

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

UNIDAD LAGUNA

DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS



Evaluación de la calidad y producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

POR

BRENDA DEL ROCIO NAVA JOACHIN

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la calidad y producción de pepino (*Cucumis sativus*
L.) con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

POR
BRENDA DEL ROCIO NAVA JOACHIN

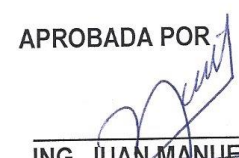
TESIS

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

VOCA:



M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

VOCAL:

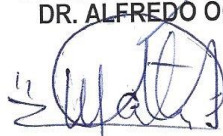


M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

VOCAL



DR. ALFREDO OGAZ



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



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
UNIDAD LAGUNA
DIVISIÓN DE CARRERAS AGRONÓMICAS

Evaluación de la calidad y producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero.

POR
BRENDA DEL ROCIO NAVA JOACHIN

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.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO

ASESOR:

M.C. FRANCISCA SÁNCHEZ BERNAL

ASESOR:

DR. ALFREDO OGAS

M.E. VÍCTOR MARTÍNEZ CUETO
COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE CARRERA AGRONÓMICA



TORREÓN, COAHUILA

DICIEMBRE DE 2017

AGRADECIMIENTO

Primeramente a **Dios todo poderoso y a la virgen de Guadalupe** por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

A mis padres FORTUNATO NAVA ESCOBAR Y ODILIA JOACHIN PASTRANA por apoyarme en todo momento, por los valores que me ha inculcado, y por haberme dado la oportunidad de tener excelente educación en el transcurso de mi vida.

A mi "**ALMA TERRA MATER**" la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro Unidad Laguna** por brindarme la oportunidad de poder superarme y por todos los momentos vividos durante mi estancia dentro de sus instalaciones.

A mis asesores, Ing., Juan Manuel Nava Santos, M.C. Francisca Sánchez Bernal, M.E. Víctor Martínez Cueto y al Dr. Alfredo Ogaz. Por la confianza, apoyo y dedicación de tiempo de haber compartido conmigo sus conocimientos y sobre todo su amistad.

A Maditto por ser una persona especial y el apoyo incondicional que me ha brindado.

A mis amigos (Elvia, Ángeles, Yaqui, Magda, Carlos, Toñita, Zaida, Karen Daniela, Nery) y compañeros por su amistad que me brindaron y por todos los momentos felices que pasamos.

DEDICATORIA

Primeramente a Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

A mis padres FORTUNATO NAVA ESCOBAR Y ODILIA JOACHIN PASTRANA por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

A mis hermanos por ser parte importante de mi vida y representan la unidad familiar, a Ángel, Naty, por ser un ejemplo de desarrollo profesional a seguir Fortunato, Dania, y Bexani por llenar mi vida de alegrías y amor cuando más lo he necesitado.

A mi segunda familia M.C. Isabel Tepetitlan, Prof. Gustavo Gallardo por el apoyo brindado, a sus hijos Prof. Alicia, Prof. Vilma y Salvador por cariño de hermanos que me han demostrado.

Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	i
DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE CUADRO	viii
ÍNDICE DE APÉNDICE	x
RESUMEN.....	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Objetivo	3
1.2. Hipótesis	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1. Origen e importancia	4
2.2. Clasificación taxonómica	5
2.3. Valor nutritivo	5
2.4. Descripción botánica	6
2.4.1. Sistema radicular	6
2.4.2. Tallo	6
2.4.3. Hoja	6
2.4.4. Flor	7
2.4.5. Fruto.....	7

2.4.6. Semillas.....	7
2.5. Requerimientos del cultivo	8
2.5.1. Temperatura	8
2.5.2. Humedad	8
2.5.3. Luminosidad.....	8
2.5.4. Riego	9
2.5.5. Suelo y pH.....	9
2.5.6. Fertilización	9
2.5.7. Poda.....	10
2.5.8. Tutorado del cultivo	10
2.5.9. Polinizacion	10
2.5.10. Cosecha.....	11
2.6. Calidad de fruto de pepino.....	11
2.7. Producción del cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero.	11
2.8. Principales plagas del cultivo de pepino	12
2.8.1. Pulgón (<i>Myzus persicae</i>) y mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>).....	12
2.8.2. Minadores (<i>Liriomyza Spp</i>).	12
2.8.3. Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>).	13
2.9. Principales enfermedades del pepino.....	13
2.9.1. Virus mosaico del pepino (<i>Pepino mosaic virus PepMV</i>).....	13
2.9.2. Mildiu lanoso (<i>Pseudoperonospora cubensis</i>).....	14
2.10. Uso de fertilizantes inorgánicos en cultivos agrícolas	14

2.11. Solución nutritiva	15
2.11.1. Concentración iónica total	15
2.11.2. Relación mutua entre aniones.....	17
2.11.3. Relación mutua entre cationes	18
2.11.4. El pH de la solución nutritiva.....	20
2.11.5. Soluciones nutritivas aplicadas al suelo	21
III. MATERIALES Y METODOS	25
3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera	25
3.2. Características del invernadero	25
3.3. Diseño experimental	26
3.4. Material vegetativo	26
3.5. Siembra en charolas	26
3.6. Llenado de macetas	27
3.7. Transplante	27
3.8. Elaboración de solución nutritiva	27
3.9. Manejo del cultivo	29
3.9.1. Tutorado	29
3.9.2. Poda	29
3.9.3. Polinización	29
3.9.4. Control de plagas y enfermedades	30
3.9.5. Riego.....	30
3.9.6. Cosecha	30

3.10. Variables evaluadas.....	31
3.10.1. Altura de planta.	31
3.10.2. Peso del fruto	31
3.10.3. Largo del fruto	31
3.10.4. Diámetro ecuatorial del fruto	31
3.10.5. Sólidos solubles (° Brix):	31
3.10.6. Peso fresco y Peso seco.....	32
3.11. Análisis estadísticos	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	33
4.1. Altura de planta	33
4.2. Peso de fruto.....	34
4.3. Largo de fruto	35
4.4. Diámetro de fruto.....	36
4.5. Sólidos solubles totales (°Brix)	38
4.6. Peso fresco de hoja, raíz y tallo (g)	39
4.6.1. Peso fresco de hoja	39
4.6.2. Peso fresco de raíz	40
4.6.3. Peso fresco de Tallo	40
4.7. Peso seco de (hoja, raíz y tallo).....	41
4.7.1. Peso seco de Hoja	41
4.7.2. Peso seco de raíz	41
4.7.3. Peso seco de tallo	42

4.8. Rendimiento	43
V. CONCLUSIÓN	45
VI. LITERATURA CITADA	46
VII. APENDICE	55

ÍNDICE DE CUADRO

Cuadro 1. Taxonomía del pepino	5
Cuadro 2. Valor nutricional del pepino en 100 g de sustancia comestible.	6
Cuadro 3. Fertilización en el cultivo de pepino Cucumis sativus L.	9
Cuadro 4. Porcentajes mínimos y máximos que pueden presentar los aniones y cationes con respecto al total en las soluciones nutritivas, sin que estén en los límites fisiológicos o de precipitación	19
Cuadro 5. Formula original de solución nutritiva Steiner	27
Cuadro 6. Análisis del agua empleada en la evaluación de producción de pepino con porcentaje de solución nutritiva Steiner en invernadero ciclo primavera-verano. UAAAN-U.L. 2017	28
Cuadro 7. Fertilizantes utilizados para la preparación de Solución nutritiva Steiner en el cultivo de pepino en invernadero en ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2017.....	29
Cuadro 8. Productos utilizados para el control de plagas en la evaluación de la producción de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2017.	30
Cuadro 9. Altura de planta (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017	33
Cuadro 10. Peso de fruto (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017	34

Cuadro 11. Largo de fruto (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	36
Cuadro 12. Diámetro de fruto (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	37
Cuadro 13. Sólidos solubles (°Brix) de fruto de pepino con porcentaje de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL.....	38
Cuadro 14. Peso fresco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	39
Cuadro 15. Peso seco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	43
Cuadro 16. Rendimiento (kg/m²) de pepino resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017	43

ÍNDICE DE APÉNDICE

Cuadro A1. Cuadrados medios de significancia peso del fruto de pepino (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	58
Cuadro A2. Cuadrados medios de significancia largo del fruto de pepino (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	58
Cuadro A3. Cuadrados medios de significancia diámetro del fruto de pepino (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	59
Cuadro A4. Cuadrados medios de significancia sólidos solubles (°brix) del fruto de pepino (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	59
Cuadro A5. Cuadrados medios de significancia de rendimiento total de fruto de pepino (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.....	60

RESUMEN

El pepino es una hortaliza de alto impacto económico por ser producto de exportación. México es el tercer exportador mundial de esta hortaliza ya que los aspectos de mayor importancia en la producción es la nutrición para obtener frutos de calidad. Este trabajo de investigación se desarrolló con el objetivo de determinar qué porcentaje de la solución nutritiva Steiner conserva la calidad y rendimiento de pepino en invernadero. Los tratamientos evaluados fueron distribuidos en un diseño completamente al azar: 1) T₁ (testigo) solución nutritiva Steiner 100%, 2) T₂ solución nutritiva Steiner 40%, 3) T₃ solución nutritiva Steiner 60%, 4) T₄ solución nutritiva Steiner 80%, las variables que se evaluaron fueron: 1) altura de planta, 2) peso fresco y seco (raíz, tallo y hoja), y 3) calidad de fruto (peso, largo, diámetro ecuatorial y sólidos solubles) y rendimiento.

Los resultados del análisis de varianza mostraron diferencia significativa para el rendimiento total de frutos entre los tratamientos, sobresaliendo el T₄ (solución nutritiva Steiner al 80%) y T₁ testigo (solución nutritiva Steiner al 100%) que fueron estadísticamente iguales con 9.50 kg/m² y 11.52 kg/m², respectivamente. La media general de rendimiento entre los tratamientos fue 9.50 kg/m². La solución nutritiva Steiner al 80% puede ser una opción viable para la fertilización de producción de pepino disminuyendo costo de producción, conservando la calidad y rendimiento igual que la solución nutritiva Steiner al 100%.

Palabras claves: solución nutritiva, rendimiento, invernadero, pepino, calidad.

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 con buenas prácticas de manejo que permiten optimizar su producción bajo invernadero (Espinoza *et al.*, 2014).

A nivel mundial se tiene una producción de 65 millones de toneladas de pepino, cultivados sobre 2,109,624 hectáreas: China ocupa la primera posición con 48 millones de toneladas, cultivando esta hortaliza sobre un total de 1,150,000 hectáreas, el segundo lugar está ocupado por Turquía con 1,741,878 toneladas, sobre una superficie de 63,000 hectáreas y apareciendo Irán en tercera posición con 1,600,000 toneladas sobre una superficie de 70,000 hectáreas y México ocupa el octavo lugar en producción de pepino con 640,508 toneladas cultivadas en una superficie de 15,307 hectáreas (AMHPAC, 2014).

Actualmente, México es el tercer exportador mundial de esta hortaliza con una participación en las exportaciones mundiales del 13.9% y el principal proveedor en el mercado americano, dirigiéndose primeramente a E.U.A., con una participación de las exportaciones de México del 99.9% y siendo E.U.A., el mayor importador en el mundo con una cantidad de 585,575 toneladas en el 2010 (Jaime *et al.*, 2012).

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 (Martínez *et al.*, 2003), para obtener frutos de calidad han sido formuladas numerosas soluciones nutritivas (Smith *et al.*, 1983).

Steiner (1961,1984) elaboró una solución nutritiva universal, que se distingue por sus relaciones mutuas entre aniones y cationes, expresadas en por ciento del

total de mM L⁻¹; de 60:5:35 para aniones y 35:45:20 para cationes. Se puede establecer cualquier relación de iones y cualquier concentración total de sales, siempre que no supere los límites de precipitación para ciertas combinaciones de iones.

Así, la selección de la concentración de una solución nutritiva debe ser tal que el agua y los iones totales sean absorbidos por la planta en la misma proporción en la cual están presentes en la solución (Steiner, 1968).

Por lo anterior, existe un gran número de soluciones nutritivas para distintos cultivos Gómez *et al.*, (2003) reportan que la calidad de frutos de pepino está asociada con el incremento de nitrógeno y de las diferencias en la absorción de minerales, particularmente del nitrógeno, potasio, magnesio y calcio (Chaverria *et al.*, 2005).

1.1.Objetivo

Determinar qué porcentaje de la solución nutritiva Steiner conserva la calidad y rendimiento de pepino en invernadero.

1.2.Hipótesis

El porcentaje medio de la solución nutritiva Steiner iguala en calidad y rendimiento al mayor porcentaje.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen e importancia

El pepino se considera originario de la India, siendo domesticado en Asia, posteriormente fue introducido por los romanos en otras partes de Europa donde también 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 (López *et al.*, 2011). Después Cristóbal Colón llevó las semillas a América y el primer híbrido apareció en 1872 (Gálvez, 2004). Los tipos más comunes de pepino son el americano, el europeo, el del este medio, el holandés y el pepino oriental (López *et al.*, 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 y prácticas de manejo que permiten optimizar su producción bajo invernadero (Espinoza *et al.*, 2014).

Según datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) México 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 t 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 t ha⁻¹, ocupando el octavo lugar en superficie y primero en rendimiento a nivel nacional (SIAP, 2017).

En la Región Lagunera de Coahuila y Durango, se cultivan 300 hectáreas en invernadero, siendo en su mayoría tomate, pepino y pimiento marrón, 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 (la prensa 2009).

2.2. Clasificación taxonómica

A continuación se describe la clasificación taxonómica del pepino *Cucumis sativos* L. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Taxonomía del pepino

Clasificación taxonómica

Reino	Plantae:
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitaceae
Subfamilia:	Cucurbitoideae
Tribu:	Melothrieae
Subtribu:	Cucumerinae
Género:	Cucumis
Especie:	<i>Sativus</i>

Fuente López, (2008).

2.3. Valor nutritivo

Las propiedades nutritivas del pepino tienen especial importancia su alto contenido en ácido ascórbico y pequeñas cantidades del complejo vitamínico B. En cuanto a minerales es rico en calcio, cloro, potasio y hierro. Las semillas son ricas en aceites vegetales (Ladrón *et al.*, 2004).

Cuadro 2. Valor nutricional del pepino en 100 g de sustancia comestible.

Valor nutricional del pepino en 100 g de sustancia comestible	
Agua (g)	95.70
Carbohidratos (g)	3.20
Proteínas (g)	0.6-1.4
Lípidos (g)	0.1-0.6
Ácido ascórbico (mg)	11.00
Ácido pantoténico (mg)	0.250
Valor energético (Kcal)	10-18

Fuente: Torres, (2007).

2.4.Descripción botánica

La planta de pepino presenta las siguientes características:

2.4.1.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), abundante y larga, alcanza hasta 1.2 m de longitud, se ramifica principalmente en los primeros 25 a 30 cm (Ojedas, 2011).

2.4.2.Tallo

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 *et al.*, 2014).

2.4.3.Hoja

Las hojas son simples acorazonadas alternas pero opuestas a los zarcillos, simple, son ásperos y poseen de 3-4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre el central más puntiagudo dependiendo de la variedad y que a veces no se aprecian

normalmente (Reche 2011), los peciolos de las hojas son largos y mide de 5 a 15 cm de longitud (Gálvez 2004).

2.4.4. Flor

Las plantas de pepino contienen flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se considera monoica, de polinización cruzada; algunas variedades presentan flores hermafroditas, al inicio se presentan solo flores masculinas en parte baja de la planta, en igual proporción las masculinas y femeninas en la parte superior predominan las femeninas, ambas se sitúan en las axilas de las guías secundarias, la producción del cultivo dependerá en gran medida de la cantidad de flores femeninas que tenga, pues estas mismas se convertirán en frutos (López, 2003).

2.4.5. Fruto

Presenta frutos carnosos dependiendo de la variedad, que se mira 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 la madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquesino con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto (Gálvez, 2004).

2.4.6. Semillas

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 partenocarpia (INIFAP, 2014).

2.5.Requerimientos del cultivo

El pepino por ser una especie de origen tropical, exige temperaturas elevadas y una humedad relativa, es una hortaliza de primavera-verano, aunque en la actualidad se puede comprar durante todo el año gracias a los cultivos de invernadero (SIAP, 2012).

2.5.1.Temperatura

Reyes (2012) destaca que las semillas para su germinación requieren de una temperatura óptima de 20 a 25 °C durante el día mientras que para la noche de 18 a 22 °C, la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de las plantas oscila 18 a 30 °C, temperaturas menores de 14 °C cesa el crecimiento.

2.5.2.Humedad

Es una planta con elevados requerimiento de humedad, debido a su gran superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante de la noche del 70-90%, sin embargo, el exceso de humedad durante el día puede reducir la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis y para las humedades superiores al 90% y con atmosfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta puede originar enfermedades fúngicas (Caldari, 2007).

2.5.3.Luminosidad

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

2.5.4.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).

2.5.5.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).

2.5.6.Fertilización

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

Cuadro 3. Fertilización en el cultivo de pepino *Cucumis sativus* L.

Parte de la planta	Rendimiento (ton-ha ⁻¹)	Nkg/ha	Pkg/ha	Kkg/ha	Cakg/ha	Mgkg/ha
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

Fuente:(Sasilimas, *et al.*, 2012).

2.5.7.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).

2.5.8.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).

2.5.9.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 primeras 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).

2.5.10.Cosecha

Ariza y Sanchez (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.

2.6.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 amarillamiento que son 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).

2.7.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.

Por ejemplo la cubierta predominante en la agricultura protegida en México, con 47% es la de plástico, 50% de malla sombra, vidrio 2% y 1% de otro tipo de material, el tomate ocupa el 70% del volumen producido en invernadero, el pepino 10%, el pimiento 5% y otros cultivos concentran un 15% (López *et al.*,2011).

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 t ha⁻¹ como media de producción (López *et al.*, 2015).

2.8.Principales plagas del cultivo de pepino

2.8.1. Pulgón (*Myzus persicae*) y mosquita blanca (*Bemisia tabaci*).

Los adultos y ninfas se alimentan de la sabia de las hojas provocando clorosis y deformación del follaje, además son vectores de varias enfermedades virales en el cultivo (López, 2003).

2.8.2. Minadores (*Liriomyza Spp*).

Existen varias especies de minadores, entre ellos: *Liriomyzatrifolii*, L. *bryonidiae*, L. *strigatay* 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 todo (especialmente los piretroides y carbamatos) (Arias 2007).

2.8.3. 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, a ser posible con anterioridad a la llegada de los primeros adultos de trips invasores (Salvador 2015).

2.9. Principales enfermedades del pepino

2.9.1. 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).

2.9.2. Mildiu lanoso (*Pseudoperonospora cubensis*)

El mildiu lanoso es causado por el hongo *Pseudoperonospora cubensis*. Es de las enfermedades foliares más importantes y las condiciones propicias para su desarrollo son cuando la humedad se mantiene por periodos prolongados de tiempo. Los síntomas consisten en pequeñas manchas ligeramente cloróticas al inicio, que luego llegan a ser amarilla brillante en el haz de la hoja (Arias, 2007).

2.10. Uso de fertilizantes inorgánicos en cultivos agrícolas

ANFFE (2015) menciona que los fertilizantes son responsables del 50% de la producción de los cultivos y por tanto de la alimentación de la mitad de la población mundial, permitiendo asegurar la productividad agrícola y su calidad nutricional, además, la aplicación racional de fertilizantes es fundamental para evitar tener que destinar una gran superficie adicional a la agricultura.

En México, el uso de fertilizantes químicos se inició a principios del siglo pasado y la producción de los mismos en 1915, mencionando que la utilización de fertilizantes sólidos es mayor que el uso de líquidos y gases, estas se utilizan en zonas más tecnificadas, como el Bajío-Guanajuato, valle de Sinaloa y valle del Yaqui-Sonora (Peñas *et al.*, 2002).

La producción de cultivos hortícolas en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos han permitido incrementos en rendimientos y calidad de frutos, al propiciar un ambiente poco restrictivo facilitando el crecimiento y desarrollo de especies hortícolas estos sistemas de producción intensiva la fertilización se realiza por medio de una solución nutritiva que se elabora con fertilizantes de alta solubilidad (Fortis *et al.*, 2011).

2.11.Solución nutritiva

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma única y eventualmente de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente (Steiner, 1968). Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente (Steiner, 1961).

Steiner (1961) indica que para preparar una solución nutritiva de cierta composición deseada; este método plantea que la composición química de una solución nutritiva comprende; 1) las concentraciones de los iones componentes (relación mutua de cationes y relación mutua de aniones), 2) la concentración iónica total (presión osmótica) y el pH.

2.11.1. Concentración iónica total

Es una propiedad fisicoquímica de las soluciones la cual depende de la cantidad de partículas o solutos disueltos (Segal, 1989).

Steiner, (1966) Menciona que la respuesta de las plantas en crecimiento y desarrollo a la solución nutritiva del cultivo hidropónico depende de varios factores, el más importante de estos es la concentración total de iones, expresada como presión osmótica de la solución nutritiva

Un aumento de la presión osmótica debido al incremento en contenido de nutrientes o de otros iones en la solución nutritiva provoca que la planta realice un esfuerzo mayor para absorber agua y algunos nutrientes(Ashe y Edwars, 1983, Marschner, 1955) y por consiguiente un desgaste de energía metabólica.

Según Coic,(1973) y Steiner (1973, 1980) indican que la composición y concentración de una solución nutritiva depende de la clase de cultivo, de la fase de desarrollo, del medio ambiente y del tipo de hidroponía, ya que las características químicas de la solución nutritiva se reflejan en la respuesta de las plantas, Steiner (1966) indica que la presión osmótica es considerada como el factor más importante que influye en el rendimiento de un cultivo bajo un sistema hidropónico, la presión osmótica tiene que ser menor en el verano o en los climas cálidos y mayor en el invierno o en los climas templados.

Lara (1998) en un estudio con jitomate hidropónico aplico diversas soluciones nutritivas en diferentes etapas, entre ellas en el desarrollo de fruto: uno de los factores incluidos en las soluciones nutritivas fue el potencial osmótico de la solución nutritiva; tomo como referencia la solución nutritiva de Steiner; los niveles de potencial osmótico que considero fueron (-0.11 y 0.071 MPa). Con la solución nutritiva con menor potencial osmótico (la solución más concentrada) se incremento la concentración de K en hojas inferiores y superiores, de Mg en la parte superior del tallo y P en los frutos y por el contrario disminuyó la concentración de P en las hojas inferiores y en la parte inferior del tallo.

Preciado *et al.*,(2003) en el cultivo de la plántulas de melón de dos cultivares (Crusier y Gold Eagle) estudiaron el efecto de tres diferentes presiones osmóticas (0.036, 0.073 y 0.109 MPa) y tres porcentaje iniciales de dilución (25-50-100, 35-70-100 y 45-90-100), fueron 10 días de aplicación de cada porcentaje, incrementándose la concentración de la solución nutritiva universal de Steiner modificada. Se evaluó el efecto lineal e interactivo de los factores indicados; encontraron que en el híbrido Crusier, con la mayor presión osmótica se incrementó la concentración de P y de

Ca, y en el híbrido Gold Eagle, también con la mayor presión osmótica se incrementaron las concentraciones de P, Ca y Mg.

Por otra parte, Villegas *et al.*, (2005) en un experimento con plántulas de jitomate (*Lycopersicon esculentum Mill*), híbrido Gabriela, en cultivo hidropónico con turba Sogemix, estudiaron tres concentraciones de Ca (30,45 y 60%) con relación al total de cationes y tres potenciales osmóticos (-0.072, -0.092 y 0.112 MPa) de la solución nutritiva. El potencial osmótico de la solución nutritiva tuvo efectos significativos en la concentración de nutrientes en los órganos de la plántula. Con -0.112 Mpa a -0.092 Mpa se incrementó la concentración de N en raíz, tallo; Ca en hojas y Mg en tallo y hoja.

2.11.2. Relación mutua entre aniones

Este concepto que introdujo Steiner en 1961, se basa en la relación mutua que existe entre los aniones NO_3^- , $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ y SO_4^{2-} y los cationes K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , se basó en que una solución nutritiva debe estar regulada en sus macronutrientes, la regulación nutritiva consiste no solo en la cantidad absoluta de cada elemento aportado sino, además, en la relación cuantitativa que se establece entre los aniones por una parte y los cationes por otra ya que de estar en una relación inadecuada entre ellos puede disminuir el rendimiento (Steiner, 1968).

La importancia del balance iónico comienza cuando las plantas absorben los nutrientes de la solución nutritiva diferencialmente (Jones, 1997). La razón de esta variación se debe a las diferentes necesidades de los cultivos (especie y etapa de desarrollo) y la diversidad de condiciones ambientales. La restricción de estos rangos, además de ser de tipo fisiológico, es de tipo químico, lo cual está determinado principalmente por la solubilidad de los compuestos que se forman

entre HPO_4^{2-} y Ca^{2+} y SO_4^{2-} Ca^2 . El límite de la solubilidad del producto de los iones fosfato y calcio es de 2.2 mmol L^{-1} . Y del producto entre el sulfato y el calcio, de 60 mmol L^{-1} (Steiner, 1984).

El ambiente influye más en la absorción de SO_4^{2-} que en la de HPO_4^{2-} y NO_3^- , mientras que la absorción de Ca afecta en mayor medida que de K y Mg. Lo cual se debe a los mecanismos de absorción de éstos últimos HPO_4^{2-} , el NO_3^- , K, y en menor proporción Mg las plantas lo absorben en forma activa lo que significa que invierten energía metabólica para absorberlos, en cambio al Ca y en menor cantidad el SO_4^{2-} lo asimilan mediante el flujo transpiratorio. El Ca en el interior de la planta se mueve en grandes distancias en el xilema debido principalmente al flujo de masas generado por torrente de la transpiración (Kirby y Pilbeam 1984).

Los nutrientes que demandan las plantas en la relación mutua entre aniones y entre cationes, dependen de la etapa fenológica. Con base en lo reportado por Valenzuela *et al.*, (1993) y Gertsson (1995), el paso de una etapa fenológica a otra se caracteriza por cambios en la actividad bioquímica y en la reestructuración del metabolismo primario. Estas fluctuaciones influyen en toda la planta y en la composición química de sus órganos en cada etapa ya que en la medida que cambia la etapa fenológica de la planta, la relación mutua entre los aniones acumulados en la planta se modifica. El NO_3^- disminuye su relación a expensas de SO_4^{2-} y en menor medida de H_2PO_4^- .

2.11.3. Relación mutua entre cationes

Los cationes en la SN son el K, Ca y Mg una parte de N se puede incluir como NH_4^+ , pero en concentraciones inferiores al 25% del N aportado. La relación entre los cationes es de gran importancia, ya que de no cuidar aspecto se pueden generar

cationes con relativa facilidad deficiencias de N por lo que es importante evitar no romper el balance entre los nutrimentos. La relación mutua entre cationes e las plantas varía en función de la etapa de desarrollo, lo cual implica que las plantas tengan demanda diferencial en relación con los cationes (De Rijck y Schrevens, 1998).

Tomando en cuenta la importancia del K en la etapa de producción de frutos para favorecer la calidad de estos, en o cationes se genera desbalance entre K con Ca y/o Mg, al suministrar en la SN cantidades de K que superan 45% de los cationes, lo que provoca deficiencias de Mg y principalmente de Ca como se muestra en Cuadro 4.

Cuadro 4. Porcentajes mínimos y máximos que pueden presentar los aniones y cationes con respecto al total en las soluciones nutritivas, sin que estén en los límites fisiológicos o de precipitación

Rango	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻²	SO ₄ ₂	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄
Mínimo	20	1.25	10	10	22.5	0.5	0
Máximo	80	10	70	65	65.5	40	15

Fuente (De Rijck y Schrevens, 1998)

En general las SN que utilizan para la producción de cultivos consta de seis macronutrientes esenciales y tres cationes (K⁺Ca²⁺ y Mg²⁺) y tres aniones (NO₃⁻, H₂PO₄⁻² y SO₄₂), y en algunas solucines NH₄⁺ en pequeñas concentraciones simplificando, la SN en seis macronutrienes sin tomar en cuenta los iones H⁺, OH y las posibles disociaciones de HPO₄²⁻, se tiene $[k^+][Ca^{2+}][NH_4^+]= [NO_3^-][HPO_4^{2-}][SO_4_2]=C$ Donde C es la cantidad total de aniones y cationes expresados en meL⁻¹ división la cantiad de me L⁻¹ de cada ión por la cantidad de total de los me L⁻¹

(sumatoria de aniones y cationes), resulta la proporción de cada ión presente en la solución. Si se tiene la proporción de dos aniones o dos cationes, se puede determinar la proporción del tercero (De Rijck y Schrevens, 1998).

El N entra en la formación de muchos compuesto elaborados por las plantas. Es parte de la molécula de todas las proteínas y enzimas, de la clorofila a y de la clorofila b, de ciertos ácidos y ciertas hormonas además de algunas sustancias secundarias como alcaloides; por ello, es un elemento esencial. Es absorbido por los vegetales tanto en forma de nitrato (NO_3^-) como de amonio (NH_4^+). El amonio es absorbido y utilizado fundamentalmente por plantas jóvenes, mientras que el nitrato es la principal fuente de N utilizando durante el periodo de crecimiento. Mediante el empleo de inhibidores de su crecimiento (Urrestarazu, 2000).

Por otro lado, el Ca ha demostrado ser un auxiliar en el aumento de la vida postcosecha de productos Horto-frutícolas. Su acción benéfica se ha sugerido entrecruzamiento con las pectinas, mejoramiento con ello, resistencia almacenamiento (Conway *et al.*, 1998).

Menciona Adams *et al.*, (1993) que para elegir la SN apropiada en cada caso, deben tomarse en cuenta las condiciones del ambiente. Debido a la relación existente entre la absorción de Ca^{2+} y de agua por parte de la planta, la interacción de los factores ambientales y la relación mutua entre los cationes tienen gran influencia en la nutrición de las plantas.

2.11.4. El pH de la solución nutritiva

El pH de la SN se determina por la concentración de los ácidos y de las bases. El pH se define una vez que se establece la proporción relativa de los aniones y los cationes, y la concentración total de ellos en me L⁻¹, lo cual significa

que el pH es una propiedad inherente de la composición química de la SN y no puede cambiar independientemente (De Rijck y Schrevens, 1998).

Favela *et al.*, 2006 señalan que el pH de la solución nutritiva se encuentra determinado por la concentración de los ácidos y de las bases. En verdadera solución nutritiva se tienen todos los iones en forma libre y activa y que el pH es importante para determinar la disponibilidad de algunos iones (cationes y aniones), el pH se ajusta de acuerdo al tipo que necesita la planta dependiendo del cultivo. Lara (1999) indica que el pH apropiado para una solución nutritiva y para el desarrollo óptimo de un cultivo de hidroponía varía entre 5.5 y 6.5 Sin embargo, este no es estable, sino que varía en función en la diferencia por la absorción de nutrientes por las plantas y la etapa fenológica.

2.11.5. Soluciones nutritivas aplicadas al suelo

Una de las ventajas del cultivo en suelo es que tiene alta capacidad de amortiguamiento en la nutrición y de manejo del agua, pues en caso de tener interrupciones en el suministro de agua y nutrientes, el sistema no se ve seriamente afectado, como ocurre con el cultivo sin suelo (Castellano y Ojodeagua, 2009).

La solución nutritiva en suelo es menor concentrada que en sustrato pues al tener menos pérdida por drenaje los nutrientes se aprovechan con eficiencia, con esto se ahorra en fertilizantes y agua. Los consumos diarios de nutrientes y agua son más bajos al inicio del cultivo, no obstante, al inicio de la cosecha la demanda se incrementa, por lo que la concentración de nutrientes en la solución nutritiva a lo largo del ciclo es similar (Castellano y Ojodeagua, 2009).

Por su parte Armenta (1998) y Preciado *et al.*, (2004) señalan que cuando las soluciones nutritivas completas se utilicen en suelo, estas deben de estar en concentraciones inferiores al 50% de su concentración original, con la finalidad de no causar una acumulación excesiva de nutrimentos en el suelo (incrementos en la conductividad eléctrica del suelo).

López *et al.*, (2011) al evaluar la producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda reporta un rendimiento de pepino americano (variedad híbrido camán) de 16.3 kg/m² (163 t/ha) con una producción media de 15.1 frutos por planta con peso medio de 337 g. Además obtuvo frutos con una longitud de 22.9 cm y con diámetro de 5.2 cm.

Por otra parte Sánchez *et al.*, (2006) evaluando la reducción de crecimiento en pepino europeo, mediante trasplante tardío reportan un rendimiento de 12.14kg/m² /121 t/ha), 33,7 frutos por m² y un peso de 357,5g.

Barraza *et al.*, (2015) mencionan que evaluando la calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados con diferentes concentraciones nutrimentales utilizando solución nutritiva universal de Steiner (25%, 75%, 125% y 175%) reporta un diámetro ecuatorial de 6.5 cm con una longitud de 26cm y un acidez de 3.05 °brix, siendo la mejor concentración del 175%.mientras que Mascarely (1979) reporta un rendimiento de 2660g/planta en su trabajo de contraste de soluciones nutritivas.

Barraza *et al.*, (2012) muestran en su trabajo de acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero que el híbrido "Saber" con cuatro concentraciones de la solución nutritiva universal de Steiner (25%, 75%, 125% y 175%), muestra que con la solución nutritiva al 175% se obtuvo mejor

expresión del crecimiento a través de mayor acumulación de materia seca y rendimiento de 8,20 kg por planta, que superó en 59, 22 y 15% a lo obtenido con las concentraciones del 25%, 75% y 125%, respectivamente, lo que muestra la respuesta del cultivo de pepino al manejo diferencial del suministro de nutrientes, ya que con la solución nutritiva al 25% de concentración se presentaron valores más bajos de rendimiento y de acumulación de materia seca total y de órganos de la planta.

Moreno *et al.*, (2015) en su trabajo de Calidad poscosecha de frutos de pepino cultivados con diferente solución nutritiva donde utilizó un invernadero tipo doble túnel de 250 m² equipado con sistema de riego por goteo, el sustrato utilizado fue tezontle cribado de 5 mm de diámetro y semilla de pepino "Sanson", los tratamientos fueron: solución nutritiva Steiner al 100%, solución nutritiva Steiner al 50%, solución nutritiva Morard y Benavides 100% y solución nutritiva Morard y Benavides al 50%. Se seleccionaron frutos de tamaño y color homogéneo y se almacenaron a 25 °C por 13 días. Encontraron que las concentraciones con solución Steiner al 100% ayuda al mantenimiento de firmeza del fruto de pepino.

Méndez, (2016) evaluando pepino (*Cucumis sativus* L.) con porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, en el que utilizó como testigo solución nutritiva Steiner 100%, obteniendo un rendimiento de 103.4 ton/ha, con este tratamiento.

Santiago (2013) en su trabajo de soluciones nutritivas orgánicas en la producción y calidad del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero, en el que utilizó como testigo solución nutritiva Steiner 100% obteniendo con este tratamiento una producción de 15,56 kg m⁻².

Perez *et al.*,(2011) en su trabajo de efectos del volumen de sustrato y niveles de N-P-K en el crecimiento de plantulas de pepino su objetivo fue evaluar el efecto de volúmenes de sustrato y niveles de fertilización con nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K), en el vigor y contenido de N, P y K en hojas de plántulas de pepino (variedad Saber), se evaluaron cuatro condiciones de crecimiento (combinaciones de densidades de siembra y tamaños de contenedor) y cuatro niveles de fertilización, bajo un diseño en bloques al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: área foliar (AF), longitud de tallo (LT), diámetro de tallo (DT), peso seco de follaje (PSF), longitud de raíz (LR), volumen de raíz (VR), peso seco de raíz (PSR) y contenido de N, P y K en hojas; todas ellas medidas a los 23 días después de la siembra, en la que los cuatro niveles de fertilización probados tuvieron igual efecto en el crecimiento de las plántulas de pepino en diámetro de tallo, volumen y peso seco de raíz, aunque el nivel con mayor concentración de nitrógeno, fósforo y potasio produjo plántulas con mayor área foliar, longitud de tallo y peso seco de follaje, con respecto al nivel de menor concentración de estos elementos.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización geográfica de la Comarca Lagunera

La Comarca Lagunera está ubicada en el centro-norte de México, conformada por los Estados de Coahuila y Durango. Se localiza a 24° 22' de latitud norte y 102° 22' de longitud oeste, a una altura de 1,120 metros sobre el nivel del mar, geográficamente la región lagunera está formada por una enorme planicie semidesértica de clima caluroso y con un alto grado de aridez.

El presente trabajo se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna (U.A.A.A.N – U.L), ubicada en periférico Raúl López Sánchez s/n, col. Valle verde, Torreón, Coahuila.

El experimento se desarrolló en el invernadero número tres que le pertenece al departamento de horticultura, durante el ciclo primavera-verano entre los meses de marzo-junio 2017.

3.2. Características del invernadero

El invernadero donde se realizó el presente trabajo es de paredes rectas y techo de forma de arco, estructura de acero galvanizado cubierto de polietileno transparente y con malla sombra al 50%. El sistema de enfriamiento consta de un par de extractores de aire y una pared húmeda. Tiene un área de 207 m² con piso recubierto de grava para evitar posibles encharcamiento.

3.3. Diseño experimental

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

Los tratamientos evaluados fueron T₁ (testigo) solución nutritiva Steiner 100%, T₄ solución nutritiva Steiner 80%, T₃ solución nutritiva Steiner 60%, T₂ solución nutritiva Steiner 40%.

3.4. Material vegetativo

La variedad de pepino evaluado en este experimento fue Poinsett 76, esta variedad es de tipo monoica y la planta es de crecimiento indeterminado con buena adaptación a distintas regiones del país y es muy apreciada por el buen tamaño de su fruto, por su color y su buen sabor.

3.5. Siembra en charolas

El día 02 de marzo del 2017 se llevó a cabo la siembra de las semillas, esto se realizó en charolas germinadoras de 200 cavidades, utilizando para el llenado de esta, una mezcla de peat-moss y perlita (90% y 10% respectivamente), la cual se humedeció lo suficiente para poder apórtale las condiciones adecuadas a la semilla.

Una vez que se llenaron las charolas con el sustrato, se colocó una semilla por cavidad y después se cubrió con bolsa de plástico color negro para mantener una temperatura favorable para la germinación.

3.6. Llenado de macetas

Para este experimento se utilizó bolsa de viveros color negro de 19 Kg las cuales para llenarlas se utilizó una mezcla de arena de río y perlita con una proporción de 90% y 10% respectivamente.

3.7. Transplante

El transplante se realizó el 31 de marzo del 2017, a esta fecha habían transcurrido 29 días después de la siembra en charolas y las plantas portaban de dos a tres hojas verdaderas.

Estó se llevó acabo de forma manual, colocando una planta en cada maceta.

3.8. Elaboracion de solución nutritiva

Se tomó como base la solución nutritiva recomendada por Steiner (1984) sobre la cual se realizaron las modificaciones para obtener los tratamientos como se muestra en el cuadro 5. De la misma manera se tomo encuesta los resultados obtenidos en un análisis de de agua. Cuadro 6.

Cuadro 5. Formula original de solución nutritiva Steiner

NO₃	H₂PO₄	SO₄⁻²	K⁺	Ca²⁺	Mg²⁺
12	1	7	7	9	4

Cuadro 6. Análisis del agua empleada en la evaluación de producción de pepino con porcentaje de solución nutritiva Steiner en invernadero ciclo primavera-verano. UAAAN-U.L. 2017

Contenido de agua	Concentraciones Meq/L
Nitratos (NO₃⁻)	0.59
Fosfato (H₂PO₄)	0
Sulfato(SO₄)	4.24
Bicarbonato(HCO₃)	1.79
Cloruros(CL⁺)	3.64
Potasio(K⁺)	0.01
Calcio(Ca⁺⁺)	6.86
Magnesio (Mf⁺⁺)	0.16
Amonio (NH₄⁺)	0
Sodios (Na⁺)	2.2

En base a la solución nutritiva de Steiner se prepararon las soluciones para los tratamientos, se utilizaron tambos de 200 litros. En los cuales se agregaron los fertilizantes que a continuación se mencionan, partiendo de los cálculos realizados para aplicarlos en gramos (g) por litro (L), como se muestra en el cuadro 7.

En seguida se agitó constantemente hasta que se equilibrara la C.E (2 a 2.5 dS) y luego se midió el pH logrando tener un rango de 5.5 a 6.5.

Cuadro 7. Fertilizantes utilizados para la preparación de Solución nutritiva Steiner en el cultivo de pepino en invernadero en ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2017.

Porcentaje de Solucion nutritiva Steiner (%)	Cantida de agua litros (L)	Nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ (g)	Nitrato de potasio KNO_3 (g)	Nitrato de magnesio MgNO_3 (g)	Sulfato de magnesio MgSO_4 (g)	Acido fosfórico (ml)
100%	200	46.36	144.57	54.49	42.94	13.4
80%	200	36.8	115.2	43.2	33.6	10.72
60%	200	27.6	86.4	32.4	25.2	8.04
40%	200	18.4	57.6	21.6	16.8	5.36

3.9. Manejo del cultivo

3.9.1. Tutorado

Fue utilizado para fortalecer su desarrolló se requirió de un soporte mecánico, cuando las plantas alcanzaron una altura de 20 a 30 cm se procedió a tutorarlas con rafia, la cual se ató entre la parte media de las macetas y los soportes metalicos del invernadero para sostener las plantas, para así tener un mejor desarrollo de éstas.

3.9.2. Poda

Se realizó a los 25 días despues del transplante eliminando las primeras tres hojas basales. Esto para que no estuviera en contacto con el sustrato y evitar la presenciade plagas o enfermedades.

3.9.3. Polinización

La polinización se realizó manualmente, se tomaron las flores masculinas y de manera cuidadosa se sacudian sobre la flor femenina o unicamente se movia la rafia para así autopolinizarse. Esta actividad se llevó a cabo de 10:00 a.m a 14:00 p.m.

3.9.4. Control de plagas y enfermedades

Para la identificación de plagas y enfermedades constantemente se realizarón revisiones visuales en las plantas, unas de las plagas encontradas durante el desarrollo fue la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y trips (*Frankliniella occidentalis*) alas que se realizaron las siguientes aplicaciones. Cuadro 8.

Cuadro 8. Productos utilizados para el control de plagas en la evaluación de la producción de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL 2017.

Plaga	Producto aplicado	Dosis de aplicación
Mosquita blanca (<i>Bemisia tabaci</i>)	flonicamid, imidacloprid + betacyflutrin	1/ ha
Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i>)	Diazinón	1/ ha

3.9.5. Riego

El riego con solución nutritiva Steiner se realizo de forma manual, aplicando dos litros diarios, uno por la mañana y otro por la tarde como correspondía a cada tratamiento

3.9.6. Cosecha

La primera cosecha se realizo a los 62 días después del trasplante cuando inicio un cambio en el fruto pasó de color verde oscuro a un verde más claro, las estrías estaban menos pronunciadas y el fruto presentaba firmeza. El corte se realizó con una navaja evitando daños a la planta.

3.10. Variables evaluadas

Las variables de respuestas que se evaluaron son las siguientes:

3.10.1. Altura de planta.

Se midió a partir de la superficie del sustrato, hasta del punto de ápice. La medición se realizó utilizando como instrumento una cinta métrica, esta actividad se realizó cada 8 días después del trasplante, los datos se reportaron en centímetros (cm).

3.10.2. Peso del fruto

Los frutos fueron cosechados antes de alcanzar su madurez fisiológica, se evaluó el peso apoyado con una balanza digital de la marca Ohaus CS 5000, los datos se reportaron en g.

3.10.3. Largo del fruto

Se midió de extremo a extremo fruto, con una regla de 30 cm. Los datos se reportaron en centímetros (cm).

3.10.4. Diámetro ecuatorial del fruto

Para esta variable se midió la parte media del fruto con un vernier, los datos se reportaron en centímetros (cm).

3.10.5. Sólidos solubles (° Brix):

Para esta variable se utilizó un refractómetro, colocando una gota del contenido líquido del fruto en el cristal del instrumento y se procedió la lectura.

3.10.6. Peso fresco y Peso seco

Se realizó muestreo destructivo en plena fructificación, para determinar peso seco de hoja, tallo y raíz, se separaron las hojas, tallo y raíz, y se seleccionaron las plantas evaluadas, enseguida fueron pesados para registrar su peso fresco y posteriormente se esperó a que secan las plantas para registrar su peso seco.

3.11. Análisis estadísticos

Se realizó el análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas y se realizó la comparación de medias utilizando la diferencia mínima significativa (Tukey) al 5%.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Altura de planta

El análisis de varianza para altura de planta mostró diferencia altamente significativa entre los tratamientos. La mayor altura final registrada de la planta fue T1 (solución nutritiva Steiner 100%) con 216 cm, seguida de T4 (solución nutritiva Steiner 80%) con 214 cm y finalmente T2 (solución nutritiva Steiner 40%). Esta diferencia se determinó desde los 8 hasta los 70 DDT.

Cuadro 9. Altura de planta (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017

Tratamientos	DDT 8	DDT 24	DDT 40	DDT 70
100% de solución Steiner	5.00 a	32.00 a	101.60 a	216.00 a
80% de solución Steiner	4.76 a	27.80 a	97.60 a	214.80 a
60% de solución Steiner	4.46 ab	25.80 ab	95.00 ab	207.40 ab
40 % de solución Steiner	3.66 b	24.00 b	90.00 b	198.60 b

Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

El resultado obtenido en el presente trabajo es igual al reportado por Méndez, (2016) en su trabajo de evaluación de pepino (*Cucumis sativus* L.) con porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, en el que utilizó como testigo solución nutritiva Steiner 100%, obteniendo con este, una altura de 215 cm a los 70 DDT y en el presente trabajo 216 cm a los 70 DDT con el testigo, Solución Steiner al 100%.

Esto pudo deberse a que la solución nutritiva, tiene un suministro adecuado de nutrientes, además de un balance entre iones y cationes, lo cual favorece niveles adecuados de clorofila, crecimiento vegetativo vigoroso y alta calidad fotosintética de acuerdo con (Galindo *et al.*, 2014)

Por otra parte Marín y Pérez (1976) observaron que las plantas de pepino crecieron lentamente cuando son tratadas con bajas dosis de fertilizantes nitrogenados, que aquellas que recibieron altas dosis, lo cual ocurrió por tener más nutrientes para su crecimiento.

La solución Nutritiva de Steiner contiene nitrógeno, que es el micronutriente más comúnmente aplicado en la fertilización de todos los cultivos y es más requerida y determinante para el crecimiento de la planta en general (Yáñez 2002).

4.2. Peso de fruto

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de peso de fruto presentó diferencia altamente significativa en los tratamientos, como puede observarse en el Cuadro 10.

El tratamiento con mayor peso de fruto fue el T1 testigo (solución nutritiva Steiner 100%) con 320 g, seguido por el T4 (solución nutritiva Steiner 80%) con 263.90 g, y finalmente el T2 (solución nutritiva Steiner 40%) con 231.91g. La media general obtenida fue de 266.47g.

Cuadro 10. Peso de fruto (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017

Tratamientos	Peso de fruto (g)
100 % Solución nutritiva Steiner	320.00 a
80 % Solución nutritiva Steiner	263.90 ab
60 % Solución nutritiva Steiner	250.07 b
40 % Solución nutritiva Steiner	231.91 b

Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Los resultados obtenidos no superaron a los reportados por López *et al.*,(2011) en su trabajo de producción y calidad de pepino bajo condiciones de invernadero usando dos sistema de poda ya que ellos obtuvieron una media de peso de fruto de 337g mayor a la obtenida en el presente trabajo, esto pudo haber sido por el manejo cultural (poda) que se le dio al cultivo ya que con una poda se pretende mantener las plantas con la vegetación suficiente eliminando brotes secundarios y frutos hasta una altura de 60 cm, a fin de conseguir mayor producción, frutos sanos y de mayor calidad ya que de lo contrario se obtienen frutos de menor tamaño y de menor peso.

Sin embargo los resultados del presente trabajo para peso de fruto son similares a los reportados por Suniaga *et al.*, (2008) en su trabajo fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.), donde utilizaron como fertilizantes N, P, K y reporta un rango de peso de frutos desde 261g en pepino variedad Poinsett 76, siendo la misma variedad que se utilizó en el presente trabajo donde se obtuvo una media de 266.47g.

4.3. Largo de fruto

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de longitud de fruto no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Como puede observarse en el Cuadro 11.

Sin embargo numéricamente, obtuvo mayor longitud de fruto el testigo T1 (solución nutritiva Steiner al 100%) con 20.42 cm, mientras que el T4 y T3 solución nutritiva Steiner al 80% y 60% respectivamente obtuvieron 19.92 cm, siendo el de

menor longitud el T2 (solución nutritiva Steiner 40%) con 19.00 cm, en general se obtuvo una media de 19.81 cm de longitud.

Cuadro 11. Largo de fruto (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Tratamientos	Largo de fruto
100 % Solución Steiner	20.42 a
80 % Solución Steiner	19.92 a
60 % Solución Steiner	19.92 a
40 % Solución Steiner	19.00 a

Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

García *et al.*, (2000) mencionan que los frutos de calidad presentan longitud superior a 14 cm.

La variedad utilizada en el presente trabajo fue Poinsett 76 la planta es moderadamente vigorosa y adaptable a diversas condiciones climáticas, es monoica y con frutos de 19x6 cm de forma cilíndrica y color verde oscuro (Ross, 2013). Los resultados del presente trabajo concuerdan con las características descritas para la variedad Poinsett.

4.4. Diámetro de fruto

De acuerdo al análisis de varianza para diámetro ecuatorial se presentó diferencia estadística altamente significativa entre los tratamientos. Observar en el Cuadro 12.

El tratamiento que presento mayor diámetro ecuatorial fue el T1 (testigo solución nutritiva Steiner 100%) con 4.93 cm, seguido del T4 (Solución nutritiva

Steiner 80%) por último el T2 (Solución nutritiva Steiner 40%) con 4.42 cm, obteniendo un media general de 4.61 cm.

Cuadro 12. Diámetro de fruto (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Tratamientos	Diámetro de fruto
100 % Solución nutritiva Steiner	5.72 a
80 % Solución nutritiva Steiner	4.50 ab
60 % Solución nutritiva Steiner	4.20 b
40 % Solución nutritiva Steiner	4.00 b

Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Estos resultados son similares a los obtenidos por Barraza, (2015) en su trabajo de Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales utilizando solución nutritiva universal de Steiner (25%, 75%, 125% y 175%) reportó un diámetro con rango entre 3.8 y 6.2 cm. De igual manera Hoyos (2001) y Marcano *et al.*, (2012) presentaron en su trabajo de producción de pepino en invernadero valores comprendidos entre 2.08- 4.78 cm.

El diámetro de fruto obtenido en este trabajo está dentro del rango indicado para pepinos de variedad Poinsett 76 los cuales se caracterizan por tener frutos de 3.8- 6 cm de longitud (Ross, 2013), y respecto a la norma PC-021-2005 calidad suprema de pepino en México el diámetro de frutos es de (3.5 a 6.5 cm) con las soluciones nutritivas inorgánicas.

4.5. Sólidos solubles totales (°Brix)

De acuerdo al análisis de varianza para la variable de sólidos solubles totales no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos. Cuadro 12.

Sin embargo numéricamente el tratamiento que obtuvo mayor rango de sólidos solubles fue el T2 (solución nutritiva Steiner 40%) con 3.70 °Brix, en seguida T3 (solución nutritiva Steiner 60%) con 3.64 °Brix y finalmente siendo el de menor sólidos solubles el T1 testigo (solución al 100%) con 3.50 °Brix.

Cuadro 13. Sólidos solubles (°Brix) de fruto de pepino con porcentaje de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL.

Tratamientos	° brix de fruto
100 % Solución Steiner	3.50 a
80 % Solución Steiner	3.56 a
60 % Solución Steiner	3.64 a
40 % Solución Steiner	3.70 a

Tratamiento en la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Los pepinos son frutos no climatéricos que se caracterizan por presentar valores bajos de SST (López 2003) por lo que la acumulación de azúcares durante la etapa de crecimiento y maduración no experimenta cambios significativos (Azcón y Talón, 2003). Cortés *et al.*, (2011) reportaron valores de 3.3 SST en pepino “Cohombro”. Así mismo Moreno *et al.*, (2013) señalaron valores de 2.8 a 3.7 SST en frutos de pepino con soluciones nutritivas Steiner al 100% y 50% y soluciones Morard y Benavides 100% y 50%.

En el presente estudio, el pepino “Poinsett 76” con diferentes porcentajes de solución Steiner presentó valores similares a los reportados por los autores antes mencionados, con una media de 3.60 SST.

4.6. Peso fresco de hoja, raíz y tallo (g)

Cuadro 14. Peso fresco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Tratamientos	Hoja	Raíz	Tallo
100% de solución Steiner	352.00 ab	30.80 a	158.89 a
80% de solución Steiner	324.00 bc	26.00 a	156.00 a
60% de solución Steiner	278.00 ab	25.60 a	130.40 ab
40 % de solución Steiner	163.80 c	21. 60 a	91.60 b

Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

4.6.1. Peso fresco de hoja

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa en los tratamientos para peso fresco de hoja. Cuadro 14.

El tratamiento que obtuvo mayor peso fresco de hoja fue T1 (solución nutritiva Steiner al 100%) con 352.00 g, en seguida el T4 (solución nutritiva Steiner al 80%) con 324.00 g, y por último el T2 (solución nutritiva Steiner 40%) 163.80 g.

García y López (2002), dicen que las plantas están expuestas a las variaciones térmicas del medio físico y éstas tienen gran influencia en los diferentes procesos fisiológicos, bioquímicos y metabólicos conducentes a su crecimiento y desarrollo; dichas variaciones determinan el área foliar y la acumulación de materia seca durante el ciclo biológico de la planta (López *et al.*, 1996).

4.6.2. Peso fresco de raíz

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso fresco de raíz.

Sin embargo numéricamente el tratamiento que obtuvo mayor peso fresco de raíz fue testigo T1 (solución nutritiva Steiner al 100%) con 30.80 g, en seguida él T2 (solución nutritiva Steiner 80%) con 26.00 g y finalmente T4 (solución nutritiva Steiner 80%) con 21.60 g. Cuadro 14.

4.6.3. Peso fresco de Tallo

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso fresco de tallo. Cuadro 14.

El tratamiento que obtuvo mayor valor para peso fresco de tallo fue el T1 (solución nutritiva Steiner 100%) con 158.89 g, en seguida T4 testigo (solución nutritiva Steiner 80%) con 156.00 g y finalmente sienta el de menor peso fresco de tallo el T2 (solución al 40%) con 91.60 g.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Méndez, (2016) en su trabajo de evaluación de pepino (*Cucumis sativus* L.) con porcentajes de lixiviado de vermicompost en invernadero, en los que utilizó como testigo solución nutritiva Steiner 100% obteniendo con este tratamiento un peso fresco de tallo 158 g, mientras que en el presente trabajo el mayor peso fresco de tallo se alcanzó con el T4 que fue el del 80% de SNS.

4.7. Peso seco de (hoja, raíz y tallo)

4.7.1. Peso seco de Hoja

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa en los tratamientos para peso seco de hoja. Cuadro 15.

El tratamiento que obtuvo mayor peso de materia seca de hoja fue testigo T1 (solución nutritiva Steiner al 100%) con 85.20 g, seguida del T4 (solución nutritiva Steiner al 80%) 60.40 y por último el T2 (solución nutritiva Steiner 40%) 48.00 g, en general se obtuvo una media de 63.80 g.

Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Barraza, (2012) en su trabajo de acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero quien presento un rango de 40g a 82g de peso seco de hoja, así mismo Parra *et al.*, (2009) presentaron un rango de 58.76 g a 80.23 g de peso de materia seca de hoja superior al rango obtenido en el presente trabajo.

4.7.2. Peso seco de raíz

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso seco de raíz. Cuadro 15.

Sin embargo numéricamente el tratamiento que obtuvo mayor peso de materia seca de raíz fue testigo T1 (solución nutritiva Steiner al 100%) con 5g, en seguida el T4,T3,T2 con 4 g, con una media general de 4.4 g. Cuadro 15.

Los resultados que se obtuvieron son similares a los obtenidos por Moreno *et al.*, (2011) quienes en su trabajo presentaron un rango de 0.69 g a 4.4 g de peso seco de raíz. Según Preciado *et al.*, (2002) mencionan que la dosis altas de N

induce a un mayor desarrollo del vástago, pero disminuyen el crecimiento y peso de la raíz.

4.7.3. Peso seco de tallo

De acuerdo al análisis de varianza no se encontró diferencia significativa en los tratamientos para peso seco de tallo. Cuadro 15.

El tratamiento que obtuvo mayor valor numérico para peso seco de tallo fue el T1 (solución nutritiva Steiner 100%) con 25.20g, en seguida T4 testigo (solución nutritiva Steiner 80%) con 22.80 g, y finalmente siendo el de menor peso de materia seca de tallo el T2 (solución al 40%) con 15 g, en general se obtuvo una media de 20.50.

Estos resultados obtenidos concuerdan con los reportados por Barraza, (2015) en su trabajo de Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales utilizando solución nutritiva universal de Steiner (25%, 75%, 125% y 175%) quien determino un rango de 15 g a 30 g de materia seca de tallo, incluso son similares a los de Hoyos *et al.*, (2011) quienes en su trabajo de Acumulación de Grados-Día en un Cultivo de Pepino (*Cucumis sativus* L.) presentan un rango de 15 g a 25 g de materia seca de tallo en la variedad de Poinsett 76.

Cuadro 15. Peso seco de hoja, raíz y tallo (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Tratamientos	Hoja	Raíz	Tallo
100% de solución Steiner	85.20 a	5.00 a	25.20 a
80% de solución Steiner	60.40 ab	4.00 a	22.80 a
60% de solución Steiner	61.60 a	4.60 a	19.00 a
40 % de solución Steiner	48.00 b	4.20 a	15.00 a

Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales (tukey 0.05).

4.8. Rendimiento

De acuerdo al análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa en los tratamientos. Cuadro 16.

El tratamiento que presentó mayor rendimiento fue el testigo T1 (solución nutritiva Steiner 100%) con 11.52 kg/m², seguido de T4 (solución nutritiva Steiner 80%) con 9.50 kg/m² y por ultimo T2 (solución nutritiva Steiner 40%) con 8.3 kg/m². Obteniendo una media de 9.50 kg/m².

Cuadro 16. Rendimiento (kg/m²) de pepino resultado de la evaluación de porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero. Ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017

Tratamientos	Peso kg/m ²
Solución nutritiva Steiner 100 %	11.52 a
Solución nutritiva Steiner 80 %	9.50 ab
Solución nutritiva Steiner 60 %	9.0 b
Solución nutritiva Steiner 40 %	8.3 b

Tratamiento con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey 0.05)

Santiago (2013) en su trabajo de soluciones nutritivas orgánicas en la producción y calidad del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo invernadero, en el que utilizó como testigo solución nutritiva Steiner 100% obteniendo con este tratamiento una producción de 15,56 kg m⁻²; y en el presente trabajo 11.53 kg m⁻²; con el testigo, Solución Steiner al 100%

Por otra parte López *et al.*, (2011) en su trabajo de pepino en invernadero obtuvieron un rango entre 9.36 y 16.04 kg m⁻².

Estos resultados superan a los encontrados en el presente trabajo, ya que el rendimiento promedio fue 9.5 kg/ m². Cabe mencionar que durante el ciclo de cultivo, se obtuvo presencia de mosquita (1-2 mosquita/hoja) lo cual pudo repercutir el rendimiento por planta.

El umbral económico de esta plaga es de 2.4 adultos por hoja. Por lo tanto se debe estar pendiente en la presencia de este insecto ya que transmite más de 30 agentes causales de enfermedades virales y al incrementar la población afecta y se observa una reducción en el rendimiento (Nava y Cano 2000).

De igual manera en el desarrollo del cultivo se presentaron se presentaron temperaturas altas, a pesar que se cuenta con el control de clima dentro del invernadero esto pudo haber repercutido en la polinización y como consecuencia en el amarre de fruto y rendimiento.

Cuando las temperaturas son mayores de 35°C la fecundación no se da o es muy baja, ya que se disminuye la calidad y cantidad del polen produciendo caída de flores y deformación de frutos (Jaramillo *et al.*, 2016).

V. CONCLUSIÓN

El análisis de varianza mostro diferencia significativa entre tratamientos para las variables, altura de planta, peso de fruto, diámetro de fruto, peso fresco de hoja y tallo, peso seco de hoja y rendimiento, sobresaliendo en todas, los porcentajes del 100 y 80% de la Solución Nutritiva Steiner, los cuales fueron estadísticamente iguales.

La solución nutritiva Steiner al 80% es una opción viable para la producción de pepino en invernadero, disminuyendo costo de producción y conservando la calidad y rendimiento del cultivo igual que la solución nutritiva Steiner al 100%.

VI. LITERATURA CITADA

Araiza, C., J. Sánchez, L., A. 2003.Horticultura doméstica. 5° reimpresión. Trillas.México.Pp.85.ISBN_968-24-3463-7.

Arias Salvador. 2007. Producción de pepino. USAID-RED. La Lima, Cortes, Honduras. Pp.31.

ANFFE) Asociación Española de Fabricantes de Fertilizantes. 2015. Buena evolución del mercado de fertilizantes en España. Disponible desde: <http://www.interempresas.net/Grandes-cultivos/Articulos/144944-Buena-evolucion-del-mercado-de-fertilizantes-en-Espana.html> [Consulta 20 de enero de 2017].

Armenta B., A.D 1998.Relaciones óptimas de aniones y cationes en la solución nutritiva de riego por goteo para la producción de tomate. Tesis Doctor en Ciencias. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo México.

Asher, C. J., and D.G. Edwards.1983.Modern solution culture techniques. PP 94-109.IN:A. pirson and M.H Zimmermann (ed). Enciclopedy of Plants Physiology. Vol.15-A

ASERCA.2015. Coordinación General de Promoción Comercial y Fomento a las Exportaciones. Proyecto Descriptivo. Secretaría de Agricultura, Ganadería.EuropeanScientificJournalAugust. vol.11, No.24

Disponible en:

http://www.aserca.gob.mx/promocion/desarrollo/Eventos_2015/Lists/Octubre/Attachments/61/PROYECTO_PMA_2015.pdf. 2015. [Consulta: 17 de Julio de 2017].

Asociación mexicana de horticultura protegida (AMHPAC). 2014. Disponible desde: < <http://www.amhpac.org/es/index.php/noticias/517-china-produce-el-70-de-los-pepinos-en-el-mundo#page> >. [Consulta 17 de enero de 2016].

- Azcon, B. J. and Talón, M. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. McGraw-Hill. 2ª (Ed.). México. 651 p.
- Barraza, A., F.V. 2012. Acumulación de materia seca del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) en invernadero. Revista Temas Agrarios. Facultad de Ciencias Agrícolas-Universidad de Córdoba Vol.17. Núm. (2), Pp18-29.
- Barraza, A., F.V. 2015 Calidad morfológica y fisiológica de pepinos cultivados en diferentes concentraciones nutrimentales. Vol. 9- No.1
- Caldari, J. P. 2007. Manejo de la luz en invernadero. Los beneficios de la luz de calidad en el cultivo de hortalizas. I Simposio Internacional de invernaderos_2007-México.
- 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].
- Chaverría, C.; Hochmuth, G. J.; Hochmuth, R. C. and Sargent, S. A. 2005. Fruit yield, size, and color response of two greenhouse cucumber types to nitrogen fertilization in perlite soilless culture. HortTechnol. 15:565-571.
- Coic Y. 1993. Les problems and composition et and concentration of solutions nutritive in culture sans sol. En proc.3er Int. Cong. Soilless Cult. Sassari, Italy P. 158-164.
- Conway, W. S., K. C. Grosor, C. D. Boyer. 1888. Inhibition of penicillium expansumpoly galacturonase activity by increased appieceoo wall calcium. Phytopathology, 78:1052-1055.
- Cortés, M.; Johan, Y. and Rodríguez, E. 2011. Valoración de atributos de calidad en pepino (*Cucumis sativus* L.) fortificado con vitamina E. biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial. 9(1):24-34.

Ehret, D.L and L.C HO.1986. Effects of osmotic potential in nutrient solution on diurnal growth of tomato fruit. J. Exp. Bot. 37:1294-1302.

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).

[Fecha de consulta: 18 de enero de 2017]

Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61031308005>> ISSN 0187-7380

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

Fortis Hernández, M, Preciado Rangel, P, García-Hernández, J.L, Rueda Puente, E.O, Segura Castruita, M.Á, Esparza Rivera, J. R, Orozco Vidal, J.A, Lara Herrera, A.2011. Evaluación de soluciones nutritivas orgánicas en la producción de tomate en invernadero. Terra latinoamericana. Vol. 36. Núm. (9).

García, F.; Honda, K. y Gaona, J. 2000. Cultivo de pepino de riego. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGARPA). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Centro de Investigación Regional del Centro Campo Experimental "Zacatepec". Desplegable Informativa Núm. 20. 6 p.

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

Gonzalez Jiménez José Ángel. 2011. combinación de sustrato y soluciones nutritivas en chile manzano. Tesis maestría. Coordinación general de posgrado instituto de horticultura Departamento de fitotecnia. Chapingo México. Pág. 9-10.

González-Molina, L, Reyes-González, C.E, Pineda-Pineda, J, Sánchez-del-Castillo, F, Moreno-Pérez, E.C. 2014. Dinámica nutrimental y rendimiento de pepino cultivado en hidroponía con y sin recirculación de la solución nutritiva. Revista Fitotecnia Mexicana. Vol. 37. Núm. (3).

[Fecha de consulta: 17 de enero de 2017]

Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61031767012>> ISSN 0187-738

Gruda, N. 2005. Impact of environmental factors on product quality of greenhouse vegetables for fresh consumption. Crit. Rev. PlantSci. 24:227-247.

Gómez, M. D.; Baile, A.; González-Real, M. M. and Mercader J. M. 2003. Comparative analysis of water and nutrient uptake of glasshouse cucumber grown in NFT and perlite. Acta Hortic. 614:175-180

Hoyos, P. 2001. Influencia de la densidad de plantación sobre la producción en pepino. <http://www.edmo.es/sech/congreso/sa/.htm>.

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

INIFAP. 2014 Vermicompost. Disponible en:Cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/668/642

Jaime Green M, Lucero Flores J.M, Sánchez Verdugo C. 2012. Inteligencia de mercado de pepino. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. Pp.85.

Kirkby, E.A., and D.J Pilbeam 1984. Calcumas a plant nutrient. Platcell and environ 7.397-405

Ladrón, G.,V.R. Quiroz, S., C. Acosta, P., J.C. Pimentel, A., L.A. Quiñones, E., E.I. 2004. Hortalizas, las llaves de la energía. Revista digital universitaria. Vol.5. Núm.7. Coordinación de publicaciones digitales. DGSCA-UNAM. Pp.30. ISSN: 1067-6079.

- Lara, H. A. 1998. soluciones nutritivas para cuatro etapas fenológicas del jitomate. Tesis de Doctor en ciencias. Colegio de posgraduado. Montecillo, México.
- López, C., A. F. 2003. Manual Para la Preparación y Venta de Frutas y Hortalizas Del campo al mercado. FAO. INTA E.E.A. Balcarce, Argentina. ISSN 1020-4334
- López Zamora C.M. 2003. Cultivo del pepino. CENTA. Guía técnica. No.17. San Andrés, La Libertad.
- Disponible desde: < <http://www.agromovil.org/index.php/documentos/guias-tecnicas/hortalizas/110--92/file> >. [Consulta 17 de enero de 2017].
- López, C. 2008. Guía técnica del cultivo de pepino. CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Guía técnica No.17. p-13.
- Disponible:<http://www.centa.gob.sv/uploads/documentos/guía-pepino.pdf>. [Consulta: 17 de enero de 2017].
- López Elías 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. Chile. Vol.29. Num.2. Pp.21-27.
- 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.
- 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.
- Marcano, Carmen, Acevedo, Ingrid, Contreras, Jorge, Jiménez, Odalis, Escalona, Argelia, & Pérez, Pablo. (2012). Crecimiento y desarrollo del cultivo pepino

(*Cucumis sativus* L.) en la zona hortícola de Humocaro bajo, estado Lara, Venezuela. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 3(8), 1629-1636. Recuperado en 22 de abril de 2017, de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php>

Marín, L. y Pérez, H. 1976. Estudio de la distancia de siembra en pepino (*Cucumis sativus*). Centro agrícola. La Habana, Cuba. 3(9)31-2

Mascarell I, José., 1979. Contraste de soluciones nutritivas: pepino en hidroponía. Xoba: revista de agricultura. Vol. 2. Núm. (3) p. 145-161

Disponible: <http://mdc.ulpgc.es/cdm/ref/collection/xoba/id/52>. [Recopilado 16 de abril 2017].

Méndez, P., A. (2016) en su trabajo de evaluación de pepino (*Cucumis sativus*. L), Tesis Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Torreón, México.

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-Pérez, Esaú del C., Sánchez-del Castillo, Felipe, González-Molina, Lucila, Pérez-Mercado, Claudio A., Magaña-Lira, Nataniel, 2011. Efectos del volumen de sustrato y niveles de N-P-K en el crecimiento de plántulas de pepino *Terra Latinoamericana* [Fecha de consulta: 23 de abril de 2017] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319955006> ISSN

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

Parra Terraza, S., Baca Castillo, G. A., Tirado Torres, J. L., Villarreal Romero, M., Sánchez Peña, P., Hernández Verdugo, S., 2009. calidad del fruto, composición y distribución de elementos minerales en pepino en respuesta a silicio y al potencial osmótico de la solución nutritiva. *Terra Latinoamericana*.

[Fecha de consulta: 23 de abril de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57311834005>> ISSN

PC-021-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pepino. 17 Pág.

Peña Cabriales, J, J. Grageda Cabrera, O. A. Vera Núñez, J. A., 2002. Manejo de los fertilizantes nitrogenados en México: uso de las técnicas isotópicas (15n) Terra Latinoamericana. VOL. (20) NUM (1) (enero-marzo): [Fecha de consulta: 22 de enero de 2017] Disponible en:<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57320109>> ISSN.

Preciado R., P., G. A. Baca C., J. L. Tirado T., J. Kohashi-Shibata, L. Tijerina C. y A. Martínez G. 2003. Nitrógeno y potasio en la producción de plántulas de melón. Terra 20: 267-276.

Preciado R., P., G. A. Baca C., J.L. Tirado T., J. Kohashi S., L. Tijerina Ch. y A. Martínez G. 2004.Presión osmótica de la solución nutritiva y producción de plántulas de melón, terra 21(4):461-470

Pujos, P. y P. Morard. 1997. Effetsod potassium deficiency on tomato growth and mineral nutrition at the early production stage. PlantSoil 189: 189-196.

Ojeda, T., C.N. 2011. Producción y calidad de genotipos de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo un sistema orgánico a campo abierto. Tesis. UAAAN UL. Torreón Coahuila México. Pp. 2-47.

Reche, M., J. 2011. Cultivos de pepino en invernadero. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Madrid. Pp.50 ISBN: 98-84-491-1112-9.

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

- Rijck, G. y E. Schdrevens 1998. Cationic specification in nutrient solution as a function of pH. *J. Plant Nutr.* 21 (7&8): 861-870.
- Salvador Sola F.J. 2015. Gestión integrada de plagas en pepino bajo invernadero. Documentos técnicos. Núm. 08. Cajamar Caja Rural. Pp.32.
- Sasilimas, H. et al. 2012. Manual de producción de pepino bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia.
Disponibile desde > See more at:<https://www.intagri.com/articulos/horticultura-protegida/produccion-de-pepino-en-invernadero#sthash.pgbFqgGN.dpuf> <
[consulta 18 de abril 2017].
- SIAP. 2012. Servicio de información Agroalimentaria y Pecuaria. El cultivo del pepino. [Disponibile en línea]. www.siap.gob.mx. [Consulta: 17 de enero de 2017].
- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA, México. 2017. Disponibile en <http://www.campomexicano.gob.mx/boletinsiap/002-e.html>. 2013. [Consulta: 17 de enero de 2017]
- Segal, B.G. 1989. Chemistry experiment and theory. Wiley-Interscience publication. U.S.A. 2008. P.
- Smith, G. S.; Johnston, C. M. and Cornforth, I. S. 1983. Comparison of nutrient solutions for growth of plants in sand culture. *New Phytol.* 94:537-548.
- Suniaga, J.; Rodríguez, A.; Rázuri, L.; Romero, E. y Montilla, E. 2008. Fertilización, mediante fertirriego, durante diferentes etapas del ciclo de cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) en condiciones de bosque seco pre montano. *Agria Andina.* 15:56-65
- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154.

Steiner,A.A. 1966. The influence of the chemical composition of a nutrient solution on the production of tomatoes plants. Plant soll. 24.434-466.

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

Steiner, A.A. 1973. The selective capacity of tomato plants for ions in a nutrient solution. pp. 43-53. In: Proceedings 3rd International Congress on Soilless Culture. Wageningen, the Netherlands.

Steiner, A.A. 1980. The selective capacity of plant for ions and its importance for the composition and treatment of the nutrient solution.

Steiner, A.A. 1984. The universal nutrient solution. pp. 633-650. In: Proceedings 6th International Congress on Soilless Culture. Wageningen. The Netherlands.

Urrestarazu, G.M. 2000. Manual de cultivo sin suelo. Ediciones mandí prensa. Almería España

Villegas, T.O.G., Sánchez, G.P., Baca. CG.A., Rodríguez M.M.M Trejo, A.

C., Sandoval, V.M Y Cárdena, S.E.2005. Crecimiento y estado nutrimental de plántulas de tomate en soluciones nutritivas con diferentes porcentajes concentración de calcio y potencial osmótico. Terra latinoamericano.23:1:49-56.

Torres, M.A. 2007. Producción de hortalizas todo el año. Disponible: http://www.entwicklung.at/uploads/media/5_manual_f%C3%BCr_Gemuesebau.pdf. (Consulta 17 de enero 2017).

ZAMUDIO, G., B. FELIX R, .A. 2014, producción de pepino bajo invernadero en valles altos del estado de México. Inifap.

VII. APENDICE

Cuadro A1. Cuadrados medios de significancia peso del fruto de pepino (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Solución Steiner	3	89372	29790	5.85	0.0014**
Planta	4	30824	7706	1.51	0.2095
Planta*S.Steiner	12	76879	6406	1.26	0.2668
Error	60	305396	5089		
Total	79	502471			
<hr/>					
R ²	0.39	Coef. Var. (%)	26.7		Media
	266.47				

*Si Pr > F es menor que 0.05 induce que hubo diferencia significativa.

**Si Pr > F es menor que 0.01 induce que hubo diferencia altamente significativa.

*** si Pr > F es mayor que 0.05 induce que no hubo diferencia significativa.

Cuadro A2. Cuadrados medios de significancia largo del fruto de pepino (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Solución Steiner	3	2.13984375	0.71328125	0.13	0.9389***
Error	16		5.35937500		
		85.75000000			
Total	19	87.88984375			
<hr/>					
R ²	0.02	Coef. Var. (%)	11.68		Media
					19.81

*Si Pr > F es menor que 0.05 induce que hubo diferencia significativa.

**Si Pr > F es menor que 0.01 induce que hubo diferencia altamente significativa.

*** si Pr > F es mayor que 0.05 induce que no hubo diferencia significativa.

Cuadro A3. Cuadrados medios de significancia diámetro del fruto de pepino (cm) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Solución Steiner	3	3.01	1.00	4.68	0.0053**
Planta	4	0.73	0.18	0.86	0.4941
Planta*S.Steiner	12	2.17	0.18	0.84	0.6083
Error	60	12.89	0.21		
Total	79	18.81			

R2 0.31

Coef. Var. (%) 10.05

Media 4.61

R2 0.31 Coef. Var. (%) 10.05 Media 4.61

*Si Pr > F es menor que 0.05 induce que hubo diferencia significativa.

**Si Pr > F es menor que 0.01 induce que hubo diferencia altamente significativa.

*** si Pr > F es mayor que 0.05 induce que no hubo diferencia significativa.

Cuadro A4. Cuadrados medios de significancia solidos solubles (°brix) del fruto de pepino (g) resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr> F
Solución Steiner	3	0.05	0.01	0.13	0.94***
Error	16	2.22	0.12		
Total	19	2.28			

R²0.023 **Coef. Var. (%) 10.29**

Media 3.62

*Si Pr > F es menor que 0.05 induce que hubo diferencia significativa.

**Si Pr > F es menor que 0.01 induce que hubo diferencia altamente significativa.

*** si Pr > F es mayor que 0.05 induce que no hubo diferencia significativa.

Cuadro A5. Cuadrados medios de significancia de rendimiento kg/m² resultado de la evaluación de pepino con porcentajes de solución nutritiva Steiner en invernadero, ciclo primavera-verano. UAAAN-UL-2017.

Fuente de variación	G,l	Suma de cuadrados	Cuadrados media	F calculada	Pr > F
Solución Steiner	3	357489	4.43	3.65-4.78	0.0019**
Error	16	430814			
Total	19	7883003			

*Si $Pr > F$ es menor que 0.05 induce que hubo diferencia significativa.

**Si $Pr > F$ es menor que 0.01 induce que hubo diferencia altamente significativa.

*** si $Pr > F$ es mayor que 0.05 induce que no hubo diferencia significativa.