13.3 Riego

Se iniciaron los riegos a partir de la fecha 04 de octubre del 2017 utilizando agua corriente del invernadero para la preparación de la solución Steiner al 75% para los tratamientos en estudio y 100% para el testigo, el volumen de los riegos se inició con

½ litro diario y después se le fue aumentando según las etapas y necesidades del cultivo.

3.13.4. Temperaturas dentro del invernadero

Las temperaturas dentro del invernadero fueron monitoreadas con dos termómetros, el primero colocado cerca de la puerta de acceso al invernadero registrando las temperaturas mínimas entre las 8:00 y 8:30 am, con un valor medio de 12.5°C, mientras las máximas registradas entre las 14:00 y 14:30 pm, con un valor medio de 37.5 °C. Por su parte el segundo termómetro colocado cerca de la pared húmeda, registrando una temperatura mínima media de 11.5 °C y una máxima media de 34 °C.

3.13.5. Control de plagas y enfermedades

Para la identificación de plagas y enfermedades se colocaron trampas amarillas a una distancia de 1 metro de abajo hacia arriba según el crecimiento de la planta, entre más altas las plantas las trampas se subían más esto se llevó acabo como atrayente de mosquita blanca y pulgón. Durante el ciclo se presentaron estas dos plagas las cuales se controlaron con la aplicación de agua con jabón en la dosis de 1 cucharada sopera de jabón en 1 litros de agua. También se controló con insecticida orgánico como es el extracto de neem (CYR® Cinna-Neem CE).



Imagen 96. Aplicación de insecticidas orgánicos de manera preventiva y curativa.

3.13.6. Cosecha

Se realizaron tres cosechas. Cosecha1: 25 de noviembre de 2017, Cosecha 2: 13 de diciembre de 2017 y Cosecha 3: 11 de enero de 2018. Cuando los frutos estaban listo para la cosecha con el desprendimiento de la flor o ausencia de espinas.



Imagen 10. Cosecha de frutos de pepino.

3.14. Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial dentro de un Bloques al azar. Fueron tres Bloques, el arreglo factorial de dos factores y cuatro repeticiones, donde el Factor “A” corresponde a los diferentes porcentajes de vermicompost en el sustrato (0, 15 y 30 %), el Factor “B” corresponde a las dos RPCV utilizadas (*Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini*), la combinación de las dos (interacción) y un testigo (Sin bacteria). Resultando un arreglo de $3 \times 3 \times 4 \times 4 = 144$ unidades experimentales.

3.15. Variables evaluadas

Se evaluaron las variables agronómicas en el desarrollo de la planta, la calidad de los frutos así como su rendimiento. La toma de datos se recabo cada semana hasta el final del cultivo.

3.15.1. Variables agronómicas en el desarrollo de las plantas de pepino.

3.15.1.1 Altura de planta

La altura de planta se realizó desde la base de la misma hasta la punta (parte apical), donde inicia el meristemo vegetativo. Las mediciones se realizaron cada semana a partir de los 20 días después de la siembra. Se midió con la ayuda de un flexómetro registrando la altura en centímetros.

3.15.1.2. Diámetro de tallo

El diámetro de tallo se midió en mm con un calibrador digital marca Truper® CALDI-6MP.

3.15.1.3. Índice de contenido de clorofila (ICC)

El ICC se tomó utilizando un medidor de clorofila SPAD 502 (Spectrum Technologies, Inc.) Sacando un promedio del valor de cinco hojas de cada planta. La medición del ICC se realizó en el punto central de las hojas de las plantas.

3.15.2 Calidad de frutos

3.15.2.1. Peso de fruto

Los frutos cosechados fueron pesados de manera individual utilizando una báscula digital con capacidad de 10 kg. Los datos se registraron en gramos.

3.15.2.2. Longitud del fruto

Para esta variable se utilizó una regla de 30 cm. Se midió de extremo a extremo y el largo del fruto se reportó en centímetros (cm).

3.15.2.3. Diámetro ecuatorial del fruto

Se tomaron tres diámetros ecuatoriales de cada fruto, el superior (DF1), medio (DF2) y el inferior (DF3), se midió en mm con un calibrador digital marca Truper® CALDI-6MP.

3.15.2.4. Firmeza del epicarpio

Para determinar la resistencia del epicarpio (cáscara) de cada fruto se utilizó un penetrómetro o también llamado probador de dureza de la fruta marca EXTECH Instruments, modelo FHT2000, utilizando una punta de 8 mm e introduciéndola con fuerza a cada fruto en su parte media antes de realizar el corte transversal, de esta manera se obtuvo la resistencia de cada muestra, expresada la variable en kilogramos-fuerza. Si el resultado se desea en newtons se multiplica el resultado por el factor 9.8 N y queda expresado en newtons.

3.15.2.5. Firmeza del mesocarpio

Para determinar la resistencia del mesocarpio (pulpa), después del corte de los pepinos por la mitad, se tomó una mitad del fruto y se introdujo el penetrómetro en la parte de la pulpa, utilizando igualmente una punta de 8 mm, se registró la resistencia expresada en kilogramos-fuerza.

3.15.2.6. Sólido Solubles Totales (°Brix)

Se evaluó la cantidad de sólidos solubles totales (IST), (°Brix) presentes en el fruto al momento de partirlos, para la lectura se utilizó un refractómetro manual (Master 53α, Atago®, EUA), colocando una porción de jugo del fruto en la parte de la lectura del aparato, de esta manera se determinó la cantidad de sólidos solubles expresados en °Brix para cada muestra.

3.15.2.7. Espesor del mesocarpio

Se realizó un corte transversal a cada fruto y con una regla graduada en centímetros se midió desde la parte interior del epicarpio hasta la periferia de la cavidad del centro de la fruta.

3.15.3 Rendimiento

El rendimiento se determinó con la suma del peso (kg) producidos por planta por tratamiento, y se determinó el rendimiento en t·ha⁻¹. De acuerdo al análisis de varianza de ANOVA. Así también se determinó la comparación de medias de la variable rendimiento en t·ha⁻¹ para el Factor A (% vermicompost) y Factor B (RPCV).

3.15.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos en cada una de las variables de estudio fueron analizados con el paquete estadístico SAS, versión 9.0, edición en español. Además, se utilizó el programa Excel para el ordenamiento de datos.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La siembra del experimento se realizó el 18 de septiembre del 2017, la emergencia de las plántulas fue cuatro días después, el 22 de septiembre. La primera hoja verdadera de las plántulas surgió el 27 de septiembre y la inoculación de las plántulas de pepino con las RPCV se realizó el 29 de septiembre, siete días después de emergidas. Se tomó lectura de las variables agronómicas por semana en las plantas de pepino después de la inoculación con las RPCV.

En el Cuadro 1, se muestra la comparación de medias de la variable altura en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que se obtuvo diferencia significativa entre los tratamientos en cada una de las semanas excepto en la última semana. De la semana uno a la cinco el tratamiento con el SUST3 fue el mejor favorecido, pero de la semana cinco a la 10 el SUST1 fue el que sobresalió. En la toma numero 11 los sustratos no obtuvo diferencia significativa.

Cuadro 11. Cuadro de medidas para la variable altura en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

	A1	A2	A3	A4	A5	A6
SUST1	7.54 c	13.67 b	25.27 c	42.40 b	64.88 a	91.52 a
SUST2	12.10 b	21.23 a	30.40 b	41.48 b	56.73 b	78.08 b
SUST3	13.90 a	22.06 a	35.00 a	47.02 a	61.85 a	83.06 b
	A7	A8	A9	A10	A11	
SUST1	104.98 a	122.42 a	135.13 a	141.06 a	148.94 a	
SUST2	90.13 b	105.21 b	117.69 b	126.77 b	140.13 a	
SUST3	94.35 b	108.50 b	119.65 b	127.65 b	135.88 a	

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 2, se muestra la comparación de medias de la variable altura en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. En las semanas uno, dos, cinco, seis, siete, ocho y diez no se presentaron diferencias

significativas. En la tercera, cuarta, novena y onceava semana se muestra una diferencia con respecto al tratamiento B2.

Cuadro 12. Cuadro de medidas para la variable altura en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

	A1		A2		A3		A4		A5		A6	
B1	11.25	a	18.58	a	30.67	ab	44.36	ab	61.78	a	85.53	a
B2	11.50	a	19.89	a	32.17	a	45.92	a	64.56	a	88.14	a
B1*B2	11.22	a	18.00	a	27.89	b	40.25	b	56.19	b	78.19	b
SIN/B	10.75	a	19.47	a	30.17	ab	44.00	ab	62.08	a	85.03	a
	A7		A8		A9		A10		A11			
B1	97.72	a	112.83	a	125.17	ab	132.83	a	140.94	ab		
B2	100.36	a	114.92	a	128.72	a	136.39	a	153.58	a		
B1*B2	88.92	b	103.83	b	116.33	b	122.81	b	130.33	b		
SIN/B	98.94	a	116.58	a	126.39	a	135.28	a	141.72	ab		

B1: *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria.

Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 3, se muestra la comparación de medias de la variable altura en la interacción del Factor A * Factor B tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Se obtuvieron diferencias significativas. En las semanas de la uno a la cuatro la interacción A3*B2 y A3*B3 fueron las que obtuvieron mayores alturas, en la semana cinco también sobresalieron estas dos interacciones además de A1*B1, A1*B2 y A1*B3. De las semanas seis a la diez la interacción sobresaliente fue A1*B2, mientras que en la semana 11 la interacción con mejores resultados fue A2*B3. En el Cuadro 4 se muestra la relación de todas las intersecciones.

Cuadro 13. Cuadro de medidas para la variable altura en la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

		A1		A2		A3		A4		A5		A6	
A1*B1	1	7.17	d	13.08	c	23.92	ef	40.25	cd	63.17	a	88.08	abc
A1*B2	2	7.58	d	14.17	c	27.08	def	44.42	abcd	66.58	a	95.83	a
A1*B3	3	7.83	d	14.83	c	27.42	def	45.42	abc	68.42	a	94.00	ab
A1*B4	4	7.58	d	12.58	c	22.67	f	39.50	cd	61.33	ab	88.17	abc

A2*B1	5	5.58	bc	22.92	ab	32.58	abcd	44.58	abcd	60.92	abc	84.33	bcd
A2*B2	6	11.42	c	19.33	b	26.92	def	37.25	d	51.67	c	71.42	f
A2*B3	7	12.33	c	21.67	ab	32.25	abcd	43.33	bcd	60.67	abc	82.00	cde
A2*B4	8	12.08	c	21.00	ab	29.83	cde	40.75	cd	53.67	bc	74.58	def
A3*B1	9	12.50	bc	22.42	ab	34.00	abc	47.17	abc	62.17	ab	82.67	cd
A3*B2	10	14.75	a	22.25	ab	38.00	a	51.42	a	67.08	a	89.33	abc
A3*B3	11	14.33	a	23.17	a	36.83	ab	49.00	ab	64.58	a	88.42	abc
A3*B4	12	14.00	ab	20.42	ab	31.17	bcd	40.50	cd	53.58	bc	71.83	ef
		A7		A8		A9		A10		A11			
A1*B1	1	103.33	ab	123.42	ab	137.75	ab	143.75	ab	150.50	abc		
A1*B2	2	110.75	a	129.92	a	143.00	a	148.25	a	158.08	ab		
A1*B3	3	104.67	ab	117.92	ab	130.58	abc	136.50	abc	145.50	abc		
A1*B4	4	101.17	ab	118.42	ab	129.17	abc	135.75	abc	141.67	bc		
A2*B1	5	97.75	b	116.50	ab	122.17	bcde	132.75	abcd	136.50	bc		
A2*B2	6	83.33	c	96.67	c	111.25	de	122.08	cde	129.25	c		
A2*B3	7	95.75	b	112.00	b	126.75	bcd	136.17	abc	170.92	a		
A2*B4	8	83.67	c	95.67	c	110.58	e	117.08	de	123.83	c		
A3*B1	9	95.75	b	109.83	bc	119.25	cde	129.33	bcde	138.17	bc		
A3*B2	10	99.08	b	111.92	b	121.25	cde	129.17	bcde	135.50	bc		
A3*B3	11	100.67	ab	114.83	b	128.83	abc	136.50	abc	144.33	abc		
A3*B4	12	81.92	c	97.42	c	109.25	e	115.58	e	125.50	c		

Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

Podemos observar que las interacciones que mejores resultados arrojaron fueron A3*B2, correspondiente a 30% de vermicompost con la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*; la interacción A3*B3 correspondiente a 30 % de vermicompost con la inoculación de la RPCV *Pseudomonas lini*, esto para las primeras cinco semanas; para las siguientes cinco semanas fueron A1*B2, correspondiente a 0 % de vermicompost con la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*. En la última semana la mejor interacción fue A2*B3 correspondiente a 15 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Pseudomonas lini*.

Cuadro 14. Cuadro de las interacciones (Factor A * Factor B) en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017

	Sin/B		B1		B2		B1*B2	
SUST1 (0%)	A1*B1	1	A1*B2	2	A1*B3	3	A1*B4	4
SUST2 (15%)	A2*B1	5	A2*B2	6	A2*B3	7	A2*B4	8
SUST3 (30%)	A3*B1	9	A3*B2	10	A3*B3	11	A3*B4	12

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost. **B1:** *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria.

En el Cuadro 5 se muestra la comparación de medias de la variable diámetro de tallo en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En la semana uno el mejor tratamiento correspondió al SUST3, en la semana dos el SUST 2 y 3 fueron los sobresalientes, en la semana tres fueron los SUST 1 y 2 y de la semana cuatro a la 11 el tratamiento con mejores resultados fue el SUST 1.

Cuadro 15. Cuadro de medidas para la variable diámetro de tallo (mm) en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación de *C. Sativus*. UAAAN-UL.2017.

	D1		D2		D3		D4		D5		D6	
SUST1	0.33	c	5.51	b	7.15	a	7.58	a	7.78	a	7.69	a
SUST2	0.43	b	6.30	a	7.08	a	7.07	b	7.41	b	6.86	b
SUST3	0.49	a	6.36	a	6.81	b	6.86	b	7.05	c	6.84	b
	D7		D8		D9		D10		D11			
SUST1	8.15	a	7.61	a	7.68	a	7.13	a	7.92	a		
SUST2	7.47	b	7.05	b	6.82	b	6.63	b	7.25	b		
SUST3	7.21	c	6.69	c	6.69	b	6.49	b	7.25	b		

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 6 se muestra la comparación de medias de la variable diámetro de tallo en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que en algunas semanas se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. En la semana uno, de la tres a la seis y la semana ocho el mejor tratamiento correspondió al B2, en la semana siete el tratamiento B1 y B2 fueron los sobresalientes. No hubo diferencia significativa en las semanas dos y de la 9 a la 11.

Cuadro 16. Cuadro de medidas para la variable diámetro de tallo (mm) en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017

	D1		D2		D3		D4		D5		D6	
B1	0.42	ab	6.08	a	7.02	ab	7.26	ab	7.41	ab	7.11	b
B2	0.44	a	6.21	a	7.24	a	7.39	a	7.72	a	7.41	a
B1*B2	0.41	ab	5.93	a	6.89	b	7.05	bc	7.11	b	6.91	b
SIN/B	0.41	b	6.01	a	6.91	b	6.99	c	7.42	ab	7.09	b
	D7		D8		D9		D10		D11			
B1	7.71	a	6.92	b	6.98	a	6.78	a	7.47	a		
B2	7.71	a	7.48	a	7.19	a	6.80	a	7.53	a		
B1*B2	7.38	b	7.06	b	7.03	a	6.61	a	7.46	a		
SIN/B	7.66	ab	7.01	b	7.06	a	6.82	a	7.43	a		

B1: *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria.

Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro se muestra la comparación de medias de la variable diámetro de tallo para la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos. En la semana uno el mejor tratamiento correspondió a la interacción A3*B2, en la semana dos a la interacción A3*B3, en la semana tres, cuatro y siete la mejor interacción fue A1*B2, en las semanas cinco, seis y 10 las interacciones sobresalientes fueron A1*B2 y A1*B3, en la semana ocho la interacción sobresaliente fue A1*B3, en la semana nueve fueron las interacciones A1*B2 y A1*B4 por último en la semana 11 la interacción fue A1*B4.

Cuadro 17. Cuadro de medidas para la variable diámetro de tallo (mm) en la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

		D1		D2		D3		D4		D5		D6	
A1*B1	1	0.31	e	5.22	e	6.82	cdef	7.15	cde	7.58	ab	7.35	bc
A1*B2	2	0.34	e	5.83	cd	7.47	a	7.94	a	7.99	a	7.82	a
A1*B3	3	0.35	e	5.55	de	7.23	abc	7.74	ab	8.01	a	8.00	a
A1*B4	4	0.33	e	5.47	de	7.08	abcde	7.49	abc	7.55	ab	7.58	ab
A2*B1	5	0.45	bc	6.38	ab	7.21	abcd	7.11	cde	7.50	abc	7.02	cde
A2*B2	6	0.40	d	5.99	bcd	6.65	ef	6.82	ef	7.26	bc	6.71	def
A2*B3	7	0.47	ab	6.50	ab	7.40	ab	7.32	bcd	7.62	ab	7.12	cd
A2*B4	8	0.41	cd	6.32	abc	7.05	abcdef	7.03	cdef	7.25	bc	6.60	ef
A3*B1	9	0.46	b	6.44	ab	6.69	def	6.69	ef	7.16	bc	6.89	def
A3*B2	10	0.51	a	6.41	ab	6.93	bcdef	7.02	def	6.98	cd	6.79	def
A3*B3	11	0.49	ab	6.60	a	7.09	abcde	7.11	cde	7.53	abc	7.11	cd
A3*B4	12	0.49	ab	5.99	bcd	6.54	f	6.63	f	6.54	d	6.56	f
		D7		D8		D9		D10		D11			
A1*B1	1	7.97	b	7.28	bc	7.56	ab	6.99	ab	7.77	abc		
A1*B2	2	8.58	a	7.70	ab	7.92	a	7.26	a	8.09	ab		
A1*B3	3	8.10	ab	7.94	a	7.55	ab	7.30	a	7.67	bcd		
A1*B4	4	7.96	b	7.53	abc	7.69	a	6.96	ab	8.17	a		
A2*B1	5	7.67	bcd	7.18	cd	7.15	bc	6.91	abc	7.31	de		
A2*B2	6	7.34	cde	6.70	de	6.48	d	6.53	bcd	7.03	e		
A2*B3	7	7.78	bc	7.24	bc	7.08	bc	6.61	bcd	7.47	cde		
A2*B4	8	7.11	e	7.08	cd	6.59	d	6.47	cd	7.17	e		
A3*B1	9	7.32	cde	6.56	e	6.48	d	6.56	bcd	7.20	e		
A3*B2	10	7.20	de	6.38	e	6.55	d	6.55	bcd	7.29	de		
A3*B3	11	7.25	de	7.26	bc	6.92	cd	6.47	cd	7.46	cde		
A3*B4	12	7.07	e	6.56	e	6.81	cd	6.40	cd	7.05	e		

Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

Podemos observar que las interacciones que mejores resultados arrojaron fueron A3*B2, correspondiente a 30% de vermicompost con la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*; la interacción A3*B3 correspondiente a 30 % de vermicompost con la inoculación de la RPCV *Pseudomonas lini*, esto para las primeras dos semanas respectivamente; de la semana tres a la 10 la interacción predominante fue A1*B2,

correspondiente a 0 % de vermicompost con la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*, en algunas de estas semanas también predominó la interacción A1*B3, correspondiente a 0 % de vermicompost con la inoculación de la RPCV *Pseudomonas lini*. En la última semana la mejor interacción fue A1*B4 correspondiente a 0 % de vermicompost y la interacción de las dos RPCV *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*. En las últimas tres semanas se obtuvieron buenos resultados con esta interacción.

En el Cuadro 8 se muestra la comparación de medias de la variable índice de contenido de clorofila (ICC) en el Factor A (% vermicompost) tomada solo de la tercera a la novena semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En todas las tomas de ICC el tratamiento sobresaliente fue el SUST1.

Cuadro 18. Cuadro de medidas para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

	ICC3	ICC4	ICC5	ICC6	ICC7	ICC8	ICC9
SUST1	35.92 a	29.91 a	41.73 a	39.33 a	46.46 a	47.47 a	50.27 a
SUST2	23.99 b	22.47 b	41.11 ab	37.61 b	42.60 b	46.50 ab	47.70 b
SUST3	21.58 c	21.65 b	40.12 b	36.81 b	43.10 b	46.04 b	47.55 b

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 9 se muestra la comparación de medias de la variable índice de contenido de clorofila (ICC) en el Factor B (RPCV) tomada solo de la tercera a la novena semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que hubo diferencia significativa entre los tratamientos. En las tomas de la uno a la seis hubo diferencia pero no a favor de las RPCV si no del testigo, solamente en la toma siete se mostró a favor del tratamiento B1 y B1*B2

Cuadro 19. Cuadro de medidas para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

	ICC3		ICC4		ICC5		ICC6		ICC7		ICC8		ICC9	
B1	26.78	b	23.96	b	40.97	ab	37.08	b	43.65	b	46.02	b	49.16	a
B2	26.76	b	24.39	b	40.29	b	37.58	b	43.32	b	46.15	b	48.13	ab
B1*B2	27.31	ab	24.47	b	40.52	b	38.09	ab	43.74	b	46.73	ab	49.72	a
SIN/B	27.81	a	25.87	a	42.18	a	38.91	a	45.50	a	47.78	a	47.01	b

B1: *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria.

Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos

En el Cuadro 10 se muestra la comparación de medias de la variable índice de contenido de clorofila (ICC) en la interacción (Factor A * Factor B) tomada solo de la tercera a la novena semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En la toma uno la mejor interacción fue A1*B4, en la toma dos fue A1*B1 y A1*B4, para la toma tres a la seis fue A1*B1 y finalmente en la toma siete la mejor interacción fue A1*B4.

Cuadro 20. Cuadro de medidas para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

	ICC3	ICC4	ICC5	ICC6	ICC7	ICC8	ICC9
A1*B1	1 36.24	ab 31.13	a 44.88	a 40.13	a 48.23	a 49.03	a 48.74
A1*B2	2 35.21	b 28.13	b 40.99	abc 38.86	bc 45.49	abc 46.48	ab 50.85
A1*B3	3 35.06	b 30.08	b 39.88	abcd 38.58	ab 46.36	abc 46.86	abc 50.07
A1*B4	4 37.18	a 30.29	b 41.18	ab 39.75	abc 45.76	ab 47.50	a 51.41
A2*B1	5 24.75	c 23.38	b 40.93	abcd 38.67	cde 43.58	ab 47.82	de 46.36
A2*B2	6 23.94	c 22.01	b 41.93	cde 36.68	e 41.58	abc 46.74	abcde 48.69
A2*B3	7 23.44	cd 22.61	b 40.65	cde 37.16	e 41.88	c 44.88	cde 47.43
A2*B4	8 23.83	c 21.88	b 40.95	bcd 37.92	cde 43.34	abc 46.58	abcde 48.32
A3*B1	9 22.44	de 23.11	b 40.73	abcd 37.94	bcd 44.68	abc 46.50	e 45.93
A3*B2	10 21.18	ef 21.73	b 40.00	e 35.68	bcde 43.88	c 44.83	bcde 47.95
A3*B3	11 21.79	ef 20.50	b 40.33	cde 37.00	e 41.72	abc 46.71	de 46.88
A3*B4	12 20.92	f 21.25	b 39.42	de 36.62	de 42.13	bc 46.12	abcd 49.43

Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

Podemos observar que las interacciones que mejores resultados arrojaron fueron A1*B4, correspondiente a 0 % de vermicompost y la interacción de las dos RPCV *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini* y la interacción A1*B1, correspondiente a 0 % de vermicompost y sin inoculación de RPCV.

Cosechas

Se realizarón tres cosechas a lo largo de todo el experimento. La primer cosecha fue el 25 de noviembre de 2017, la segunda cosecha se realizó el 13 de diciembre de 2018 y la tercer cosecha el 11 de enero de 2018. Teniendo una duración del cultivo de 115 días. En cada una de las cosechas se midieron las variables de calidad en los frutos de pepino.

Cosecha 1

En el Cuadro 11 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que solamente se presentó diferencias significativas entre los tratamientos en la variable firmeza del epicarpio y en la cantidad de sólidos solubles totales, siendo el SUST1 el mejor.

Cuadro 21. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor A (% vermicompost) tomadas en el momento de la primer cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

	Peso	Largo	DF1	DF2	DF3	FE	FM	SST	EM
SUST1	330.23 a	22.16 a	47.68 a	48.82 a	41.22 a	6.27 a	3.08 a	3.53 a	15.33 a
SUST2	310.04 a	21.80 a	48.22 a	46.89 a	40.85 a	5.24 b	2.99 a	3.29 b	15.09 a
SUST3	311.25 a	22.18 a	48.47 a	46.79 a	40.39 a	4.81 b	3.02 a	3.27 b	14.74 a

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost, **DF1:** Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 12 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que solamente se presentó diferencias significativas entre los tratamientos en la variable firmeza del epicarpio, siendo el tratamiento B1 el mejor.

Cuadro 22. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor B (RPCV) tomadas en el momento de la primer cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

	Peso	Largo	DF1	DF2	DF3	FE	FM	SST	EM
B1	323.83 a	22.37 a	48.02 a	47.63 a	41.41 a	5.84 a	2.99 a	3.36 a	15.30 a
B2	311.40 a	21.54 a	47.91 a	47.29 a	39.38 a	5.22 b	2.78 a	3.34 a	15.12 a
B1*B2	323.17 a	21.92 a	47.91 a	47.52 a	41.74 a	5.52 ab	3.14 a	3.45 a	14.96 a
SIN/B	316.61 a	22.43 a	48.43 a	48.19 a	41.14 a	5.62 ab	3.25 a	3.38 a	14.98 a

B1: *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria, **DF1:** Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 13 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas para la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que solamente se presentó diferencias significativas entre los tratamientos en la variable firmeza del epicarpio y mesocarpio, siendo las mejores interacciones A1*B2 y A3*B1 respectivamente.

Cuadro 23. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en la interacción (Factor A * Factor B) tomadas en el momento de la primer cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

		Peso	Largo	DF1	DF2	DF3	FE	FM	SST	EM	
A1*B1	1	326.57	a 22.41	a 47.72	a 49.43	a 42.68	a 6.42	ab 3.13	ab 3.57	a 14.84	a
A1*B2	2	343.57	a 23.14	a 46.99	a 49.34	a 42.77	a 7.25	a 3.12	ab 3.51	a 15.69	a
A1*B3	3	312.63	a 21.28	a 47.21	a 47.94	a 37.82	a 5.65	bcd 2.95	ab 3.50	a 15.33	a
A1*B4	4	339.38	a 21.98	a 48.72	a 48.72	a 42.00	a 5.89	bc 3.13	ab 3.53	a 15.44	a
A2*B1	5	327.83	a 22.38	a 49.38	a 47.96	a 41.32	a 5.31	cde 3.21	ab 3.20	a 15.19	a
A2*B2	6	284.33	a 20.97	a 47.74	a 45.86	a 39.61	a 4.86	de 3.70	ab 3.27	a 15.35	a
A2*B3	7	318.50	a 21.98	a 48.65	a 47.54	a 40.98	a 5.44	bcde 2.88	ab 3.28	a 15.39	a
A2*B4	8	309.50	a 21.87	a 47.11	a 46.21	a 41.49	a 5.36	cde 3.15	ab 3.40	a 14.44	a
A3*B1	9	289.20	a 22.50	a 48.31	a 46.73	a 38.77	a 4.88	de 3.48	a 3.32	a 14.93	a
A3*B2	10	343.60	a 22.96	a 49.81	a 47.37	a 41.68	a 5.02	cde 3.15	ab 3.24	a 14.70	a
A3*B3	11	302.67	a 21.45	a 48.13	a 46.16	a 39.85	a 4.45	e 2.45	b 3.18	a 14.56	a
A3*B4	12	311.25	a 21.88	a 47.51	a 47.11	a 41.60	a 5.02	cde 3.14	ab 3.38	a 14.80	a

DF1: Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

Cosecha 2

En el Cuadro 14 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en la mayoría de las variables. En las variables peso, largo, DF1, DF2, DF3, FM, EM el mejor tratamiento fue SUST1. En la variable FE fue el SUST3. En la variable SST no se presentó diferencia significativa entre los tratamiento.

Cuadro 24. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor A (% vermicompost) tomadas en el momento de la segunda cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

	Peso	Largo	DF1	DF2	DF3	FE	FM	SST	EM	
SUST1	300.63	a 22.80	a 43.59	a 45.04	a 37.29	a 4.63	ab 3.32	a 3.31	a 15.08	a
SUST2	200.63	b 19.49	b 39.47	b 39.69	b 32.72	b 4.41	b 3.24	ab 3.21	a 13.40	b
SUST3	212.77	b 19.42	b 41.00	ab 41.96	b 34.69	b 4.95	a 3.12	b 3.23	a 13.88	b

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost, **DF1:** Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 15 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que solamente se presentó diferencias significativas entre los tratamientos en la variable firmeza del epicarpio y mesocarpio. Para la variable FE los tratamientos B1, B2 y la interacción B1*B2 resultaron estadísticamente iguales pero diferentes con respecto al testigo. En la variable FM el mejor tratamiento fue B2.

Cuadro 25. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor B (RPCV) tomadas en el momento de la segunda cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

	Peso	Largo	DF1	DF2	DF3	FE	FM	SST	EM
B1	260.33 a	21.39 a	42.03 a	42.57 a	35.56 a	4.77 a	3.28 ab	3.21 a	14.54 a
B2	254.00 a	21.11 a	41.50 a	42.64 a	34.77 a	4.90 a	3.36 a	3.18 a	14.40 a
B1*B2	227.05 a	20.20 a	41.11 a	41.84 a	34.59 a	4.80 a	3.21 ab	3.38 a	13.59 a
SIN/B	226.44 a	20.18 a	41.23 a	42.31 a	35.07 a	4.29 b	3.11 b	3.25 a	14.15 a

B1: *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria, **DF1:** Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 16 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas para la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que presentó diferencias significativas entre los tratamientos. En las variables peso, largo, DF1, DF2, DF3, FE, FM y EM la mejor interacción fue A1*B3. Para la variable DF también favoreció la interacción A1*B2 y A1*B4. En la variable SST la mejor interacción fue A2*B4.

Cuadro 26. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en la interacción (Factor A * Factor B) tomadas en el momento de la segunda cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

		Peso		Largo		DF1		DF2		DF3	
A1*B1	1	254.80	bcd	21.38	abcd	41.76	ab	43.62	abc	35.95	ab
A1*B2	2	314.38	ab	23.56	ab	44.66	a	45.36	ab	38.74	a
A1*B3	3	367.83	a	23.92	a	44.31	a	46.60	a	38.23	a
A1*B4	4	291.50	abc	23.05	abc	44.51	a	45.44	ab	36.66	ab
A2*B1	5	220.63	bcd	20.26	bcd	41.37	ab	41.21	abcd	34.16	abc
A2*B2	6	192.00	d	19.10	d	37.28	b	37.29	d	30.59	c
A2*B3	7	199.75	cd	20.01	cd	39.15	ab	40.00	bcd	32.74	bc
A2*B4	8	182.33	d	18.10	d	39.20	ab	39.23	cd	32.54	bc
A3*B1	9	192.57	d	18.36	d	40.32	ab	41.68	abcd	34.87	abc
A3*B2	10	242.20	bcd	20.20	bcd	42.59	ab	43.41	abc	35.45	abc
A3*B3	11	212.50	cd	19.75	cd	41.81	ab	42.21	abcd	34.01	abc
A3*B4	12	212.25	cd	19.63	d	40.00	ab	41.11	abcd	34.56	abc
		FE		FM		SST		EM			
A1*B1	1	4.23	cd	2.99	c	3.32	abcd	14.68	abc		
A1*B2	2	4.89	abc	3.41	ab	3.21	bcd	15.17	ab		
A1*B3	3	5.23	a	3.79	a	3.30	abcd	15.92	a		
A1*B4	4	4.38	bcd	3.30	bc	3.43	ab	14.80	abc		
A2*B1	5	3.96	d	3.19	bc	3.01	d	13.58	bc		
A2*B2	6	4.38	bcd	3.15	bc	3.32	abcd	13.12	bc		
A2*B3	7	4.49	abcd	3.12	bc	3.05	cd	13.60	bc		
A2*B4	8	4.74	abcd	3.53	ab	3.60	a	13.15	bc		
A3*B1	9	4.74	abcd	3.18	bc	3.41	abc	14.04	abc		
A3*B2	10	4.97	abc	3.20	bc	3.10	bcd	14.97	abc		
A3*B3	11	5.10	ab	3.27	bc	3.22	bcd	13.94	abc		
A3*B4	12	5.00	abc	2.90	c	3.18	bcd	13.01	c		

DF1: Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

Cosecha 3

En el Cuadro 17 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas en el Factor A (% vermicompost) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguna de las variables.

Cuadro 27. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor A (% vermicompost) tomadas en el momento de la tercera cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

	Peso	Largo	DF1	DF2	DF3	FE	FM	SST	EM
SUST1	172.89	a 17.02	a 33.01	a 40.67	a 32.86	a 4.56	a 2.56	a 3.32	a 13.33
SUST2	154.95	a 16.20	a 31.72	a 39.87	a 33.76	a 4.76	a 2.63	a 3.63	a 12.62
SUST3	188.90	a 17.51	a 33.23	a 42.53	a 35.79	a 4.78	a 2.79	a 3.86	a 13.84

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost, **DF1:** Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 18 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas en el Factor B (RPCV) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para ninguna de las variables.

Cuadro 28. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara) (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en el Factor B (RPCV) tomadas en el momento de la tercera cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

	Peso	Largo	DF1	DF2	DF3	FE	FM	SST	EM
B1	175.95 a	17.11 a	31.69 a	40.31 a	35.03 a	4.82 a	2.71 a	3.63 a	13.39 a
B2	161.61 a	16.57 a	32.97 a	40.81 a	32.14 a	4.66 a	2.59 a	3.71 a	13.28 a
B1*B2	182.00 a	17.34 a	33.12 a	42.03 a	35.32 a	4.68 a	2.67 a	3.59 a	13.14 a
SIN/B	169.90 a	16.50 a	33.04 a	40.60 a	33.84 a	4.50 a	2.64 a	3.19 a	13.20 a

B1: *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria, **DF1:** Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

En el Cuadro 19 se muestra la comparación de medias de las variables agronómicas para la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación del experimento de *C. sativus*. Se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Peso, FE, FM, SST, EM). No hubo diferencia significativa entre los tratamientos (Largo, DF1, DF2, DF3). Para la variable DF también favoreció en las interacciones.

Cuadro 29. Cuadro de medias para las variables peso (g), largo del fruto (cm), diámetro del fruto superior medio e inferior (mm) (DF1, DF2, DF3), firmeza del epicarpio (cáscara (kg), firmeza del mesocarpio (pulpa) (kg), sólidos solubles totales (°Brix), espesor del mesocarpio (pulpa) (cm), en la interacción (Factor A * Factor B) tomadas en el momento de la tercera cosecha en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL. 2017.

	Peso	Largo	DF1	DF2	DF3
A1*B1	1 175.60 a	17.30 a	32.93 a	40.68 a	33.84 a
A1*B2	2 183.14 a	17.50 a	31.62 a	39.83 a	32.64 a
A1*B3	3 157.33 ab	16.44 a	33.72 a	40.60 a	32.10 a
A1*B4	4 180.71 a	17.07 a	33.54 a	41.60 a	33.35 a
A2*B1	5 50.00 b	8.00 b	26.17 a	29.05 b	19.51 b
A2*B2	6 150.43 ab	15.97 a	30.46 a	40.16 a	35.01 a
A2*B3	7 142.29 ab	16.07 a	31.89 a	38.25 a	30.88 a
A2*B4	8 187.14 a	17.71 a	33.61 a	42.75 a	37.42 a
A3*B1	9 192.75 a	17.63 a	34.90 a	43.37 a	37.41 a
A3*B2	10 201.60 a	18.16 a	33.49 a	41.20 a	38.42 a
A3*B3	11 186.43 a	17.21 a	33.08 a	43.65 a	33.45 a
A3*B4	12 176.60 a	17.20 a	31.83 a	41.62 a	35.13 a

		FE		FM		SST		EM	
A1*B1	1	4.57	ab	2.39	ab	2.96	b	13.46	ab
A1*B2	2	4.50	ab	2.65	ab	3.29	b	13.52	ab
A1*B3	3	4.39	ab	2.37	ab	3.69	ab	13.24	ab
A1*B4	4	4.82	ab	2.84	ab	3.21	b	13.16	ab
A2*B1	5	3.98	b	2.08	b	3.50	ab	10.69	b
A2*B2	6	4.98	a	2.82	ab	3.84	ab	13.30	ab
A2*B3	7	4.69	ab	2.53	ab	3.94	ab	11.97	ab
A2*B4	8	4.73	ab	2.63	ab	3.11	b	12.86	ab
A3*B1	9	4.55	ab	3.09	a	3.40	b	13.50	ab
A3*B2	10	5.04	a	2.66	ab	3.80	ab	13.35	ab
A3*B3	11	4.98	a	2.93	ab	3.50	ab	14.64	a
A3*B4	12	4.41	ab	2.50	ab	4.80	a	13.49	ab

DF1: Diámetro superior del fruto, **DF2:** Diámetro medio del fruto, **DF3:** Diámetro inferior del fruto, **FE:** Firmeza del epicarpio, **FM:** Firmeza del mesocarpio, **SST:** Sólidos solubles totales, **EM:** Espesor del mesocarpio. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

Rendimiento

En el Cuadro 20 se muestra la comparación de medias de la variable rendimiento en $t \cdot ha^{-1}$ para el Factor A (% vermicompost), Factor B (RPCV) y para la interacción (Factor A * Factor B), estimada con los valores del de la evaluación del experimento de *C. sativus*. Podemos observar que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en ninguno de los dos factures ni en la intersección.

Cuadro 30. Cuadro de medidas para la variable rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) en el Factor A (% vermicompost), Factor B (RPCV) y la interacción (Factor A * Factor B) tomada cada semana en la evaluación de *C. sativus*. UAAAN-UL.2017.

Rend			Rend			
Factor A			Factor A * Factor B			
SUST1	41.609	a	A1*B1	1	41.148	a
SUST2	39.065	a	A1*B2	2	43.290	a
SUST3	39.218	a	A1*B3	3	39.391	a
			A1*B4	4	42.761	a
			A2*B1	5	41.307	a
			A2*B2	6	35.826	a
			A2*B3	7	40.131	a
			A2*B4	8	38.997	a
			A3*B1	9	36.439	a
			A3*B2	10	43.294	a
			A3*B3	11	38.136	a
			A3*B4	12	39.218	a

Rend		
Factor B		
B1	40.803	a
B2	39.236	a
B1*B2	40.719	a
SIN/B	39.893	a

SUST1: 0% vermicompost, **SUST2:** 15% vermicompost, **SUST3:** 30% vermicompost, **B1:** *Bacillus paralicheniformis*, **B2:** *Pseudomonas lini*, **B1*B2:** *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*, **SIN/B:** Sin Bacteria. Diferente letra indica diferencia significativa entre tratamientos.

Discusión

En el análisis estadístico para la variable altura de planta mostró diferencias significativas, en el Cuadro 13 se muestra que en las semanas 1-5 los tratamientos que mejores resultados arroja son los A3*B2 y A3*B3 correspondientes a 30 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis* y *Pseudomonas lini* respectivamente. De la semanas 6-11 el tratamiento con mejores alturas fue A1*B2 correspondiente a 0% de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*.

Atiyeh *et al* (2001) destacan que el vermicompost favorece el desarrollo de los cultivos en invernaderos cuando estos se utilizan como sustratos de crecimiento, y que las diferencias detectadas en esta variable, se deben a su contenido de elementos nutritivos y a la naturaleza de sus comunidades microbianas. Moreno *et al.* (2005) no encontraron diferencias en altura de planta cuando utilizaron cuatro tipos de vermicompost en proporciones de arena/vermicompost de 75, 50, 25 y 0%.

En un estudio realizado en Iran sobre los efectos de fertilizantes orgánicos en el cultivo de pepino obtuvieron en el tratamiento que utilizaron vermicompost, una media en el diámetro de tallos de 2.7 cm, en altura de planta 143 cm (Ghasem, *et al.*, 2014). En esta investigación se obtuvo en el diámetro de tallo valores más altos con una media de 7.92 cm pero en la altura se obtuvo un valor de 128.83 cm en el tratamiento A3*B3 (30 % de vermicompost en el sustrato y la inoculación de la RPCV *Pseudomonas lini*).

Los resultados obtenidos permiten suponer que vermicompost y la inoculación de las RPCV poseen el potencial para mejorar el crecimiento de la planta en invernadero.

Se muestra las comparaciones de medias de la variable diámetro de tallo para las interacciones. En un estudio realizado en la Universidad de Sonora evaluaron la producción de pepino en función de la densidad de plantas obteniendo un diámetro de tallo de 10.70 cm y 381.00 g en el peso del fruto, (López-Elías *et al.*, 2015). En esta investigación se obtuvo 7.92 cm en el diámetro de tallo y 343.57 g en el peso del fruto para el tratamiento A1*B2 (0% de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*) quedando ligeramente por debajo de lo obtenido por los autores mencionados.

En un estudio realizado en Texcoco sobre pepino europeo se encontró a los 47 días una altura de 54.0 cm y un diámetro de tallo de 9.5 mm (Sánchez *et al.*, 2006). Los datos obtenidos en esta investigación fueron de 95.83 cm en la altura de la planta a los 42 días en el tratamiento A1*B2 (0 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV de *Bacillus paralicheniformis*) con un diámetro de tallo de 7.82 mm, se puede observar que se obtuvo una mayor altura pero con un tallo más delgado comparado con los resultados del autor antes mencionado.

Se muestra las comparaciones de medias de la variable índice de contenido de clorofila (ICC). Fawzy *et al.* (2012), señalan que suministros adecuados de nutrientes se asocia con niveles adecuados de clorofila, crecimiento vegetativo vigoroso y alta calidad fotosintética. Hashemimajd *et al.* (2004), señalan que la fertilización orgánica produce una reducción en la producción de biomasa motivada por una deficiencia nutrimental, particularmente de nitrógeno y a la presencia de una alta concentración de ciertos iones (Cl⁻, Na⁺, Ca²⁺).

En un estudio realizado en Egipto sobre la producción orgánica de pepino utilizando vermicompost en el sustrato, inoculando una mezcla de RPCV (*Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense*, *Pseudomonas fluorescense* and *Serratia* sp.) obtuvieron 36.57 y 36.90 unidades SPAD en el índice de contenido de clorofila en la temporada 2012 y 2013 respectivamente (Abou-El-Hassan *et al*, 2014). En esta investigación en el tratamiento A3*B4 (30 % de vermicompost y la inoculación de la interacción de las 2 RPCV (*Pseudomonas lini* * *Bacillus paralicheniformis*), se obtuvo 49.43 unidades SPAD en el índice de contenido de clorofila de las hojas de pepino, este valor está por encima de lo obtenido por los autores mencionados.

En un estudio realizado en Korea sobre la reducción de efectos adversos en plantas de pepino bajo estrés al inocular PGPR, encontraron los siguientes contenidos de clorofila en la hojas en plantas que no fueron sometidas a estrés, Control: 32.36 unidades SPAD, *Burkholderia cepacia*: 37.74 unidades SPAD, *Promicromonospora* sp: 36.64 unidades SPAD, *Acinetobacter calcoaceticus*: 35.82 unidades SPAD (Kang *et al*, 2014). En esta investigación las unidades SPAD obtenidas por el tratamiento Control fueron de 48.74, el tratamiento A1*B4 (0% de vermicompost y la inoculación de la interacción de las dos RPCV, *Pseudomonas lini* * *Bacillus paralicheniformis*) con 51.41 unidades SPAD fue el que mayor valor obtuvo, el tratamiento A2*B2 (15 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*) con 48.69 unidades SPAD y por último el tratamiento A3*B4 (30 % de vermicompost y la inoculación de la interacción de las dos RPCV *Pseudomonas lini* * *Bacillus paralicheniformis*) con 49.43 unidades SPAD, están por encima de los obtenidos por los autores anteriores mencionados.

Se muestra las comparaciones de medias de las variables agronómicas para las interacciones. En la investigación realizada por López-Elías *et al* (2015), obtuvieron un largo del fruto de 25.7 cm, con un diámetro del fruto de 5.3 cm, una firmeza de fruto de 5.0 kg y 3.3 ° Brix de sólidos solubles totales; estos valores son muy similares a los obtenidos en esta investigación, 23.14 cm en el largo de fruto, con un diámetro de fruto de 4.9 cm, con una firmeza de 7.25 kg y 3.51 ° Brix en la cantidad de sólidos solubles totales comparado con el tratamiento A1*B2 (0% de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*).

En la investigación realizada por [Abou-El-Hassan et al \(2014\)](#), obtuvieron 3.773 y 3.040 ° Brix para la primera y segunda temporada; en esta investigación se obtuvo en el tratamiento A3*B4 (30 % de vermicompost y la inoculación de la interacción de las 2 RPCV (*Pseudomonas lini* * *Bacillus paralicheniformis*) 3.38 ° Brix en el contenido de sólidos solubles totales, valor muy parecido al obtenido por los autores.

En la Universidad de Costa Rica se evaluó la calidad y rendimiento de cinco genotipos de pepino bajo condiciones de invernadero e hidroponía considerando tres categorías de calidad (primera, segunda y rechazo) el genotipo con mejores resultados fue Macario, obteniendo una media de longitud de fruto de 26.80, 24.99 y 19.75 cm en la categoría de primera, segunda y rechazo respectivamente con un diámetro promedio de 55.69, 50.57 y 43.66 mm para la categoría de primera, segunda y rechazo respectivamente; obteniendo en sólidos solubles totales 3.79, 3.74 y 4.14 de ° Brix respectivamente ([Chacón y Monge, 2017](#)). En esta investigación se obtuvo una longitud de fruto de 23.14 cm y un diámetro de fruto de 49.34 mm en el tratamiento A1*B2 (0% de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Bacillus paralicheniformis*) con un total de 3.51 ° Brix en la cantidad de sólidos solubles totales, los datos obtenidos son muy similares a los obtenidos por el autor antes mencionado.

Comparaciones de medias de la variable rendimiento en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. En la investigación realizada por [Ghasem et al \(2014\)](#) reportaron una media promedio de 90 g en el peso de los frutos, con un rendimiento de $6,461.00 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, estos valores quedan por debajo de los obtenidos en esta investigación con una media 343.57 g en el peso de los frutos y $43.290 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ en el tratamiento A3*B3 (30 % de vermicompost en el sustrato y la inoculación de la RPCV *Pseudomonas lini*).

En la investigación realizada por [Abou-El-Hassan et al \(2014\)](#), obtuvieron un rendimiento de 23.91 y $25.13 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, para la primera y segunda temporada respectivamente; en esta investigación se obtuvo en el tratamiento A3*B4 (30 % de vermicompost y la inoculación de la interacción de las 2 RPCV (*Pseudomonas lini* * *Bacillus paralicheniformis*) $39.218 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de rendimiento, este valor está por encima de lo obtenido por los autores mencionados.

En el estudio realizado **Sánchez et al(2006)**, se obtuvo un rendimiento de $13.93 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ y un peso de fruto de 376.5 g, en esta investigación en el tratamiento A1*B2 (0 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV de *Bacillus paralicheniformis*) se obtuvo un rendimiento de $43.290 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$, con un peso medio de fruto de 343.57 g.

En el estudio realizado por **Chacón y Monge (2017)** se obtuvo el mejor peso promedio de frutos en el genotipo Macario de 482.86, 357.86 y 211.07 g para las categorías primera, segunda y rechazo respectivamente, mientras que el rendimiento fue de 14.29, 4.75 y $3.15 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$; mientras que en esta investigación en el tratamiento A1*B2 (0 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV de *Bacillus paralicheniformis*) se obtuvo un peso de frutos de 343.57 g con un rendimiento de $43.290 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

V. CONCLUSIONES

Podemos concluir que la mejor interacción que favorecieron en las alturas de las plantas fue con un 15 y 30 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV *Pseudomonas lini*.

Para los mejores diámetros de tallos la intersección fue 0 % de vermicompost combinado con con las RPCV B1: *Bacillus paralicheniformis*, B2: *Pseudomonas lini* y la interacción B1*B2: *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*.

El mayor índice de contenido de clorofila en las plantas fue en el testigo y utilizando 0 % de vermicompost y la interacción de las RPCV B1*B2: *Bacillus paralicheniformis* * *Pseudomonas lini*.

En las tres cosechas realizadas se obtuvieron diferentes resultados. Para la primera cosecha la mejor interacción fue A1*B2, correspondiente a 0% de vermicompost e inoculado con la RPCV B1: *Bacillus paralicheniformis*, así como la interacción A3*B1, correspondiente a 30% de vermicompost y sin inoculación de RPCV.

En la segunda cosecha la interacción que favoreció fue A1*B3, correspondiente a 0% de vermicompost e inoculado con la RPCV B2: *Pseudomonas lini*.

En la tercera cosecha no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos.

El rendimiento no presentó diferencias significativas, sin embargo las dos interacciones que muestran mayores resultados son A1*B2 (43.290 t · ha⁻¹), correspondiente a 0% de vermicompost y la inoculación de la RPCV B1: *Bacillus paralicheniformis* y A3*B2 (43.294 t · ha⁻¹), correspondiente a 30 % de vermicompost y la inoculación de la RPCV B1: *Bacillus paralicheniformis*.

Es indispensable seguir investigando las diferentes interacciones de RPCV con diversos sustratos tanto en el cultivo del pepino como en otros cultivos para poder identificar las mejores combinaciones.

VI. Literatura Citada

- Abou-El-Hassan *et al.* 2014. Enhancing Organic Production of Cucumber by using Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Compost Tea under Sandy Soil Condition 10(2): 162-169, 2014 ISSN 1816-1561.
- Acela D.T., A. Hernández., y M. Heydrich. 2007. Antagonismo de Cepas de *Pseudomonas fluorescens* y *Burkholderia cepacia* contra hongos fitopatógenos del arroz y el maíz. *Revista Protección Vegetal*. 22 (1): 41-46.
- Acerca 1998. Cultivo de pepino exportado en alta tecnología en MEXICO. Fundacion mexicana para la Investigacion Agropecuaria y Forestal, A.C. sagarpa, mexico. 37.
- Adam, E., Groenenboom, A. E., Kurm, V., Rajewska, M., Schmidt, R., Tyc, O., Weidner, S., Berg, G., de Boer, W., y Salles, J. F. 2016. Controlling the Microbiome: Microhabitat Adjustments for Successful Biocontrol Strategies in Soil and Human Gut. *Front Microbiol*, 7(1079), 1-6. doi: 10.3389/fmicb.2016.01079
- Albareda M, Dardanelli MS, Sousa C, Megías M, Temprano F, Rodríguez-Navarro D 2006 Factors affecting the attachment of rhizospheric bacteria to bean and soybean roots. *FEMS Microbiol. Lett.* 259: 67-73.
- Angulo V.C., E.A. Sanfuentes, F. Rodríguez, K.E. Sossa. 2014. Caracterización de rizobacterias promotoras de crecimiento en plántulas de *Eucalyptus nitens*. *Revista Argentina de Microbiología*, 46(4): 338–347. Doi: 10.1016/S0325-7541(14)70093-8.
- Anwar, A., Bai, L., Miao, L., Liu, Y., Li, S., Yu, X., y Li, Y. 2018. 24-Epibrassinolide Ameliorates Endogenous Hormone Levels to Enhance Low-Temperature Stress Tolerance in Cucumber Seedlings. *Int J Mol Sci*, 19(9). doi: 10.3390/ijms1909249.
- Araiza, C., J. Sánchez, L., A. 2003. *Horticultura doméstica*. 5° reimpresión. Trillas.México.Pp.85.ISBN_968-24-3463-7.

- Arias, S. 2007. Producción de pepino. USAID-RED. La Lima, Cortes, Honduras. Pp.31.
- Asahina, M., Yamauchi, Y., Hanada, A., Kamiya, Y., Kamada, H., Satoh, S., y Yamaguchi, S. (2007). Effects of the removal of cotyledons on endogenous gibberellin levels in hypocotyls of young cucumber and tomato seedlings. *Plant Biotechnology*, 24(1), 99-106.
- ASERCA, C. G. D. P. C. Y. F. A. L. E. 2015. ASERC. Proyecto descriptivo, secretaria de agricultura, ganaderia, desarrollo rural, pesca y alimentacion (SAGARPA).
- Astengo, L. E. 2003 Guía para la Asistencia Técnica Agropecuaria para el Área de Influencia del Campo Experimental Valle de Culiacán. INIFAPCIRNO. Campo Experimental Valle de Culiacán, Agenda Técnica. Quinta Edición. Culiacán, Sinaloa, México. 214 p.
- Atiyeh, R. M.; Edwards, C. A.; Subler, S. and Metzger, J. D. 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium: effects on physicochemical properties and plant growth. *Bio. Technol.* 78(1):11-20.
- Basulto Felipe 2006 producción tecnificada de pepino verde con espalderas y fertirriego en suelos pedregosos de Yucatán, Campo Experimental Mochochá (inifap), consultado el 15 de noviembre 2007 disponible *En:* http://www.oeidrusportal.gob.mx/oeidrus_yuc/OEIDRUS/PBI/Eco_Prod/INIFAP/Archivos/hortalizas_pepino.pdf.
- Bhattacharyya PN, Jha DK 2012 Plant growth-promoting rhizobacteria (RPCV): emergence in agriculture. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 28: 1327-50.
- Bisognin, D. A., Velasquez, L., y Widders, I. 2005. Cucumber seedling dependence on cotyledonary leaves for early growth. *Pesq. Agropec. Bras.*, 40(6), 531-539.
- Calvo-Polanco, M., Ibort, P., Molina, S., Ruiz-Lozano, J. M., Zamarreño, A. M., García-Mina, J. M., & Aroca, R. (2017). Ethylene sensitivity and relative air humidity regulate root hydraulic properties in tomato plants. *Planta*, 246(5), 987–997. doi:10.1007/s00425-017-2746-0.

- Casaca, A.D. 2005. El cultivo de pepino. Guías tecnológicas de frutas y vegetales. Disponible en <http://gamis.zamorano.edu/gamis/es/Docs/hortalizas/pepio.pdf> [Consulta 14 de marzo de 2017].
- Castaños C., M. 2000. Horticultura; Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. Colección fénix. México D. F. Pp. 210-214.
- Castillo, M. A. 1992. Evaluación de tres fertilizantes en pepino (*Cucumis sativus*. L.) bajo condiciones de invernadero en diferentes etapas Fenológicas. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo Coahuila, México. Pp.17-22.
- Chacón y Monge, 2017. Rendimiento y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) Cultivado bajo invernadero – Vol 17-No, 29, 2007.
- Claridades Agropecuarias: 1999. Un horizonte en el mercado agropecuario. Revista de publicación mensual. ASERCA. 60: 38. Claridades agropecuarias. 2005. La agricultura orgánica en el mundo. Pp. 4-5
- Do Amaral, F.P., C.S. Pankiewicz, V., C.M. Arisi, A., M. de Souza, E., F. Pedrosa, G. Stacey. 2016. Differential growth responses of *Brachypodium distachyon* genotypes to inoculation with plant growth promoting rhizobacteria. *Plant Molecular Biology*, 90(6): 689–697. Doi: 10.1007/s11103-016-0449-8
- Do Carmo FL, dos Santos HF, Martins EF, Van Elsas JD, Rosado AS, Peixoto RS 2011 Bacterial structure and characterization of plant growth promoting and oil degrading bacteria from the rhizospheres of mangrove plants. *J. Microbiol.* 49: 535-43.
- Espinoza-Robles, P, Colinas-León, M. T, Rodríguez-Pérez, J. Sahagún-Castellanos, J, Hernández-González, Z. 2014. Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 37 núm. (1).

- Fitosanidad 2014 Key physiological properties contributing to rhizosphere adaptation and plant growth promotion abilities of *Azospirillum brasilense*. FEMS Microbiol. Lett. 326: 99-108.
- Fawzy, Z. F.; El-Bassiony, A. M.; Li, Y.; Ouyang, Z. and Ghoname, A. A. 2012 Effect of mineral, organic and bio-n fertilizers on growth, yield and fruit quality of sweet pepper. J. App. Sci. Res. 8:3921-3933.
- Gálvez, F. 2004. El cultivo del pepino en invernadero, Editor Manual de producción hortícola en invernadero, 2° Edición. P. 282-293. [Fecha de consulta: 17 de enero de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921204009>> ISSN 0378-1844
- Li, S., Li, Y., He, X., Li, Q., Liu, B., Ai, X., y Zhang, D. (2019). Response of water balance.
- Ghasem, *et al.*, 2014. Effect of organic fertilizers on cucumber (*Cucumis sativus*) yield IJACS/2014/7-11/808-814.
- Glick, B.R. 2012. Plant Growth-Promoting Bacteria: Mechanisms and Applications Scientifica, 2012(1): 1–15. doi:10.6064/2012/963401
- Goswami, D., Thakker, J. N., Dhandhukia, P. C., y Tejada Moral, M. 2016. Portraying mechanics of plant growth promoting rhizobacteria (RPCV): A review. *Cogent Food y Agriculture*, 2(1). doi: 10.1080/23311932.2015.1127500
- Hashemimajd, K.; Kalbasi, M.; Golchin, A. and Shariatmandari, H. 2004. Comparison of vermicompost and compost as potting media for growth of tomatoes. J. plant Nutr. 27:1107-1123.
- Hernández, H. A.; J. Á. de la Cruz B.; E.o Padrón C.; F. I. Jerónimo. 2004. Respuesta del Cultivo de Pepino (*cucumis sativus* L.) en sustratos orgánicos, Tesis licenciatura. UAAAN, Buenavista Saltillo, Coahuila.
- Home, 2017 situación actual del cultivo de pepino en México hidroponia.mx/situación-actual-del-cultivo-de-pepino-en-México/.

- INEGI. 2009. Prontuario de información geográfica municipal de los estados unidos mexicanos. En línea: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/05/05035.pdf. Fecha de consulta 29 de octubre de 2017.
- INFOAGRO, 2017. Requerimientos edafoclimáticos en pepino. Consulta: 06 noviembre 2017. Disponible en: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>
- INFOAGRO 2007 el cultivo de pepino. Consultado el 23 de Abril de 2007. Disponible En: <http://www.infoagro.com/hortalizas/pepino.htm>.
- INIFAP. 2014 Vermicompost. Disponible en: Cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/668/642. INIFAP. 2010. Guía técnica para el área de influencia del campo experimental valle de C.
- Jellani, G., Atif, M. J., Ullah, H., Ali, M., y Musa, M. 2015. Influence of seedling age on cucumber (*Cucumis sativus* L.) production. SAARC J. Agri., 13(2), 214-221.
- Kang *et al.* 2014. Plant growth-promoting rhizobacteria reduce adverse effects of salinity and osmotic stress by regulating phytohormones and antioxidants in *Cucumis sativus*. 141.72.238.211.
- Khalifa, A.Y.Z., M. Alsyeeh, A., A. Almalki, M., A. Saleh, F. 2016. Characterization of the plant growth promoting bacterium, *Enterobacter cloacae* MSR1, isolated from roots of non-nodulating *Medicago sativa*. Saudi Journal of Biological Sciences, 23(1): 79–86. doi:10.1016/j.sjbs.2015.06.008
- 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.
- López Elías J, Garza Ortega S, Huez López M.A, Jiménez León J, Rueda Puente 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, z., c. 2003. Cultivo del pepino. Centro nacional agropecuaria y forestal (centa), 9-12.
- Lorenzo, P; 2012. El cultivo en invernaderos y su relación con el clima. Cuadernos de Estudios Agroalimentarios (CEA), (3), 23-44.
- Loredo O.C., L. López R. y D. Espinosa V. 2004. Bacterias promotoras del crecimiento vegetal asociadas con gramíneas. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C., 22(2): 225-239.
- Lugtenberg B, Kamilova F 2009 Plant-growth-promoting rhizobacteria. Annu. Rev. Microbiol. 63: 541-56.
- Madrigal, A. A., 2006. Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas para ser utilizado en la producción de pepino e invernadero de alta tecnología, en zarcero. Alajuela. Instituto tecnológico de costa rica escuela de ingeniería agropecuaria administrativa, Cartago. PP. 32-38.
- Mahmood, S., Daur, I., Al-Solaimani, S. G., Ahmad, S., Madkour, M. H., Yasir, M., Hirt, H., Ali, S., y Ali, Z. 2016. Plant Growth Promoting Rhizobacteria and Silicon Synergistically Enhance Salinity Tolerance of Mung Bean. *Front Plant Sci*, 7(876), 1-14. doi: 10.3389/fpls.2016.00876
- Malik DK, Sindhu SS 2011 Production of indole acetic acid by *Pseudomonas* sp: effect of coinoculation with *Mesorhizobium* sp. Cicer on nodulation and plant growth of chickpea (*Cicer arietinum*). *Physiol. Mol. Biol. Plants* 17: 25-32.
- Martínez, V. 2006. El pepino, Ayuda a adelgazar y cuidado de la piel. En: El Mundo de las plantas. Organical. Disponible En: <http://www.botanicalonline.com/pepinos.htm>.
- Mendoza, Z. C.: Enfermedades fungosas de hortalizas, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, México, 1996, pp. 30-33.

- Moreno, D., W. Cruz., E. García, A. Ibáñez, J. Barrios. 2013. Cambios fisicoquímicos pos cosechas en tres cultivares de pepino con y sin películas plásticas. *Rev. Mex.Cien.Agric.*4 (6) ,909-920.
- Moreno-Reséndez, A., Aguilar-Durón.J y Luevano-Gonzalez, A. 2011. Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de agronegocios*, 15(29), 763-774.
- Moreno, R. A.; Gómez, F. L.; Cano, R. P.; Martínez, C. V.; Reyes, C. J.; Puente, M. J. y Rodríguez, D. N. 2008. Genotipos de pepino en mezclas de vermicompost:arena en invernadero. *Terra Latinoamericana*. 26:103-109.
- Nehra, V., Saharan, B. S., y Choudhary, M. 2016. Evaluation of *Brevibacillus brevis* as a potential plant growth promoting rhizobacteria for cotton (*Gossypium hirsutum*) crop. *Springerplus*, 5(1), 948. doi: 10.1186/s40064-016-2584-8
- Noumavo, P.A., A. Agbodjato, N., F. Baba, M., Adjanooun, A., L. Baba M. 2016. Plant growth promoting rhizobacteria: Beneficial effects for healthy and sustainable agriculture. *African Journal of Biotechnology*, 15(27): 1452–1463. doi:10.5897/AJB2016.15397
- Palacio-Rodríguez, R., Coria-Arellano, J. L., López-Bucio, J., Sánchez-Salas, J., Muro-Pérez, G., Castañeda-Gaytán, G., y Sáenz-Mata, J. 2017. Halophilic rhizobacteria from *Distichlis spicata* promote growth and improve salt tolerance in heterologous plant hosts. *Symbiosis*, 1-11.
- Parray, J.A., Jan, S., N. Kamili, A., A. Qadri, R., Egamberdieva, D., Ahmad, P. 2016. Current Perspectives on Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. *Journal of Plant Growth Regulation*. 35(3):877-902. Doi: 10.1007/s00344-016-9583-4
- Pérez V., A. y Landeros S. C., 2009. Agricultura y deterioro ambiental. *Elementos: Ciencia y cultura* 16 (73): 19-25.
- Qin, Y., Shang, Q., Zhang, Y., Li, P., y Chai, Y. (2017). *Bacillus amyloliquefaciens* L-S60 Reforms the Rhizosphere Bacterial Community and Improves Growth Conditions in Cucumber Plug Seedling. *Front Microbiol*, 8, 2620. doi: 10.3389/fmicb.2017.02620

Quezada, M. R. 1991. Evaluación de Cuatro Variedades de Pepino (*Cucumis sativus* L.) Bajo Técnicas de Plasticultura. XXIV. Congreso Nacional Horticultura de la SOMECH. Buenavista, Saltillo Coahuila, México.

Reho Ana Isabel 2 de mayo / 2015 Producción y exportación del pepino
hortalizas.com/horticultura-protegida/el-pepino-sinaloense-continua-escalando-su-exportacion/.

Romero 16 enero / 2009 Cultivo de pepino (*cucumis sativus* l.), durante las diferentes etapas fenológicas
[fenologicasaber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/30236/articulo5.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://www.fenologicasaber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/30236/articulo5.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

SAGARPA. 2006. delegación estatal en baja california sur sistema de información agropecuaria y pesquera, programa de siembras y cosechas año agrícola 2006, consultado el 25 de noviembre 2007.

SAGARPA 2003 Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera SIAP, SIACON, Anuario Agrícola por Municipio, SAGARPA. Consulta de Indicadores de Producción Nacional de Pepino.

Salvador Sola F.J. 2015. Gestión integrada de plagas en pepino bajo invernadero. Documentos técnicos. Núm. 08. Cajamar Caja Rural. Pp.32

Saleem M, Arshad M, Hussain S, Bhatti AS 2007 Perspective of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) containing ACC deaminase in stress agriculture. J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 34: 635-48.

Salas Q.H. 2015. El Río Nazas: la historia de un patrimonio lagunero. Editado por el Instituto de Investigaciones Antropológicas de la UNAM. Disponible en línea: <http://www.iiia.unam.mx/publicaciones/electronico/accesoAbierto/405.pdf>. Fecha de consulta: 05 de abril de 2018.

Samaniego Gaxiola, José Alfredo; Amaya Carrillo, José Emmanuel; Puente Manríquez, José Luis Evaluación de ácido acético como fumigante de mosquita blanca *Bemisia tabaci* (Gennadius) en laboratorio y campo Revista Mexicana de

Ciencias Agrícolas, vol. 3, núm. 3, mayo-junio, 2012, pp. 413-426 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México

Sánchez, del C. F. ; E. Moreno P. ; E. Contreras M. ; E. Vicente G. 2006. Reducción del Ciclo Tardío en Pepino Europeo, Mediante Trasplante Tardío, Revista Fitotecnia Mexicana, septiembre, año/vol. 29, Chapingo, México pp. 87-90.

Sánchez L.D.B., R.M. Gómez V., M.F. Garrido R. y R.R. Bonilla B. 2012. Inoculación con bacterias promotoras de crecimiento vegetal en tomate bajo condiciones de invernadero. Revista Mexicana de Ciencia Agrícola, 3(7): 1401-1415.

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

SEP, 1997. Cucurbitáceas. 3a Edición. Editorial Trillas. México, D.F.

Sharifi, N.M.S., H. Mohd, S. 2012. Potential Plant Growth-Promoting Activity of *Pseudomonas* sp Isolated from Paddy Soil in Malaysia as Biocontrol Agent. Journal of Plant Pathology & Microbiology, 3(2): 2–5. doi:10.4172/2157-7471.1000120.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México. Disponible en <http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/002-e.html>. [Consulta: 20 de Julio de 2015]

Thomas C.E. 1996. Downy mildew, pp. 25-27. In: T.A. Zitter, D.L. Hopkins y C.E. Thomas. Compendium of Cucurbit Diseases. St. Paul, MN, EE.UU. APS Press.

Wahyudi, A., Astuti, R., Widyawati, A., Meryandini, A., Nawangsih, A. 2011. Characterization of *Bacillus* sp. Strains isolated from rhizosphere of soybean plants for their use as potential plant growth for promoting rhizobacteria. J Microbial Antimicrob, 3(2): 34–40.

Wintermans P.C.A., A.H.M. Bakker, P., M.J. Pieterse, C. 2016. Natural genetic variation in *Arabidopsis* for responsiveness to plant growth-promoting rhizobacteria. Plant Molecular Biology, 90(6): 623–634. Doi: 10.1007/s11103-016-0442-2

- Zahid M., S. Hameed., N. Rahim., M.K. Abbasi. 2015. Isolation and identification of indigenous plant growth promoting rhizobacteria from Himalayan region of Kashmir and their effect on improving growth and nutrient contents of maize (*Zea mays* L.). *Frontiers in Microbiology*. 6 (2015). 1–10.
- Zamudio, G., B. y Felix, R., A. 2014. Producción de pepino bajo invernadero en valles altos del estado de México. *INIFAP*, 4-7.
- Zhu, W., Du, W., Shen, X., Zhang, H. y Ding, Y. (2017) Comparative adsorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} by cow manure and its vermicompost. *Environ Pollut*, 227, 89-9

APENDICE..... ALTURA DE PLANTA

Cuadro 1A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera semana. UAAANUL. 2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	1146.361111	88.181624	22.52	< .0001
Error	130	508.944444	3.914957		
Total	143	1655.305556			

C.V. 17.69702

Media: 11.18056

Cuadro 2A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	2261.736111	173.979701	8.78	< .0001
Error	130	2576.236111	19.817201		
Total	143	4837.972222			

C.V. 23.44688

Media: 18.98611

Cuadro 3A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercer semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	3308.48611	254.49893	4.36	< .0001
Error	130	7580.40278	58.31079		
Total	143	10888.88889			

C.V. 25.26667

Media: 30.22222

Cuadro 4A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la cuarta semana. UAAANUL.2017,

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	26.19.67361	201.51335	2.22	0.0118
Error	130	11781.81944	90.62938		
Total	143	14401.49306			

C.V. 21.81875

Media: 43.63194

Cuadro 5A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la quinta semana. UAAANUL. 2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	4378.98611	336.84509	2.54	0.0038
Error	130	17241.65278	132.62810		
Total	143	21620.63889			

C.V. 18.83222

Media: 61.15278

Cuadro 6A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la sexta semana. UAAANUL. 2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	10131.65278	779.35791	4.65	<.0001
Error	130	21809.23611	167.76335		
Total	143	31940.88889			

C.V. 15.37878

Media: 84.22222

Cuadro 7A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la séptima semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	14953.86111	1150.29701	5.72	<.0001
Error	130	26128.11111	200.98547		
Total	143	41081.97222			

C.V. 14.69324

Media: 96.48611

Cuadro 8A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la octava semana. UAAANUL. 2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	22583.25000	1737.17308	5.60	<.0001
Error	130	40298.50000	309.98846		
Total	143	62.881.75000			

C.V. 15.71423

Media: 112.0417

Cuadro 9A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la novena semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	21836.69444	1679.74573	4.37	<.0001
Error	130	49977.94444	384.447573		
Total	143	71814.63889			

C.V. 15.79287

Media: 124.1528

Cuadro 10A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la décima semana. UAAAUL. 2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	19668.46528	1512.95887	3.46	0.0001
Error	130	56918.19444	437.83226		
Total	143	76586.65972			

C.V. 15.87273

Media: 131.8264

Cuadro 11A. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la onceava semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	40452.2292	3111.7099	2.76	0.0017
Error	130	146424.7083	1126.3439		
Total	143	186876.9375			

C.V. 23.69364

Media: 141.6458

DIAMETRO DE TALLOS

Cuadro 12A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera semana. UAAANUL2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	0.70006944	0.05385150	15.68	<.0001
Error	130	0.44652778	0.00343483		
Total	143	1.14659722			

C.V. 14.04238

Media: 0.417361

Cuadro 13A. Análisis de varianza para variable de diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	32.92057361	2.53235182	5.47	<.0001
Error	130	60.17462361	0.46288172		
Total	143	93.09519722			

C.V. 11.23134

Media: 6.057639

Cuadro 14A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercer semana. UAAANUL. 2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	17.75468194	1.36574476	3.20	0.0003
Error	130	55.51071528	0.42700550		
Total	143	73.26539722			

C.V. 9.318638

Media: 7.012361

Cuadro 15A. Análisis de varianza para variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la cuarta semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	28.63534653	2.20271896	6.74	<.0001
Error	130	42.46080278	0.32662156		
Total	143	71.09614931			

C.V. 7.967969

Media: 7.172569

Cuadro 16A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la quinta semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	31.58700903	2.42976993	5.03	<.0001
Error	130	62.78097361	0.48293057		
Total	143	94.36798264			

C.V. 9.371538

Media: 7.415347

Cuadro 17A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la sexta semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	32.44229861	2.49556143	8.47	<.0001
Error	130	38.29972361	0.29461326		
Total	143	70.74202222			

C.V. 7.613850

Media: 7.128889

Cuadro 18A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la séptima semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	31.74172500	2.44167115	5.86	<.0001
Error	130	54.14585000	0.41650654		
Total	143	85.88757500			

C.V. 8.478273

Media: 7.612083

Cuadro 19A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la octava semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	34.64274861	2.66482682	6.86	<.0001
Error	130	50.48810694	0.38837005		
Total	143	85.13085556			

C.V. 8.756475

Media: 7.116944

Cuadro 20A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la novena semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	44.66222361	3.43555566	9.73	<.0001
Error	130	45.88737361	0.35297980		
Total	143	90.54959722			

C.V. 8.409522

Media: 7.064861

Cuadro 21A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la décima semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	27.00012986	2.07693307	6.27	<.0001
Error	130	43.03751944	0.33105784		
Total	143	70.03764931			

C.V. 8.522427 Media: 6.751319

Cuadro 22A. Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la onceava semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	20.38622292	1.56817099	5.02	<.0001
Error	130	40.61602083	0.31243093		
Total	143	61.00224375			

C.V. 7.479955 Media: 7.472708

ICC

Cuadro 23A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	5762.853611	443.296432	160.08	<.0001
Error	130	359.992778	2.769175		
Total	143	6122.846389			

C.V. 6.125775 Media: 27.16528

Cuadro 24A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	2150.941528	165.457041	27.45	<.0001
Error	130	783.618194	6.027832		
Total	143	2934.559722			

C.V. 9.950568 Media: 24.67361

Cuadro 25A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	329.492569	25.345582	2.52	0.0042
Error	130	1309.697361	10.074595		
Total	143	1639.189931			

C.V. 7.743816 Media: 40.98819

Cuadro 26A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en *Cucumis sativus* evaluados en la cuarta semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	265.365903	20.412762	2.74	0.0018
Error	130	968.187361	7.447595		
Total	143	1233.553264			

C.V. 7.197569

Media: 37.91597

Cuadro 27A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en *Cucumis sativus* evaluados en la quinta semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	690.943542	53.149503	5.20	<.0001
Error	130	1328.975833	10.222891		
Total	143	2019.91937			

C.V. 7.258058

Media 44.05208

Cuadro 28A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en *Cucumis sativus* evaluados en la sexta semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	245.225694	18.863515	1.85	0.0421
Error	130	1326.639861	10.204922		
Erro puro	143	1571.865556			

C.V. 6.844980

Media: 46.66944

Cuadro 29A. Análisis de varianza para la variable índice de contenido de clorofila (unidades SPAD) en *Cucumis sativus* evaluados en la séptima semana. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	1019.105069	78.392698	5.33	<.0001
Error	130	1911.141528	14.701089		
Total	143	2930.246597			

C.V. 7.904774

Media: 48.50486

COSECHA 1

Cuadro 30A. Análisis de varianza para la variable peso (g) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	58825.0995	4525.0077	0.87	0.5915
Error	60	313565.1843	5226.0864		
Total	73	372390.2838			

C.V 22.69369

Media: 318.5541

Cuadro 31A. Análisis de varianza para la variable largo de fruto (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	35.3317423	2.7178263	0.53	0.8997
Error	60	310.2931225	5.17155220		
Total	73	345.6248649			

C.V: 10.31403

Media: 22.04865

Cuadro 32A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 1 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	106.330570	8.179275	0.54	0.8918
Error	60	913.395745	15.223262		
Total	73	1019.726315			

C.V: 8.117321

Media: 48.06635

Cuadro 33A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 2 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	216.027976	16.617537	1.10	0.3759
Error	60	905.513959	15.091899		
Total	73	1121.541935			

C.V: 8.153166

Media: 47.64811

Cuadro 34A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 3 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	409.722946	31.517150	1.55	0.1264
Error	60	1220.204856	20.336748		
Total	73	1629.927801			

C.V: 11.03251

Media: 40.87581

Cuadro 34A. Análisis de varianza para la variable firmeza del epicarpio (kg) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	65.0042805	5.0003293	6.62	<.0001
Error	60	45.3117100	0.7551952		
Total	73	110.3159905			

C.V. 15.68283

Media: 5.541216

Cuadro 35A. Análisis de varianza para la variable firmeza del mesocarpio (kg) en *cucumissativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	6.23168762	0.47936059	0.81	0.6492
Error	60	35.58510292	0.59308505		
Total	73	41.81679054			

C.V. 25.40631

Media: 3.031216

Cuadro 36A. Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales (°Brix) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	1.58552504	0.12196346	0.83	0.6309
Error	60	8.85406955	0.14756783		
Total	73	10.43959459			

C.V. 11.36616

Media: 3.379730

Cuadro 37A. Análisis de varianza para la variable espesor del mesocarpio (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la primera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	11.8209965	0.9093074	0.29	0.9916
Error	60	189.0763549	3.1512726		
Total	73	200.8973514			

C.V. 11.76333

Media: 15.09081

COSECHA 2

Cuadro 38A. Análisis de varianza para la variable de peso (g) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	318785.0664	24521.9282	3.29	0.0006
Error	69	514601.1746	7457.9880		
Total	82	833386.2410			

C.V. 35.89669

Media: 240.5783

Cuadro 39A. Análisis de varianza para la variable largo de fruto (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	341.3890243	26.2606942	2.77	0.0032
Error	69	653.7931443	9.47526330		
Total	82	995.1821687			

C.V. 14.89390

Media: 20.66747

Cuadro 40A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 1 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	761.413909	58.570301	2.04	0.0300
Error	69	1983.266388	28.742991		
Total	82	2744.680296			

C.V. 12.93689

Media: 41.44157

Cuadro 41A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 2 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	983.643718	75.664901	2.65	0.0046
Error	69	1967.541337	28.515092		
Total	82	2951.185055			

C.V. 12.61405

Media: 42.33337

Cuadro 42A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 3 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	533.444651	41.034204	1.93	0.0412
Error	69	1466.794415	21.257890		
Total	82	2000.239065			

C.V. 13.17785

Media: 34.98771

Cuadro 43A. Análisis de varianza para la variable firmeza del epicarpio (kg) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	12.35755509	0.95058116	1.81	0.0593
Error	69	36.31872443	0.52635833		
Total	82	48.67627952			

C.V. 15.56476

Media: 4.661205

Cuadro 44A. Análisis de varianza para la variable firmeza del mesocarpio (kg) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	5.13567274	0.39505175	2.77	0.0032
Error	69	9.85640678	0.14284648		
Total	82	14.99207952			

C.V. 11.69689

Media: 3.231205

Cuadro 45A. Análisis de varianza para la variable sólidos solubles totales (°Brix) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	2.67734454	0.20594958	1.76	0.0684
Error	69	8.08867955	0.11722724		
Total	82	10.76602410			

C.V. 10.52126

Media: 3.254217

Cuadro 46A. Análisis de varianza para la variable espesor del mesocarpio (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la segunda cosecha. UAAANUL.2017

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	103.6338165	7.9718320	2.12	0.0235
Error	69	259.5806100	3.7620378		
Total	82	363.2144265			

C.V. 13.69912

Media: 14.15855

COSECHA 3

Cuadro 47A. Análisis de varianza para la variable peso (g) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	40104.3923	3084.9533	0.39	0.9686
Error	57	454252.2556	7969.3378		
Total	70	494356.6479			

C.V. 51.88059

Media: 172.0704

Cuadro 48A. Análisis de varianza para la variable largo de fruto (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	111.423856	8.571066	0.54	0.8918
Error	57	910.579243	15.975074		
Total	70	1022.003099			

C.V. 23.63641

Media: 16.90986

Cuadro 49A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 1 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	166.346665	12.795897	0.21	0.9980
Error	57	3408.606102	59.8000107		
Total	70	3574.952766			

C.V. 23.66632

Media: 32.67535

Cuadro 50A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 2 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	393.533320	30.271794	0.84	0.6172
Error	57	2053.760373	36.030884		
Total	70	2447.293693			

C.V. 14.65029

Media: 40.97239

Cuadro 51A. Análisis de varianza para la variable diámetro de fruto 3 (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	663.479825	51.036910	1.62	0.1078
Error	57	1801.086141	31.598002		
Total	70	2464.565966			

C.V. 16.53037

Media: 34.00535

Cuadro 52A. Análisis de varianza para la variable firmeza del epicarpio (kg) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	4.66223207	0.35863324	0.88	0.5755
Error	57	23.17144680	0.40651661		
Total	70	27.83367887			

C.V. 13.60317

Media: 4.687042

Cuadro 53A. Análisis de varianza para la variable firmeza del mesocarpio (kg) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	4.20100304	0.32315408	0.75	0.7100
Error	57	24.66285611	0.43268169		
Erro puro	70	28.86385915			

C.V. 24.80891

Media: 2.651408

Cuadro 54A. Análisis de varianza para la variable solidos solubles totales (°Brix) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	14.78047129	1.13695933	1.21	0.2976
Error	56	52.66538585	0.94045332		
Erro puro	69	67.44585714			

C.V. 27.07773

Media: 3.581429

Cuadro 55A. Análisis de varianza para la variable espesor del mesocarpio (cm) en *Cucumis sativus* evaluados en la tercera cosecha. UAAANUL.2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	13	41.0739897	3.1595377	0.64	0.8139
Error	56	278.4084403	4.9715793		
Erro puro	69	319.4824300			

C.V. 16.81653

Media: 13.25900

Rendimiento

Cuadro 57A. Análisis de varianza para la variable rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) en *Cucumis sativus* evaluado en el ciclo del cultivo. UAAANUL. 2017.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.E.	F valor	Pr>F
Bloque	11	409.407989	37.218908	0.42	0.9420
Error	62	5502.660156	88.752583		
Erro puro	73	5912.068145			

C.V. 9.420859

Media: 40.13781