

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Determinación de la productividad de pepino (*Cucumis sativus* L.) con
vermicompost y biofertilizantes en invernadero.

POR:
NERI MARIN LÓPEZ TORRES

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL H. JURADO
EXAMINADOR COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

PRESIDENTE



ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

VOCAL



M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL



DR. ALFREDO OGAZ



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Determinación de la productividad de pepino (*Cucumis sativus* L.) con vermicompost y biofertilizantes en invernadero.

POR:
NERI MARIN LÓPEZ TORRES

TESIS

QUE SE SOMETE A LA CONSIDERACIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

APROBADA POR:

ASESOR PRINCIPAL


ING. JUAN MANUEL NAVA SANTOS

ASESOR


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR


DR. ALFREDO OGAZ


M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

AGRADECIMIENTO

Primeramente doy gracias a **Dios** por permitirme tener tan buena experiencia dentro de mi universidad.

A Mi **Alma Terra Mater** por darme la oportunidad de ser parte de él, por proporcionarme las herramientas necesarias para poder ejercer mi profesión de manera satisfactoria y por el gran conocimiento adquirido. Por haberme acobijado durante estos cuatro años y medio de mi carrera profesional. Gracias a cada uno de los maestro que hizo parte de este proceso integral de formación.

A Mis Padres

Por ser lo más hermoso que tengo en mi vida. Por el apoyo incondicionalmente que me dieron, los buenos consejos que me inculcaron cada día para ser de mí una buena persona. Por enseñarme a seguir siempre mis sueños sin darme por vencido. Gracias a ellos he logrado culminar exitosamente esta etapa de mi carrera.

A Mis Asesores

Al **Ing. Juan Manuel Nava Santos** por su gran apoyo y labor del experimento realizado, por compartir sus conocimientos, por haberme brindado su amistad y por ser uno de mis docentes.

A la **M.C. Francisca Sánchez Bernal** por su paciencia, por haberme apoyado para el desarrollo del trabajo realizado.

Al **M.E. Víctor Martínez Cueto** por ser un gran amigo, por haberme brindado su apoyo durante este lapso de tiempo. Inculcándome buenos conocimientos y consejos. Por haber sido uno de mis maestros y ser posible el experimento realizado.

Al **DR. Alfredo Ogaz** por haberme brindado su amistad y ser un gran amigo, por su paciencia y su apoyo para ser posible el experimento realizado.

Al **Ing. Baldemar Aguirre Ramírez** por su gran apoyo y amistad. Por darme la oportunidad de trabajar con él durante este lapso de tiempo y adquirir nuevos conocimientos y conocer nuevas cosas que me ayudaran en el desarrollo de mi profesión. Impulsándome a superarme cada día.

DEDICATORIA

A mi DIOS a la Virgen María

Quienes inspiraron mi espíritu para la conclusión de esta tesis por darme sabiduría y conocimiento, por acompañarme en los tiempos difíciles y darme fuerzas para seguir adelante, por guiarme en el buen camino.

Gracias Dios por siempre darme salud que es lo más importante. Por hacerme una persona más fuerte cada día y poder enfrentar todos los problemas u obstáculos en mi camino.

A Mis Padres

Sr. Julio López Jiménez y la Sra. Ma. Flor Torres Morales, por estar siempre a mi lado, tener siempre su apoyo incondicionalmente, por guiarme, apoyarme moral y económicamente para concluir una etapa más en mis estudios, porque ellos siempre estuvieron a mi lado dándome sus consejos e inculcándome valores para ser de mí una mejor persona, por tener siempre el amor de padres y su confianza. Gracias a mis padres que con sus esfuerzos y motivación que me brindaron he logrado concluir mi carrera.

A Mis Hermanos

Julio César López Torres, Erika Fabiola López Torres. Quienes ellos también estuvieron a mi lado brindándome sus confianzas en mi para poder concluir mi carrera apoyándome siempre y lo más importante el amor de hermanos y la motivación para poder a llegar a tener una profesión en la vida.

A Mi Familia

Mis tíos, mis abuelitos, primos, padrinos y amigos por el gran apoyo incondicionalmente hacia mi persona, A toda mi familia quienes estuvieron más cerca de mí y me brindaron sus mejores consejos. Quienes me impulsaron a seguir adelante. Que con mucho cariño también son parte de esta meta concluida.

Gracias a todos.

RESUMEN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas con mayor demanda en el mundo. En México es un cultivo importante por el consumo tanto en fresco como industrializado y recursos generados por su producción. El vermicompost es un abono orgánico que ha adquirido importancia como fuente de nutrimentos y componente del medio de desarrollo de los cultivos hortícolas. También la incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos ya que contiene macro y micro nutrimentos que requiere la planta. Esta investigación se desarrolló con el objetivo de evaluar la productividad del pepino (*Cucumis sativus* L.) con diferentes dosis de vermicompost y algas en invernadero. El experimento se realizó con un diseño completamente al azar. Se evaluaron 4 tratamientos con 10 repeticiones, Testigo (90% arena, 10% perlita con solución nutritiva Steiner), T₂ (80% vermicompost + algas), T₃ (60% vermicompost + algas) y T₄ (40% vermicompost + algas), la dosis utilizada de algas fue de 2.5 g l⁻¹ la cual se incorporó en dos etapas, antes de la floración y durante el amarre de frutos. De acuerdo a los resultados del análisis estadístico las variables que presentaron diferencia significativa entre tratamientos fueron, altura de planta, peso fresco total y peso seco total. Donde sobresale para altura de planta el T₁ (Steiner). En peso fresco total sobresale el T₂. En peso seco total sobresale el T₃. Para las variables Longitud de fruto (LF), Diámetro Ecuatorial (DE) y Grados Brix y peso de fruto no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo numéricamente sobresalió el T₂ con (80% de vermicompost + algas).

Palabras clave: Pepino, Vermicompost, Algas, Invernadero, Calidad.

INDICE

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
RESUMEN.....	iii
INDICE	iv
ÍNDICE DE CUADROS	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo:	3
1.2 Hipótesis:.....	3
I. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Antecedentes Del Cultivo De Pepino	4
2.2. Importancia	5
2.3. Origen Del Pepino.....	6
2.4. Superficie Y Producción.....	7
2.5. Clasificación Taxonómica Del Pepino	9
2.6. Clasificación Botánica Del Pepino	9
2.6.1. Raíz	10
2.6.2. Tallo	10
2.6.3. Hojas	11
2.6.4. Flores	12
2.6.5. Fruto	13
2.6.6. Semillas	13
2.7. Requerimientos Edafoclimatico	14
2.7.1. Temperatura	14
2.7.2. Humedad	15
2.7.3. Luminosidad.....	15
2.7.4. Suelo	16
2.7.5. Agua	16
2.8.1. Preparación Del Suelo	17
2.8.2. Época De Siembra	17
2.8.3. Riego	17
2.8.4. Estacado.....	17
2.8.5. Cosecha.....	18
2.9. Agricultura Orgánica.....	18
2.10. Vermicompost.....	19

2.11. Algas	22
II. MATERIALES Y MÉTODOS	24
3.1. Ubicación geográfica de Torreón Coahuila	24
3.2. Características climáticas	24
3.3. Localización del experimento	25
3.4. Descripción del invernadero	25
3.5. Material vegetal	25
3.6. Diseño experimental	26
3.7. Sustrato	26
3.8. Obtención de plántulas	27
3.9. Trasplante	27
3.10. Labores culturales	27
3.10.1. Tutorado	27
3.10.2. Control fitosanitario	27
3.10.3 Riego	28
3.11. Variables a evaluar	28
3.11.1. Calidad	28
3.11.2. Altura de planta	28
3.11.3. Longitud de fruto (LF)	28
3.11.4. Diámetro Ecuatorial (DE)	29
3.11.5. Grado Brix	29
3.11.6. Peso de fruto	29
3.11.7. Peso fresco total	29
3.11.8. Peso seco total	29
III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1. Altura de planta	30
4.2. Longitud de fruto (LF)	31
4.3. Diámetro Ecuatorial (DE)	31
4.4. Grado Brix (°Brix)	32
4.5. Peso de fruto	33
4.6. Peso fresco total	34
4.7. Peso seco total	35
IV. CONCLUSIONES	37
VI. BIBLIOGRAFÍAS	39

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rangos de temperatura crítica para el cultivo de pepino.....	14
Cuadro 2. Intervalo óptimo de humedad en el cultivo del pepino.....	15
Cuadro 3. Porcentaje de los sustratos a base de vermicompost, arena y perlita utilizados en la evaluación de la producción y calidad de pepino en invernadero. UAAAN U.L. 2017	26
Cuadro 4. Altura de planta (cm), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. UAAAN UL-2017	30
Cuadro 5. Calidad de fruta, Longitud de fruto (LF), Diámetro Ecuatorial (DE) y grados Brix, resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. UAAAN UL-2017	32
Cuadro 6. Peso de fruto (g), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. UAAAN UL-2017	33
Cuadro 7. Peso fresco de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. UAAAN UL-2017	34
CUADRO 8. Peso seco de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. UAAAN UL-2017	35

I. INTRODUCCIÓN

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. En México, es un cultivo importante por el consumo y producción, que contribuye en la generación de divisas y empleo. Los Estados de Sinaloa, Baja California, Michoacán y Morelos son los principales productores de esta hortaliza (Hernández *et al.* 2014).

El pepino es una planta herbácea, anual, rastrera o trepadora si se le facilita un entutorado apropiado mediante zarcillos sencillos que nacen en las axilas de las hojas, junto a los brotes en formación y que se enrollan en las mallas o hilos dispuestos para el entutorado. En estado adulto la planta de pepino puede alcanzar los 2 metros de altura aunque, a veces, las exigencias del cultivo determinan que la planta tenga menor tamaño (Reche, 2011).

Se ha demostrado que la adición del vermicompost a los suelos y sustratos de cultivo incrementa considerablemente el crecimiento y la productividad de una gran cantidad de cultivos hortícolas. A diferencia de los fertilizantes minerales, el vermicompost constituye una fuente de nutrientes de liberación lenta, que se van poniendo a disposición de la planta a medida que ésta los va necesitando (Domínguez *et al.* 2010).

El uso de las algas marinas como alimento humano y como fertilizante en agricultura data de muchos siglos atrás. Además de eso, las algas han sido explotadas desde hace ya más de un siglo como fuente de coloides que son usados exitosamente y con un amplio espectro de posibilidades como espesantes, gelificantes y estabilizantes en la industria alimentaria. Sin embargo, es desde hace aproximadamente 30 años que las algas marinas han sido reconocidas como fuentes potenciales de sustancias con propiedades farmacológicas (Freile, 2001).

El término “alga” se aplica a aquellos organismos autó-trofos cuya vida se desarrolla ligada al agua dulce o salada y que no desarrollan flores ni cuentan con sistema vascular desarrollado. La mayoría de las algas son capaces de elaborar sustancias orgánicas a partir del dióxido de carbono (CO₂) y sales inorgánicas disueltos en el agua, a través de un pigmento verde llamado clorofila, presente en sus células, que actúa transformando la energía luminosa en energía química a través de la fotosíntesis (Boraso *et al.* 2004).

Las algas constituyen el primer eslabón de la cadena trófica que más eficientemente aprovecha la energía radiante, la transforma y almacena en forma de energía molecular y la pone a disposición de los otros niveles tróficos de los ecosistemas marinos (Pérez *et al.* 1978).

1.1 Objetivo:

Determinar qué porcentaje del vermicompost más biofertilizante incrementa la calidad y rendimiento de pepino en invernadero.

1.2 Hipótesis:

El menor porcentaje de vermicompost con biofertilizante supera en rendimiento y calidad al testigo (Solución universal Steiner).

I. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1. Antecedentes Del Cultivo De Pepino

El sistema de producción de pepino en invernadero normalmente se practica en el norte de Europa y América, y México lo ha importado; consiste en usar variedades de hábito indeterminado sembradas en suelo mejorado o en sustratos hidropónicos a densidades de 1.5 a 2.5 plantas m⁻², que se dejan crecer hasta 3 m de altura, y después se despuntan para obtener uno o dos tallos que se siguen tutorando de manera horizontal o dirigidos hacia abajo (Gálvez, 2004). Se cosechan de 20 a 30 frutos por planta en un ciclo de 6 a 7 meses, con un rendimiento promedio que fluctúa de 150 a 300 t ha⁻¹ al año. (Ortiz, 2009).

La demanda de pepino de los estados unidos creció en un 16.5 % del año 2002 al 2007. De este volumen de importación 361.721 ton proceden de México, siendo el principal país exportador de pepino hacia los Estados Unidos. En el 2009 en México se sembraron alrededor de 14.600 ha de pepino con rendimiento de 30,0 t ha, como media de producción. En el estado de Sonora ese mismo año se programó una superficie de siembra de alrededor de 570 ha, ocupando el quinto lugar a nivel nacional. Con respecto a la Costa de Hermosillo, en el 2009 se sembraron alrededor de 220 ha con un rendimiento promedio de 18,2 t ha. (López *et al.* 2011).

2.2. Importancia

Marcano *et al.*, (2012), cita que uno de los cultivos hortícolas de gran importancia en la zona alta de Lara es el cultivo del pepino, ya que tiene un elevado índice de consumo, pues sirve de alimento tanto en fresco como industrializado. El cultivo de esta hortaliza tiene una estabilidad de la superficie, con un aumento de la producción y exportación.

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una hortaliza muy apreciada en nuestro país porque se puede sembrar durante gran parte del año y obtener cosechas en verano época en que otros vegetales frescos son menos abundantes debido al periodo lluvioso y a las altas temperaturas. Su cultivo puede realizarse en diferentes condiciones agrícolas, a pleno sol o bajo casas de cultivos y túneles protegidos con telas de cubierta (González *et al.* 2001).

En el ámbito mundial, el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.), es una de las hortalizas más importantes en la dieta del ser humano. Su elevado índice de consumo se debe gracias a sus grandes fuentes de minerales, proteínas y vitaminas. Su consumo puede ser como alimento fresco o industrializado. La superficie mundial para el año 2002 estuvo en 1'424.000 ha, esto es un 0.096 % con respecto al resto de cultivos. Para ese mismo año, su producción fue de 35'835.610 toneladas. (Velasco, 2005).

Moreno *et al.*, (2015), cita que en México, el cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) ocupa el segundo lugar en importancia entre las hortalizas exportadas (FAO, 2010). Uno de los aspectos de mayor importancia en la producción de hortalizas en invernadero es la nutrición que deben recibir durante el ciclo de cultivo (Widders y Lorenz, 1982), para obtener frutos de calidad, entendida ésta en términos de apariencia, textura, sabor, aroma, valor nutritivo, constituyentes químicos, propiedades funcionales y defectos.

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas con mayor demanda en el mundo. En México es un cultivo importante por el consumo y recursos generados por su producción. Los estados de Sinaloa, Baja California, Michoacán y Morelos destacan como principales productores de esta hortaliza. En el año agrícola 2009 en Sinaloa fueron sembradas 2 791.68 ha de pepino de las cuales se obtuvieron 166 896.71 toneladas que generaron \$344 078 740.0 por su comercialización. (Yáñez, 2012)

2.3. Origen Del Pepino

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, siendo cultivado en la india desde hace más de 3000 años. En el nuevo mundo fue introducido por Cristóbal Colón a mediados del siglo XVI. Los pepinos pueden clasificar en:

Pepino corto o pepino español: fruto pequeño, longitud máxima de 15 cm, de piel verde con rayas amarillas o blancas. Se utiliza para consumo en fresco o para encurtido, los frutos se cortando en estado inmaduro para su comercialización.

Pepino medio largo: Conocido también como tipo francés o tipo americano: presentan una longitud media de 20-25 cm, las variedades que se venden en el mercado actual pueden ser monoicas y ginoicas, dentro de estas últimas se diferencian las variedades monoicas en frutos, donde estos presentan espículas y piel lisa, también conocidos como minipepinos, los cuales son similares al tipo Almería.

Pepino tipo Holandés: Estas variedades tienen frutos que superan los 25 cm, son ginoicas, de frutos totalmente partenocarpicos (sin semilla) y de piel lisa. El tamaño de la mayoría de las hojas de estas plantas es más grandes (Castellanos, 2004)

2.4. Superficie Y Producción

La superficie total cultivada de pepino se mantiene constante entre las 7.000 y 8.000 ha, destacando las provincias de Almería con 4.120 ha y Granada 1.617 ha. Con mayor superficie cultivada. El pepino es una planta con escasa presencia en secano, pero sí al aire libre y regadío, aunque apenas supera las 1.000 ha, siendo Cádiz, Murcia, Córdoba y Toledo, con superficie superior a las 50 ha, las más representativas (media quinquenio 04/08). En cuanto a cultivo protegido, es Almería la provincia donde más se cultiva, cerca del 55 % de la superficie total cultivada y el 63,5 % de la superficie nacional protegida. (Reche, 2011).

En el 2009 se estimó una superficie de invernadero en México de alrededor de 10,000 ha, de las cuales el 60% son de plástico, el 34% son casa sombra y un 6% son invernaderos de vidrio, el 72% de la superficie nacional de invernadero se dirige a la producción de tomate e, seguido por el pepino y el chile bell. La producción de pepino europeo en invernaderos comerciales en el noroeste de México ha sido un éxito, al obtenerse rendimientos de 14,0 a 16,0 kg m⁻² durante el invierno con una duración del ciclo de solamente 108 días (Grijalva *et al.* 2011).

La demanda de pepino en los Estados Unidos de Norteamérica ha tenido un crecimiento sin precedentes en los últimos años. La importación creció de 394.107 toneladas en 2002 a 459.242 toneladas en 2007 es decir, un incremento del 16,5% en solo cinco años (FAOSTAT, 2010). De este volumen de importación 361.721 toneladas proceden de México, siendo el principal país exportador de pepino hacia los Estados Unidos.

En el 2009 en México se sembraron alrededor de 14.600 ha de pepino con rendimiento de 30,0 t ha⁻¹ como media de producción. En el estado de Sonora ese mismo año se programó una superficie de siembra de alrededor de 570 ha, ocupando el quinto lugar a nivel nacional. Con respecto a la Costa de Hermosillo, en el 2009 se sembraron alrededor de 220 ha con un rendimiento promedio de 18,2 t ha (López, 2011).

2.5. Clasificación Taxonómica Del Pepino

Según Maroto (1983), Rodríguez (1986) y Valadez (1990) La descripción taxonómica del pepino es:

Reino: Vegetal

Subreino: Embryophyta

División: Magnoliophyta (Angiosperma)

Clase: Magnoliopsida (Dicotiledóneas)

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitaceae

Género: *Cucumis*

Especie: *Cucumis sativus* L.

2.6. Clasificación Botánica Del Pepino

Según Reche, (2011), la clasificación botánica es:

El pepino pertenece a la familia Cucurbitaceae y su nombre científico es (*Cucumis sativus* L.). Es una planta herbácea, anual y rastrera cubierta de pelos erizados, de raíces fasciculadas y desarrollo bastante superficial, encontrándose la mayor concentración de raíces entre los 25 y 30 cm la planta puede alcanzar los 2 metros de altura.

2.6.1. Raíz

El pepino posee un sistema radical muy potente y extenso con una raíz principal pivotante que alcanza los 60 cm de profundidad, hasta más de 1 metro en cultivos sueltos y profundos. De dicha raíz se ramifican numerosas raíces secundarias muy finas que se extienden superficialmente en cultivos enarenados donde el agua y fertilizantes están muy próximos, en una franja de tierra de unos 40-50 cm de profundidad. La raíz de pepino es de rápido crecimiento.

El mayor porcentaje de raíces se encuentra entre los 30 y 40 cm de profundidad por debajo de la arena en suelos enarenados y sobre todo en la franja intermedia entre la materia orgánica y la arena y en la primera capa de tierra, y de 20-25 cm de profundidad en terrenos sin arena.

2.6.2. Tallo

Los tallos del pepino son anuales y herbáceos. Poseen crecimiento indeterminado, muy ramificado, de color verde, de sección cuadrangular o cilíndrica en plantas jóvenes y en los tallos cercanos a los brotes terminales, endurecido y recubierto de débiles formaciones pelosas cuya vellosidad, tanto en los tallos principales como en los secundarios, son ásperos al tacto. Dicha vellosidad está formada por pequeños pelos punzantes que hace desagradable el tacto.

También es rastrero si se le deja crecer libremente, o trepador si se le facilita el tutor correspondiente aprovechando los zarcillos sencillos que nacen en los nudos del tallo opuestos a las hojas. Estos zarcillos pueden alcanzar longitudes de entre 15 y 25 cm, con gran facilidad de liarse en las cintas utilizadas para el entutorado o de cualquier otro material que encuentren a su paso. En el tallo principal se insertan las hojas de cuyas axilas brotarán las ramificaciones secundarias, las flores y los zarcillos opuestos a las hojas. La longitud de los entrenudos en plantas adultas suele estar alrededor de los 10 cm.

2.6.3. Hojas

Las hojas son pecioladas, con pecíolo largo y hendido, grandes, palminervias, acorazonadas, opuestas a los zarcillos, simples, alternas, de limbo lobulado, divididas en 3-4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre el central más puntiagudo, dependiendo de la variedad, y que a veces no se aprecian notablemente. Bordes suavemente dentados, recubiertas de una vellosoidad fina, de tacto áspero sobre todo en hojas viejas y con nervios muy pronunciados por el envés.

Las variedades tipo “Holandés” poseen hojas muy grandes, cercanas a los 40 cm de longitud, mientras que las variedades de frutos más pequeños miden entre 15 y 20 cm de diámetro y pecíolos de 10 a 18 cm de longitud.

Las hojas de pepino se desarrollan en cada nudo del tallo junto a los zarcillos, son de color verde claro cuando son jóvenes y de tonos algo más oscuros y más quebradizos las más bajas de la planta. Al principio del ciclo de la planta, aproximadamente a los 15 a 20 días de la germinación se aprecian las dos primeras hojas verdaderas. Las hojas verdaderas, a partir de la 3ª y 4ª hoja crecen rápido.

2.6.4. Flores

En las axilas de las hojas nacen flores gamopétalas, masculinas y femeninas, flores unisexuales en plantas monoicas. Estas, una vez polinizadas, darán origen al fruto, diferenciándose fácilmente unas de otras porque las femeninas poseen un ovario ínfero que se aprecia notablemente por un diminuto pepino cubierto de vellosidad y que se desarrolla antes de la floración.

Las flores del pepino son de color amarillo oro intenso, de corto pedúnculo, solitarias las femeninas y agrupadas las masculinas, a veces en parejas y también hasta tres flores por nudo.

La corola es el segundo verticilo del periantio con antófilos o pétalos, gamopétala, simetría actinomorfa o regular, ovario fusiforme adherente al cáliz y éste solidario a la corola de 5 pétalos, de 3-4 cm de diámetro.

El cáliz de la flor de pepino es el verticilo más externo, sus antófilos o sépalos son de color verde, delgado, separado y puntiagudo. Por tener sólo un plano de simetría es zigomorfo o irregular, caedizo cuando se marchita la flor. Las flores masculinas poseen pedúnculos muy delgados, los estambres

unidos por sus anteras, todos ellos integrados en la base de la corola sin apreciarse visiblemente.

En las plantas monoicas las flores masculinas pueden observarse a partir de los 10-15 días de la plantación, solitarias o en grupos de 2 o 3 flores en las ramificaciones principales o de primer orden.

Las altas temperaturas y días largos favorece el desarrollo de las flores masculinas, mientras que los días cortos y temperaturas no muy altas de otoño incide en favorecer la aparición de flores femeninas.

2.6.5. Fruto

Es un pepónide procedente de un ovario ínfero, de forma más o menos cilíndrica y alargada, de sección circular, de peso y tamaño variable, de color verde claro al principio para luego tomar color verde más oscuro y amarillento en su madurez fisiológica, su piel puede ser lisa, con o sin estrías, con espinas o sin ellas y de piel rugosa y muy fina.

2.6.6. Semillas

Las semillas de pepino son algo más pequeñas que las del melón, ovales, inmaduras, aplastadas, lisas y de color amarillento blanquecino, terminadas en un extremo más agudo.

Un gramo contiene unas 30-45 semillas, dependiendo del tipo de pepino y de la variedad, menor de 10 mm de largas y 0,3-0,5 cm de ancho. Su facultad germinativa dura aproximadamente 4-5 años, aunque para la siembra es preferible semillas que no hayan rebasado los 2-3 años.

2.7. Requerimientos Edafoclimatico

2.7.1. Temperatura

Según Zamudio *et al.* (2014) menciona que el pepino requiere altas temperaturas para su cultivo y una humedad no muy elevada, pues de lo contrario su desarrollo es anormal, no madurando bien los frutos y perdiendo calidad en aquellas zonas húmedas y con poca insolación. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Rangos de temperatura critica para el cultivo de pepino

Temperatura mínima de germinación	12° C
Temperatura máxima de germinación	35° C
Temperatura optima de germinación	30° C
Temperatura optima día	20-25° C
Temperatura optima noche	18-22° C
Temperatura optima de desarrollo	19-21° C
Temperatura optima de floración	16-35° C
Temperatura mínima de maduración del fruto¹⁰	16-19° C
Temperatura mínima biológica	10-12° C
Temperatura de detención de la vegetación en suelo	12° C
Temperatura mínima letal	-1° C

Fuente: Zamudio *et al.* (2014)

2.7.2. Humedad

El intervalo óptimo de humedad relativa puede situarse en 50-90% dependiendo de la temperatura. En la siguiente tabla se presentan las humedades relativas óptimas en las distintas fases de desarrollo. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Intervalo óptimo de humedad en el cultivo del pepino

Humedades relativas óptimas en las distintas fases de desarrollo	
Humedad relativa al inicio del desarrollo	65-90 %
Humedad relativa en floración	50-80%
Humedad relativa en fructificación	50-65%
Humedad relativa optima a 25 °C	50-80%
Humedad relativa optima a 32 °C	90%

Fuente: Zamudio *et al.* (2014)

2.7.3. Luminosidad

El pepino es una planta exigente en luminosidad que pese a todo crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (con menos de 12 horas de luz), aunque también soporta elevadas intensidades luminosas y a mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción.

2.7.4. Suelo

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

2.7.5. Agua

Las plantaciones de pepino necesitan bastante agua, sobre todo en los períodos de crecimiento y durante el engorde de los frutos. Estas necesidades, estarán en consonancia con el clima de la zona y con la insolación, encontrándonos que las necesidades de agua varían mucho según el ciclo de cultivo elegido.

La falta de agua en el cultivo provoca menores rendimientos tanto en cantidad como en calidad. Se trata de una especie con resistencia media a la salinidad, tanto del agua de riego (1.25-1.75 dS/m) como de la salinidad del suelo (CE de 2.25-2.75 dS/m). Un incremento en una unidad en la CE del suelo, puede suponer una reducción del 12-14% de la producción.

2.8. Manejo Del Cultivo

2.8.1. Preparación Del Suelo

El terreno debe ser preparado pasando subsolador, arado, rastra y surcadora para elaborar las camas o camellones; luego se aplica la fertilización básica para el posterior pase de rotavator. (Villavicencio y Vásquez, 2008).

2.8.2 Época De Siembra

Según Martínez, (2012), El pepino puede cultivarse todo el año si se cuenta con riego pero no se recomienda su cultivo en épocas muy lluviosas. El pepino se siembra en lomillos o montículos o directamente en el suelo. La distancia entre surcos varía entre 1,2 y 1,5 m y la distancia entre plantas es de 20 cm.

La siembra se realiza en hoyos de 2 a 3 cm de profundidad en los que se colocan de tres a cuatro semillas por golpe, se ralea después y se deja sólo una o dos plantas por golpe.

2.8.3 Riego

Las dosis se determinan de acuerdo a las condiciones climáticas, estando entre los 200 mm a 300 mm de riego durante el ciclo, esto es; 65 o 75 días después de la siembra. (Villavicencio y Vásquez, 2008).

2.8.4. Estacado

La estacada es recomendable porque permite mayor sanidad en del cultivo y mejor calidad de los frutos. Tiene como desventajas el mayor costo de las estacas y la cuerda de polipropileno para los amarres. (Durán, 2009).

2.8.5. Cosecha

La cosecha se realiza manualmente. El fruto debe estar en estado óptimo de desarrollo en general debe estar tierno y el mejor índice de ello es la semilla tierna. La época de cosecha fluctúa entre los 65 y 75 días a partir de la siembra. Dura de 2 a 3 semanas. Se hacen de uno a dos cortes por semana. Los rendimientos alcanzan las 60t/ha. (Corozo, 2014).

2.9. Agricultura Orgánica

La agricultura orgánica, biológica o ecológica es un sistema de producción basado en la utilización óptima de los recursos naturales y alternativas sustentable para atenuar dichos problemas; sin emplear productos de síntesis química. El objetivos es en la obtención de alimentos más saludables (libres de agroquímicos) y la protección del medio ambiente a través del uso de técnicas no contaminantes (Gómez *et al.* 2005).

Durante muchos años los abonos orgánicos fueron la única fuente utilizada para mejorar y fertilizar los suelos, primeros en sus formas más simples como residuos de cosechas, excretas de diferentes animales y después en formas más elaboradas, estiércol y cachaza curada, compost, humus de lombriz y otros (Álvarez *et al.* 2010).

Estudios realizados en invernadero con sustratos orgánicos, señalan que una alternativa es elaborar un sustrato a base de compost y medios inertes como arena. Éstos antecedentes permiten suponer que el desarrollo de las especies vegetales en invernadero se puede satisfacer con el empleo de sustratos de origen orgánico, como el vermicompost, y el estiércol solarizado, reduciéndose el empleo de fertilizantes sintéticos.

La Vermicompost se genera como resultado de las transformaciones bioquímicas y microbiológicas de los residuos orgánicos, provocadas en el intestino de las lombrices. contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácidos húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad lo que facilita la aireación, drenaje y los medios de crecimiento (Galindo *et al.* 2014).

2.10. Vermicompost

En los últimos años ha crecido el interés por utilizar las lombrices de tierra (*Eisenia foetida sav.*). Durante el proceso de alimentación, las lombrices consumen los residuos, aceleran la descomposición de la materia orgánica, modifican las propiedades físicas y químicas de los residuos consumidos, produciendo el compostaje, a través del cual la materia orgánica inestable es oxidada y estabilizada. La acción de las lombrices en el proceso de compostaje es de tipo físico/mecánico y bioquímico (Moreno *et al.* 2005).

El lombrihumus utilizado como sustrato permite satisfacer la demanda nutritiva de los cultivos hortícolas en invernadero y reduce significativamente el uso de fertilizantes sintéticos. El lixiviado de lombrihumus puede utilizarse como abono, debido a que contiene nutrimentos solubles y microorganismos benéficos. Esta solución puede ser aplicada a través de sistemas de riego presurizado, por lo que su uso puede adaptarse en sistemas de producción orgánica de cultivos bajo condiciones de invernadero (Milpa *et al.* 2012).

Como sustrato permite satisfacer la demanda nutritiva, Además, la vermicompost contiene sustancias activas que actúan como reguladores de crecimiento, elevan la capacidad de intercambio catiónico (CIC), tiene alto contenido de ácido húmicos, y aumenta la capacidad de retención de humedad y la porosidad, lo que facilita la aireación, drenaje del suelo y los medios de crecimiento (Hashemimajd *et al.* 2004 y Rodríguez *et al.* 2008).

La vermicompost ha cobrado importancia en los últimos años debido a que es una alternativa de fertilización a los cultivos orgánicos, además resulta una alternativa viable para el reciclaje de residuos orgánicos de naturaleza animal, domestica e incluso para lodos de aguas negras. Esta alternativa resulta conveniente para los agricultores, el costo de este abono es significativamente menor en comparación con los fertilizantes convencionales y abre nuevas oportunidades para el desarrollo y comercio de productos (Ancona *et al.* 2006).

El vermicompost está demostrando ser “fertilizante orgánico” altamente nutritivo y “promotor de crecimiento”. El vermicompost es rico en N-P-K (Nitrógeno 2-3 %, Potasio 1,85-2,25 % y Fósforo 1,55-2-25 %), micronutrientes, microbios beneficios para el suelo y también contienen “Hormonas de crecimiento de plantas y enzimas”. Está probando científicamente como “promotor del crecimiento milagroso y también protector de la planta” de plagas y enfermedades (Am, Euras *et al.* 2009).

Algunos trabajos recientes muestran que los efectos del vermicompost pueden variar dependiendo de la especie vegetal considerada e incluso de la variedad (Zaller 2007), así como del material de partida, proceso de producción del vermicompost, tiempo de almacenamiento, y tipo de sustrato al que se vaya a incorporar (Rodda *et al.* 2006, Roberts *et al.* 2007). Además Lores *et al.* (2006) demostraron que en función de la especie de lombriz empleada y del residuo de partida, las comunidades microbianas originadas tras el vermicompostaje eran diferentes, lo que podría implicar distintas capacidades para estimular el crecimiento de las plantas.

Este tipo de abono orgánico, cobran importancia al considerar que México ocupa el lugar 16 respecto a la superficie de cultivos orgánicos, el tercero con respecto al número de productores y es el país con mayor diversidad de cultivos producidos orgánicamente, con alrededor de 81 cultivos (Gómez *et al.* 2010).

Experimentalmente se ha probado dosis de 0.5 a 4 ton. Ha de vermicomposta como fuente de fertilización en tomate y los resultados muestran que dosis mayor de 4 ton. Ha el número y tamaño de fruto por planta se incrementó, además los frutos tuvieron características deseables para el mercado nacional e internacional (Roblero *et al.* 2014).

En otros estudio, en pepino, se observó, que el número de hojas por planta, altura de planta, área foliar, contenido de clorofila y rendimiento fue significativamente mayor cuando la fertilización se complementó con vermicomposta y que estos mismos parámetros iban en incremento cuando el aporte de vermicomposta de 10 a 30 ton. ha. (Azarmi *et al.* 2009).

Una alternativa para satisfacer la demanda nutritiva de las especies vegetales, en invernadero, es el empleo del vermicompost como sustrato de crecimiento (Manjarrez-Martínez *et al.*, 1999), ya que éste, por sus características físicas, químicas y biológicas, puede reducir, significativamente, el uso de los fertilizantes (Atiyeh *et al.*, 2000).

Según Bravo-Varas (1996), el vermicompost es un abono orgánico de alta calidad, que lo hace prácticamente insuperable, y puede incrementar hasta en 300% el rendimiento de diversas especies vegetales.

2.11. Algas

Las algas del género *Sargassum* C. Agardh forman grandes mantos en aguas tropicales y subtropicales alrededor del mundo, crecen en playas con sustrato rocoso, piedras y cantos rodados. En México, se les encuentra en forma muy abundante en todas sus costas; particularmente en la costa oeste del Golfo de California se han estimado 183 000 toneladas (peso húmedo) cosechables (Casas *et al.* 2006).

La incorporación de algas al suelo incrementa las cosechas y favorece la calidad de los frutos básicamente porque se administra a los cultivos no sólo todos los macro y micro nutrientes que requiere la planta, sino también 27 sustancias naturales cuyos efectos son similares a los reguladores de crecimiento. (Canales, 1999).

Las algas contiene un gran espectro de agentes quelatantes: proteínas hidrolizadas, aminoácidos, ácidos orgánicos, carbohidratos y hormonas vegetales como auxinas, citoquininas y giberelinas, proveyendo a las plantas un excelente suplemento alimenticio. Estimula el potencial genético e incrementa el rendimiento y calidad de los cultivos; su contenido de enzimas y giberelinas estimulan el crecimiento y división celular de las plantas. (Murillo, 2011).

Existen muchos otros países, como es el caso de México, que por su situación geográfica también cuentan con una abundante diversidad y biomasa algal; sin embargo, su uso se ha circunscrito principalmente como materia prima para la obtención de ficocoloides, los cuales se emplean en las industrias textil, química y alimentarias. (Carrillo, 2002).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica de Torreón Coahuila

Torreón Coahuila (Comarca Lagunera), ubicada en el centro-norte de México, Comarca Lagunera se debe su nombre a los cuerpos de agua anteriormente existentes.

Torreón está situada en la parte suroeste del estado de Coahuila y noroeste del estado de Durango. Comprendida entre los meridianos 101° 41' y 105° 15' de longitud oeste del meridiano de Greenwich y los paralelos 24° 59' y 26° 53' longitud norte. Colinda al norte con el estado de chihuahua y los municipios de sierra mojada y cuatro Ciénegas Coahuila, al sur del estado de Zacatecas (Domínguez 1998).

3.2. Características climáticas

El clima de la comarca lagunera, según la clasificación de Koppen, es árido o muy seco (estepario-desértico); es cálido tanto en primavera como en verano, con invierno fresco, de tal forma que la temperatura media anual observada a través de 41 años (1941-1982), oscila entre 19.4 y 20.6 °C, con un valor promedio de las temperaturas máximas y mínimas de 19.1 y 12.1 °C respectivamente, en lo que cabe a la precipitación pluvial, en la región lagunera es escasa, encontrándose la atmosfera desprovisto de humedad (Domínguez 1988).

3.3. Localización del experimento

La presente investigación se llevó en el año 2017 en el ciclo primavera verano, en el periodo de marzo a junio del presente año. Se realizó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (U.A.A.N.- U.L), ubicada en periférico y carretera a Santa Fe s/n, Torreón, Coahuila. Se desarrolló en el invernadero número 1 que pertenece al departamento de Horticultura.

3.4. Descripción del invernadero

El invernadero es de forma semicircular con estructura de acero galvanizado, cubierta con un plástico transparente y una maya sombra del 50 %, piso con grava para evitar encharcamiento, cuenta con dos extractores, pared húmeda, para automatismo de esto cuenta con un termostato para disminuir la temperatura en épocas de temperaturas altas, tiene una longitud de 23 m y de ancho 9.40 m con una superficie de 216.2 m².

3.5. Material vegetal

La variedad de pepino evaluado fue el Poinsett 76, la cual es de tipo monoica y es una planta de crecimiento indeterminado. El tamaño de la fruta es de 16 a 19 cm de longitud de color verde oscuro, de espina blanca, resistente a mancha angular de la hoja, antracnosis, roña y los mildius, resistente a enfermedades más comunes.

3.6. Diseño experimental

Para este experimento se utilizó un diseño completamente al azar, con 4 tratamientos y 10 repeticiones cada uno, resultando un total de 40 unidades experimentales.

3.7. Sustrato

Los sustratos evaluados consistieron en vermicompost mezclado con arena y perlita con diferentes porcentajes. Las unidades experimentales fueron 40 macetas de polietileno de 19 lts. Los sustratos evaluados se describen en el siguiente (cuadro 3).

Cuadro 3. Porcentaje de los sustratos a base de vermicompost, arena y perlita utilizados en la evaluación de la producción y calidad de pepino en invernadero. **UAAAN U.L. 2017.**

Tratamientos	% Vermicompost + algas	% Arena	% Perlita
T₁ (Testigo) STEINER	0%	90%	10%
T₂	80%	10%	10%
T₃	60%	30%	10%
T₄	40%	50%	10%

3.8. Obtención de plántulas

Para la obtención de plántulas de pepino (*Cucumis sativus* L.), de la variedad poinsett 76 se realizó la siembra en charolas de 200 cavidades el día 25 de marzo de 2017, se utilizó como material inerte el peat mosst premier promix PGX, totalmente humedecida con agua y se colocó las semillas en la charola.

3.9. Trasplante

El trasplante se realizó a los 30 días después de la siembra, cuando las plántulas tenían 2 o 3 hojas verdaderas, colocando una plántula por maceta (bolsas de polietileno de 19 L).

3.10. Labores culturales

3.10.1. Tutorado

Todas las plantas fueron tutoradas en la fecha 18 mayo del 2017, sostenidas con hilo de rafia polipropileno, sujeto a un alambre transversal de guía. El pepino se trabajó con crecimiento indeterminado. Lo anterior permitió mantener la planta erguida y evitar que las guías, hojas y frutos estén en contacto con el suelo.

3.10.2. Control fitosanitario

Se realizó en forma manual eliminando todo tipo de hospederos que pudiera albergar a plagas y enfermedades, se eliminaron hojas dañadas y viejas que pudieran ser una amenaza para la planta.

Durante el desarrollo del cultivo, hubo presencia de Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) se utilizó control químico a base de Malation se aplicó 5

veces durante el desarrollo del cultivo, custer una vez en la fecha 06-06-17. También se le aplico Danapyr con una dosis de 1ml/l.

3.10.3 Riego

El riego se realizó de manera manual aplicando dos riegos al día en la mañana y en la tarde 1^L por planta. También en los sustratos se incorporó algas marinas en forma de riego con diferentes dosis en los diferentes tratamientos. Se le aplico cuando salieron las primeras flores, la segunda se aplicó durante el amarre de fruto. Así cubrir únicamente las necesidades hídricas de la planta de igual forma el testigo pues se le aplico Steiner de la misma cantidad 1L por planta.

3.11. Variables a evaluar

3.11.1. Calidad

Altura de planta, peso de fruto, longitud de fruto, diámetro ecuatorial, grados Brix, peso fresco total y seco total de tallo, hojas y raíz.

3.11.2. Altura de planta

Se midió a partir de la superficie del sustrato donde empieza el tallo, hasta el punto de ápice cada 8 días después del trasplante. Para esta variable se utilizó una cinta métrica.

3.11.3. Longitud de fruto (LF)

Se midió longitud del fruto con una regla de 30 cm, los datos se presentó en (cm).

3.11.4. Diámetro Ecuatorial (DE)

Se utilizó un vernier y se midió diámetro ecuatorial del fruto, los datos se presentó en milímetros (ml).

3.11.5. Grado Brix

Para esta variable se utilizó un refractómetro y se colocó una gota (líquido) de fruto en el cristal del instrumento y se procedió la lectura.

3.11.6. Peso de fruto

Los frutos se cosecharon antes de alcanzar su madurez fisiológica, se evaluó el peso. Para esta variable se utilizó una balanza de precisión, los datos se presentan en g.

3.11.7. Peso fresco total

Se realizó muestreo destructivo en plena fructificación y se determinó el peso fresco de la hojas, tallo y raíz: Para esta variable se utilizó una balanza de precisión, colocando por separado cada una de las partes de la planta sobre esta y se tomó la lectura.

3.11.8. Peso seco total

Para esta variable se puso a secar dentro del invernadero y se determinó el peso seco de la hoja, tallo, raíz. Se utilizó una balanza de precisión, colocando por separado cada una de las partes de la planta sobre esta y se tomó la lectura.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

Para la variable altura de planta el análisis estadístico mostró diferencia significativa entre tratamientos desde los 40 días después del trasplante (ddt) y hasta los 48.

El tratamiento que presentó mayor altura fue el T₁ (Steiner) con 176.9 cm, seguido del T₃ (60% vermicompost + algas) con 170.0 cm y el T₂ (80% vermicompost + algas) con 165.4 cm, los cuales son estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento que presentó menor altura fue el T₄ (40% vermicompost + algas) con 157.0 cm, (Cuadro 4).

Cuadro 4. Altura de planta (cm), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. **UAAAN UL-2017.**

TRATAMIENTO	ddt 8	ddt 16	ddt 24	ddt 32	ddt 40	ddt 48
T ₁ (STEINER)	8.1 a	15.4 a	39.1 a	77.2 a	121.6 a	176.9 a*
T ₂ (80% VERMICOMPOST + ALGAS)	6.9 a	13.6 a	34.7 a	69.3 a	110.9 a	165.4 a
T ₃ (60% VERMICOMPOST + ALGAS)	6.6 a	14.9 a	37.6 a	74.3 a	90.0 b	170.0 a
T ₄ (40% VERMICOMPOST + ALGAS)	7.3 a	14.7 a	36.3 a	69.9 a	82.5 b	157.0 b

*Letra diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos Tukey (P= 0.05).

La altura de planta obtenida en el presente experimento resultó similar al resultado reportado por Galindo *et al.*, (2014), en el cultivo de pepino, los resultados indicaron respuesta significativa en altura de planta, la mayor altura se obtuvo con el Testigo (Steiner) y de los tratamientos

orgánicos sobresale el de arena y vermicompost (80:20). En el presente trabajo también se obtuvo la mayor altura de planta con el Testigo Steiner, el cual fue estadísticamente igual a los tratamientos T₃ y T₂ con 60% y 80 % de vermicompost + algas, respectivamente.

El vermicompost tiene gran potencial para el desarrollo de diversas especies vegetales. De hecho, el empleo del vermicompost ha provocado efectos significativos sobre diversas hortalizas y especies ornamentales (Moreno *et al.*, 2005).

4.2. Longitud de fruto (LF)

Para esta variable (DP) el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El promedio general para esta variable fue de 19.6 cm. Sin embargo se observa que numéricamente el T₂ (80% vermicompost + algas) obtuvo el mayor valor con 20.4 cm, (Cuadro 5).

4.3. Diámetro Ecuatorial (DE)

Para esta variable (DE) el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El promedio general para esta variable fue de 4.6 cm. Sin embargo se observa que numéricamente el T₂ (80% vermicompost + algas) obtuvo el mayor valor con 4.8 cm, (Cuadro 5).

4.4. Grado Brix (°Brix)

Para esta variable Grado Brix el análisis estadístico no mostró diferencia significativa entre los tratamientos.

El promedio general para esta variable fue de 3.9 °Brix. Sin embargo se observa que numéricamente el T₂ (80% vermicompost + alga) obtuvo el mayor valor con 4.1 °Brix, (Cuadro 5).

Cuadro 5. Variables de calidad de fruto, Longitud de fruto (LF), Diámetro Ecuatorial (DE) y Grado Brix, resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. **UAAAN UL-2017.**

TRATAMIENTO	LF (cm)	DE (cm)	GRADO BRIX
T ₁ (STEINER)	19.3 a	4.5 a	3.9 a
T ₂ (80% VERMICOMPOST + ALGAS)	20.4 a	4.8 a	4.1 a
T ₃ (60% VERMICOMPOST + ALGAS)	19.7 a	4.7 a	3.9 a
T ₄ (40% VERMICOMPOST + ALGAS)	19.0 a	4.4 a	4.0 a

Tratamiento con letra son estadísticamente iguales Tukey (P= 0.05).

De acuerdo al resultado obtenido en el presente trabajo coinciden con los reportados por Galindo *et al.*, (2014) al utilizar dosis de vermicompost y arena (20:80 %) en cultivo de pepino, para las variables de Longitud de fruto, diámetro ecuatorial, grado brix, con valores promedio de 19.3 cm (LF), 4.9 cm (DE) y 2.5 °Brix, Mientras que en el presente trabajo en el resultado obtenido al experimento en (LF) alcanzo un promedio de 19.6 cm y (DE): 4.6 cm. Así mismo en Grado Brix alcanza un promedio de 3.9 °Brix. Lo cual indica que son similares al autor citado.

Los dosis de vermicompost y la incorporación de algas utilizadas en el presente experimento como componente de sustrato y biofertilizante, dieron como resultado una longitud promedio de fruto de 19.6 cm la cual está dentro de los estándares de calidad en la categoría Fancy para pepino americano, señalando que los frutos no deben pasar de los 6.0 cm de diámetro y no menor de 15 cm de longitud (USDA, 1997).

4.5. Peso de fruto

Para la variable del peso de fruto, el análisis estadístico no mostro diferencia significativa entre los tratamientos.

El promedio general de peso de fruto fue de 285.2 g. Sin embargo, se puede observar que numéricamente sobresalió el tratamiento T₂ (80% vermicompost + algas) con 304.6 g. (cuadro 6).

Cuadro 6. Peso de fruto (g), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. **UAAAN UL-2017.**

TRATAMIENTO	PESO DE FRUTO (g)
T ₁ (STEINER)	283.6 a
T ₂ (80% VERMICOMPOST + ALGAS)	304.6 a
T ₃ (60% VERMICOMPOST + ALGAS)	285.4 a
T ₄ (40% VERMICOMPOST + ALGAS)	267.2 a

Tukey (P= 0.05).

Para la variable peso de fruto no se encontró diferencia significativa entre tratamientos en el presente trabajo, este resultado es similar a la respuesta encontrada por Galindo *et al.*, (2014) al utilizar dosis de 20 % de vermicompost donde obtuvo un peso promedio de 285 g.

4.6. Peso fresco total

Para la variable de peso fresco total (g), el análisis estadístico presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que presentó mayor peso fresco total es el T₂ (80% vermicompost + algas) con 83.1 g, seguido del T₃ (60% vermicompost + algas) con 78.8 g y el T₁ (Steiner) con 77.2 g, los cuales son estadísticamente iguales. Mientras que el menor peso fresco total lo obtuvo el T₄ (40% vermicompost + algas) con 66.6 g. (cuadro 7).

Cuadro 7. Peso fresco total de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. **UAAAN UL-2017.**

TRATAMIENTO	HOJA (g)	RAIZ (g)	TALLO (g)	TOTAL (g)
T ₁ (STEINER)	136.8 a*	27.6 b	67.2 a	77.2 a
T ₂ (80% VERMICOMPOST + ALGAS)	144.4 a	37.6 a	67.6 a	83.1 a
T ₃ (60% VERMICOMPOST + ALGAS)	131.6 a	36.8 a	68.0 a	78.8 a
T ₄ (40% VERMICOMPOST + ALGAS)	110.0 b	32.8 a	57.2 a	66.6 b

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos. Tukey (P= 0.05).

Los resultados obtenidos en el presente experimento son diferentes a lo reportado por Galindo *et al.*, (2014) al evaluar materia fresca en el cultivo de pepino utilizando dosis de vermicompost + arena (20:80 %); estiércol solarizado + arena (20:80%); vermicompost + estiércol solarizado + arena (10:10:80%) y un tratamiento testigo (solución Steiner), los tratamiento con mayor rendimiento es la solución Steiner con 9.87 kg m⁻² y de los orgánicos sobresale vermicompost (80:20) con 8.45 kg m⁻². Mientras que en el

presente trabajo el Testigo Steiner y los T₂ y T₃ son estadísticamente iguales, como puede observarse en el cuadro 7.

Lo anterior puede deberse a que el vermicompost está constituido por macro y micronutrientes que provocan efectos similares en el crecimiento y calidad de los cultivos como los fertilizantes inorgánicos aplicados al suelo (Singh *et al.*, 2008).

4.7. Peso seco total

Para la variable del peso seco total (g) el análisis estadístico presentó diferencia significativa entre los tratamientos.

El tratamiento que presentó mayor peso seco total es el T₃ (60% vermicompost + algas) con 23.0 g, seguido del T₂ (80% vermicompost + algas) con 20.9 g y el T₄ (40% vermicompost + algas) con 20.4 g, los cuales son estadísticamente iguales. Mientras que el menor peso seco total lo obtuvo el T₁ (Steiner) con 18.0 g. (Cuadro 8).

CUADRO 8. Peso seco total de tallo, hoja y raíz (g), resultado de la evaluación de pepino con diferentes porcentajes de vermicompost + algas producido en invernadero. **UAAAN UL-2017.**

TRATAMIENTO	HOJA (g)	RAIZ (g)	TALLO (g)	TOTAL (g)
T ₁ (STEINER)	44.6 a	4.8 b	4.8 b	18.0 b*
T ₂ (80% VERMICOMPOST + ALGAS)	44.6 a	6.8 b	11.4 a	20.9 a
T ₃ (60% VERMICOMPOST + ALGAS)	47.0 a	10.0 a	12.0 a	23.0 a
T ₄ (40% VERMICOMPOST + ALGAS)	42.4 a	7.6 a	11.2 a	20.4 a

*Letras diferentes entre columnas indican diferencia estadística significativa entre tratamientos. Tukey (P= 0.05).

Los resultados obtenidos en el presente experimentos son diferentes a lo reportado por Díaz Méndez., (2013) en cultivo de pepino al evaluar dosis de vermicompost/arena a 25/75, 30/70, 35/65, 40/60 y 45/55, donde el mayor vigor de las plantas representado por materia seca fue en los sustratos de (25:75) seguido por la relación (30:70). Mientras que en el presente trabajo los tratamientos que sobresalieron fueron el T₃ (60% de vermicompost + algas) con 23.0 g; el T₂ () con 20.9 g y T₄ () con 20.4 g los cuales fueron estadísticamente iguales entre si y estadísticamente diferentes al Testigo Steiner que obtuvo 18.0 g de peso seco total.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados del análisis estadístico las variables que presentaron diferencia significativa entre tratamientos fueron, altura de planta, peso fresco total y peso seco total. Donde sobresale para altura de planta el T₁ (Steiner) con 176.9 cm, seguido del T₃ (60% vermicompost + algas) con 170.0 cm y el T₂ (80% vermicompost + algas) con 165.4 cm, los cuales son estadísticamente iguales, mientras que el tratamiento que presentó menor altura fue el T₄ (40% vermicompost + algas) con 157.0 cm,

En peso fresco total sobresale el T₂ (80% vermicompost + algas) con 83.1 g, seguido del T₃ (60% vermicompost + algas) con 78.8 g y el T₁ (Steiner) con 77.2 g, los cuales son estadísticamente iguales. Mientras que el menor peso fresco total lo obtuvo el T₄ (40% vermicompost + algas) con 66.6 g.

En peso seco total sobresale el T₃ (60% vermicompost + algas) con 23.0 g, seguido del T₂ (80% vermicompost + algas) con 20.9 g y el T₄ (40% vermicompost + algas) con 20.4 g, los cuales son estadísticamente iguales. Mientras que el menor peso seco total lo obtuvo el T₁ (Steiner) con 18.0 g.

Para las variables Longitud de fruto (LF), Diámetro Ecuatorial (DE) y Grados Brix y peso de fruto no se presentó diferencia significativa entre tratamientos, sin embargo numéricamente sobresalió el T₂ con (80% de vermicompost + algas).

La utilización del sustrato de vermicompost mas algas como medio de crecimiento permite reducir la fertilización tradicional sin afectar significativamente el rendimiento del cultivo en invernadero.

VI. BIBLIOGRAFÍAS.

Álvarez, R., A. Campo, C. A., Batista, R. E., Morales, M. A. 2010. Influencia del Humus por vía Foliar en el desarrollo vegetal del cultivo del Pepino (*Cucumis sativus* L). En la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) "El Jardín", Municipio Holguín. Cuba Ciencias Holguín, vol. XVI, núm. 2, pp. 1-10

Am-Euras. J. Agric. Y Environ. Sci. 2009. Earthworms vermicpost: a powerful crop nutrient over the conventional compost y protective soil conditioner against the destructive chemical fertilizantes for food safety and security. Sci 5(S): Pp. 01-55.

Ancona, M. L., Pech, M. V., Flores, N. A. 2006. Perfil del mercado de la vermicomposta como abono para jardín en la ciudad de Mérida, Yucatán, México, Revista Mexicana de agronegocios. Vol. 19(1). Pp. 1- 15.

Atiyeh, R. M., N. Arancon, C. A. Edwards, and J. D. Metzger. 2000. Influence of earthworm-processed pig manure on the growth and yield of greenhouse tomatoes. Bioresour. Technol. 75: 175-180.

Bravo-Varas, A. 1996. Técnicas y aplicaciones del cultivo de la lombriz roja Californiana (*Eisenia foetida*). Facultad de Humanidades, Universidad Yacambu.

Canales, L. B. 1999. ENZIMAS-ALGAS: POSIBILIDADES DE SU USO PARA ESTIMULAR LA PRODUCCION AGRICOLA Y MEJORAR LOS SUELOS. TERRA VOLUMEN 17 NUMERO 3.

Carrillo, D. S., Casas V. M., Ramos R. F., Pérez-Gil F., Sánchez R. I. 2002. Algas marinas de Baja California Sur, México: Valor nutrimental. Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán", México D.F., Laboratorio de Macroalgas, Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas, México. ALAN v.52 n.4 Caracas

Casas, V. M., Hernández, C. H., Marín, Á. A., Águila, R. R. N., Hernández, G. C. J., Sánchez, R. I. y Carrillo, D. S. 2006. El alga marina *Sargassum* (Sargassaceae): una alternativa tropical para la alimentación de ganado caprino. Rev. biol. trop vol.54 n.1

Castellanos, J. Z. 2004. Manual de producción hortícola en invernadero. Instituto para la Innovación Tecnológica en la Agricultura (INTAGRI).P. 469

Corozo, S. 2014. Fertilización química en la producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en Esmeraldas. Universidad Técnica Estatal De Quevedo Quevedo. Ecuador. P. 74.

- Domínguez, J., Lazcano, C. & Gómez, B. M. 2010. INFLUENCIA DEL VERMICOMPOST EN EL CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS. APORTES PARA LA ELABORACIÓN DE UN CONCEPTO OBJETIVO. Acta Zool. Mèx vol.26 spe 2 Xalapa.
- Durán, F; 2009. Cultivos rentables de clima cálido. Primera edición. Grupo Latino. Colombia. Pág. 99 –108 (pepino). Quito. Ecuador.
- Freile, P. Y. 2001. Algas en la “botica”. Avance y Perspectiva vol. 20 Boraso, A. L., Rico, A. E., Perales, S., Laura Pérez, L., Zalazar, H. 2004. ALGAS MARINAS DE LA PATAGONIA. Departamento de Geografía, Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco (UNPSJB) – CONICE. Buenos Aires.
- Galindo, P.F.V., Fortiz, H. M., Preciado, R.P., Trejo, V. R., Segura, C.M. A., Orozco V. J. A. 2014. Caracterización físico-químico de sustratos orgánicos para producción de pepino (*Cocumis sativus* L.) bajo sistema protegido. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Vol. 5(7). Pp.1219- 1232.
- Gómez, C. M. A., Schwentesius, R. R., Ortigoza, R. J., Gómez, T. L. 2010. Situación y desafíos del sector orgánico de México. Revista Mexicana de ciencias Agrícolas. Vol. 1(4). Pp. 575-586.

- González, N., Zayas, M. A., Cruz, B., Avilés, R. 2001. *CUCUMIS SATIVUS* L., NUEVA PLANTA HOSPEDERA DE VARIAS ESPECIES DEL ORDEN THYSANOPTERA, EN CUBA. Bol. San. Veg. Plagas, vol. 27: Pág.: 117- 119.
- Grijalva, C. R. L., Macías, D. R., Grijalva, D. S. A. y Robles, C. F. 2011. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA FECHA DE SIEMBRA EN LA PRODUCTIVIDAD Y CALIDAD DE HÍBRIDOS DE PEPINO EUROPEO BAJO CONDICIONES DE INVERNADERO EN EL NOROESTE DE SONORA. Revista de Ciencias Biológicas y de la Salud. Volumen XIII, Número 1: pag. 29-36.
- 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, G. Z., Sahagún, C. J., Espinosa, R. P., Colinas, L. M. T y Rodríguez, P. J. E. 2014. EFECTO DEL PATRÓN EN EL RENDIMIENTO Y TAMAÑO DE FRUTO EN PEPINO INJERTADO. Rev. Fitotec. Mèx. Vol. 37 (1): Pág. 41–47
- López, E. J., Rodríguez, J. C., Huez, L. M. A., Garza, O. S., Jiménez, L. J., Leyva, E. E. I. 2011. Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. Idesia vol.29 no.2 Arica. pp. 21-27 (Chile). Vol. 29, (2): Pág. 21-27

- Lores, M., M. Gómez–Brandón, D. Pérez–Díaz & J. Domínguez. 2006. Using FAME profiles for the characterization of animal wastes and vermicomposts. *Soil Biology and Biochemistry*. 38: 2993-2996.
- Maathuis, F. J-M. 2009. Physiological functions of mineral macronutrients. *Curr Opin Plant Biol*. Vol. 12. Pp. 250-258.
- Manjarrez-Martínez, M. J., R. Ferrera-Cerrato y M. C. González-Chávez. 1999. Efecto de la vermicomposta y la micorriza arbuscular en el desarrollo y tasa fotosintética de chile serrano. *Terra* 17: 9-15.
- Marcano, C., Acevedo, I., Contreras, J., Jiménez, O., Escalona, A. y Pérez, P. 2012. Crecimiento y desarrollo del cultivo pepino (*Cucumis sativus* L.) en la zona hortícola de Humocaró bajo, estado Lara, Venezuela. en la zona hortícola de Humocaró bajo, estado Lara, Venezuela. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* Vol.3 Núm.8. pp. 1629-1636
- Maroto, B. J. V. 1983. *Horticultura herbácea especial*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 702 p.
- Martínez, F. J. C. 2012. PROPAGACIÓN Y TÉCNICAS DE CULTIVO DEL PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS*). CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS (CINVESTAV) DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL, CAMPUS GUANAJUATO.

- Milpa, M. S., González, C. A., Grenón, C. G. N., Vázquez, G. L. M. 2012. Cultivo en maceta de Iris xiphium L. (Iris de Holanda) con diferentes concentraciones de humus de lombriz y sus lixiviados. Rev. Fac. Cienc. Agrar., Univ. Nac. Cuyo vol.44 no.2
- Moreno, R. A., Valdés, P. M. T. y Zarate, L. T. 2005. Desarrollo de tomate en sustratos de vermicompost/arena bajo condiciones de invernadero. Agric. Téc. (Chile). v.65 (1). 26-34
- Moreno, V. D., Hernández, H. B. N., Barrios, D. J. M., Ibáñez, M. A., Cruz, R. W. y Berdeja, A. R. 2015. Calidad poscosecha de frutos de pepino cultivados con diferente solución nutritiva. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm.3. p. 637-643.
- Murillo, S. E. C. 2011. Respuesta agronómica del maíz híbrido 's – 810' en presencia de dosis y épocas de aplicación de un promotor de crecimiento a base de un extracto de algas marinas. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO. Babahoyo - Los Ríos – Ecuador.
- Ndegwa, P. M.; Thompson, S. A. and Dass, K. C. 2000. Effects of stocking density and feeding rate on vermicomposting of biosolids. Biores. Technol. 71:5-12.

- Ortiz, C. J., Sánchez, C. F., Mendoza, C. M. C. y Torres, G. A. 2009. CARACTERÍSTICAS DESEABLES DE PLANTAS DE PEPINO CRECIDAS EN INVERNADERO E HIDROPONÍA EN ALTAS DENSIDADES DE POBLACIÓN. Rev. Fitotec. Mèx. Vol. 32 (4): Pág. 289 – 294.
- Peil, R. M. y Gálvez, J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. Agrociencia 1:5-11.
- Pérez, B. J., Caraballo, A y Millán, J. 1978. HARINAS DE ALGAS MARINAS, *Ulva fasciata*, FOLLAJE DE YUCA, *Manihot sculenta* Y ALFALFA EN DIETAS PARA AVES. Agronomía Tropical. 28(3): Pág. 275-282.
- Reche, M. J. 2011. CULTIVO DEL PEPINO EN INVERNADERO. © Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaría General Técnica Madrid. Pág. 19
- Roberts, P., D. L. Jones & G. Edwards-Jones. 2007. Yield and vitamin C content of tomatoes grown in vermicomposted wastes. Journal of the Science of Food and Agriculture. 87: 1957–1963.
- Roblero, R. H. R., Nava, P.E., Valenzuela, Q. W., Camacho, B. J. R., Rodríguez- Quiroz, G. 2014. Evaluación de cinco dosis de vermicomposta en el cultivo de tomate (*Solanum Lycopersicum*) en Sinaloa, México. Revista Mexicana de ciencias Agrícolas, (8) 1495-1500.

- Rodda, M R. C., L. P. Canellas, A. R. Façanha, D. B. Zandonadi, J. G. M. Guerra, D. L. de Almeida & G. A. de Santos. 2006. Improving lettuce seedling root growth and ATP hydrolysis with humates from Vermicompost. II- Effect of Vermicompost source. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. 30: 657–664.
- Rodríguez, C. E. 1986. El cultivo del Pepino (*Cucumis sativus*, L.) bajo el sistema de grava con subirrigación. Chapingo, México. 86 p.
- Valadéz, L. A. 1990. Producción de Hortalizas. LIMUSA. México, D.F. 298 p.
- Villavicencio, A. Vásquez, W. 2008. Guía Técnica de Cultivos. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. MANUAL No. 73. Fichas 1 y 2
- Yáñez, J. M. G., León, R. J.F., Godoy, A. T. P., Gastélum, L. R., López, M. M., Cruz, O. J. E. y Cervantes, D. L. 2012. Alternativas para el control de la cenicilla (*Oidium* sp.) en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* Vol.3 Núm.2. p. 259-270.
- Zaller, J. G. 2007. Vermicompost as a substitute for peat in potting media: Effects on germination, biomass allocation, yields and fruit quality of three tomato varieties. *Scientia Horticulturae*. 112: 191–199.
- Zamudio, G. B., FELIX, R. A. 2014. PRODUCCIÓN DE PEPINO BAJO INVERNADERO EN VALLES ALTOS DEL ESTADO DE MÉXICO. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS.