

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Rendimiento y Calidad del Pepino (*Cucumis sativus L.*) Injertado y Cultivado en  
Tres Ambientes Protegidos.

Por:

**DEUDIÉL VELÁZQUEZ PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2020

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Rendimiento y Calidad del Pepino (*Cucumis sativus* L.) Injertado y Cultivado en  
Tres Ambientes Protegidos.

Por:

**DEUDIEL VELÁZQUEZ PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Valentín Robledo Torres

Asesor Principal



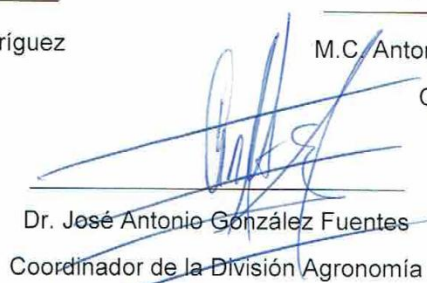
Dr. Miguel Ángel Pérez Rodríguez

Coasesor



M.C. Antonio Reyes Cabrera

Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes  
Coordinador de la División Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Marzo. 2020

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios**, por darme las fuerzas suficientes durante el transcurso de mi carrera profesional y por darme la dicha de disfrutar cada uno de mis sueños cumplidos, al lado de las personas que amo, mi familia. Que a pesar de todas las dificultades y debilidades que se me presentaron pude salir adelante.

**A mi Alma Mater**, la gloriosa Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Más que mi universidad es mi segunda casa donde pase cuatro años y medio de mi vida como estudiante formándome como buena persona y como profesionista con valores, por abrirme las puertas para culminar con mis estudios, con orgullo te representaré a donde valla.

### **A mis asesores:**

**Dr. Valentín Robledo Torres**, por la confianza y enseñanza que me brindó para realizar este trabajo, el tiempo disponible para ayudarme en las correcciones de este trabajo de tesis y todo el apoyo que me brindó.

**M.C. Antonio Reyes Cabrera**, por su tiempo, paciencia y confianza que depositó en mi durante toda la etapa de este trabajo.

**A mis maestros** por el conocimiento que decidieron compartir conmigo, gracias por contribuir con este logro por dedicar tiempo y dar lo mejor.

**Al Departamento de Horticultura** por haberme permitido realizar este trabajo de investigación, a sus profesores que de alguna manera me brindaron sus conocimientos y a todas y cada una de las personas que forman parte de este Departamento, me llevo muy buenos momentos y mucho aprendizaje.

**A mis compañeros y amigos;** Ervin Daniel y Olga Ireni, que me apoyaron para concluir este trabajo gracias por sus ánimos y motivación. A mis compañeros; Francisco “oso”, Filadelfo y Antonio. A mis compañeros de cuarto; Heyman, Osiel, Yoni Martin, Ismael, Rodimiro, Rosita y Linda.

## DEDICATORIA

### **Este trabajo de tesis está dedicado especialmente:**

A mis queridos padres; **Elías Velázquez Pérez** y **Amalia Pérez García** con respeto, cariño y amor me dieron la oportunidad de ser alguien en la vida, por sus esfuerzos, sacrificios, sus nobles consejos y dando siempre lo que está a su alcance para sus hijos, con el fin de lograr este logro. Que aquello por lo que ustedes tanto sacrificaron está teniendo recompensa.

A mis hermanos; **Fidermindo, Jeremias, Marilinda, Leydi Flor, Areli Hester, Edgar y Ervin**, que siempre me brindaron su apoyo y motivación para realizar este trabajo, pues yo hubiera querido que todos hubieran seguido estudiando para que fueran unas mejores personas preparadas en cuanto a nivel académico para un mejor futuro y tuvieran un mejor estilo de vida. Ahora compartir mis triunfos con ustedes es lo mejor de mi vida, que lo sientan tan mío como suyos es lo que me llena el alma.

Y en general a toda mi familia y mis amigos por su apoyo brindado en mi estancia en la universidad. Que de una forma u otra siempre me han apoyado, dándome consejos guiándome por el buen camino, y apoyándome para ser la persona que he logrado ser durante el trayecto de mi vida y mi formación como un profesional.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>i</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>ii</b>
INDICE DE CUADROS .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	vii
<b>RESUMEN</b> .....	<b>1</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>Objetivos generales y específicos</b> .....	<b>3</b>
<b>Hipótesis</b> .....	<b>3</b>
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
Origen e historia .....	4
Clasificación taxonómica .....	4
Importancia del cultivo en México .....	5
<b>MORFOLOGÍA DEL PEPINO</b> .....	<b>7</b>
Sistema de raíces.....	7
Tallo .....	8
Zarcillo.....	8
Hojas .....	8
Flor .....	9
Semilla.....	9
Fruto.....	10
Usos del pepino.....	10
Calidad de fruto de pepino .....	10
Valor nutricional del pepino .....	11
<b>REQUERIMIENTOS AMBIENTALES DEL PEPINO</b> .....	<b>11</b>
Temperatura.....	12
Humedad.....	12
Luminosidad.....	12

Precipitación.....	12
REQUERIMIENTOS EDÁFICOS .....	13
Suelo .....	13
Salinidad .....	13
pH.....	13
AGRICULTURA PROTEGIDA E INVERNADEROS.....	13
Producción en Invernadero .....	14
Manejo del cultivo en agricultura protegida .....	16
Riego.....	16
Fertilización .....	17
Poda.....	18
Tutorado del cultivo .....	18
Polinización .....	19
Cosecha .....	19
Plagas en el cultivo de pepino.....	20
Enfermedades en el cultivo de pepino .....	20
Injerto en hortalizas .....	21
Peculiaridades del injerto .....	22
Injerto en cucurbitáceas .....	23
Características de los portainjertos .....	23
Desventajas del injerto en hortalizas.....	24
Tipos de injertos en hortalizas.....	25
Injerto de púa o cuña en hendidura.....	25
Injerto de aproximación .....	26
FACTORES QUE INFLUYEN EN LA UNIÓN DEL INJERTO .....	27
Humedad.....	27
Oxígeno.....	27
Temperatura.....	28

Compatibilidad.....	28
Superficie de contacto .....	28
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>29</b>
Ubicación del experimento .....	29
Material vegetal .....	29
Preparación de sustratos.....	30
Siembra del cultivo .....	30
Realización del injerto .....	30
Manejo de plántulas post-injerto.....	31
Trasplante .....	31
Marco de plantación .....	31
Tutoreo .....	32
Control de plagas y enfermedades.....	32
Riego .....	32
Cosecha .....	33
Variables evaluadas .....	33
Distribución de los tratamientos .....	36
Modelo estadístico .....	36
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
Rendimiento de fruto por planta .....	39
Número de frutos por planta.....	40
Peso promedio de fruto .....	41
Longitud de fruto .....	41
Diámetro del fruto.....	42
Sólidos solubles totales.....	43
Vitamina C.....	43
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>45</b>
<b>LITERATURA CITADA.....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Clasificación Taxonómica del Cultivo Pepino .....	4
<b>Cuadro 2.</b> Producción mundial de pepino.....	7
<b>Cuadro 3.</b> Tipos de invernaderos que son utilizados en México.....	16
<b>Cuadro 4.</b> Requerimientos nutricionales por fase del cultivo de pepino .....	17
<b>Cuadro 5.</b> Concentración de solución nutritiva Steiner aplicada al cultivo de pepino en tres ambientes. ....	33
<b>Cuadro 6.</b> Tratamientos considerados en los tres ambientes de estudio. ....	36
<b>Cuadro 7.</b> Cuadrados medios y coeficiente de variación de las variables agronómicas evaluadas en la variedad Pepino Induran con y sin injerto en calabaza. ....	38
<b>Cuadro 8.</b> Cuadrados medios y coeficiente de variación de las variables agronómicas evaluadas en la variedad Pepino Induran con y sin injerto en calabaza. ....	39
<b>Cuadro 9.</b> Valores medios en las variables agronómicas evaluadas en la variedad Pepino Induran con y sin portainjerto de calabaza .....	42
<b>Cuadro 10.</b> Valores medios en las variables agronómicas evaluadas en la variedad Pepino Induran con y sin portainjerto de calabaza .....	44



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Injerto de púa. ....	26
<b>Figura 2.</b> Injerto de aproximación .....	27

## RESUMEN

*Cucumis sativus L.*, es una especie que tiene un alto índice de consumo, tanto en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación. Sin embargo, para incrementar la producción y calidad de hortalizas en México se deben utilizar las tecnologías modernas el injerto y la agricultura protegida. El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, México. Con el objetivo de estudiar plantas injertadas y no injertadas del cultivo de pepino variedad Induran sobre calabaza (*Cucurbita moschata*) y en tres ambientes como son; Invernadero, Malla Sombra y Macro Túnel. Donde se evaluó; Rendimiento de fruto por planta (RFPP), Numero de frutos por planta (NFPP), Diámetro del fruto (DF), Peso promedio del fruto (PPF), Largo del fruto (LF), Vitamina C (VC) y Sólidos Solubles Totales (°Brix). Las variables se analizaron bajo el diseño bloques al azar. Los resultados muestran significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre tratamientos RFPP, NFPP, PPF DF y VC. Concluyendo que el uso de invernadero y portainjertos incrementaron significativamente el rendimiento de fruto por planta, por lo tanto, se recomienda el uso de estas tecnologías en la producción de pepino. Así mismo se encontró que la mayor cantidad de frutos (23) fueron cosechados en la condición de macrotúnel, con mayores temperaturas por lo tanto se infiere que éste factor fue determinante para lograr alta producción de fruto. Mientras que la mayor calidad de fruto fue obtenida en plantas sin portainjertos, por lo tanto, se infiere que la mayor traslocación de agua que indujo el portainjerto puede reducir la cantidad de vitamina C, entre otros factores de calidad.

**Palabras clave:** injerto, agricultura protegida, rendimiento, portainjerto, pepino.

## INTRODUCCIÓN

El cultivo del pepino (*Cucumis sativus. L.*) es una hortaliza que se cultiva a nivel mundial, y se puede consumir en fresco, en ensalada, en curtido en vinagre, además de ser utilizado ampliamente en la industria farmacéutica, por su contenido nutraceutico aporta grandes beneficios a la salud. A nivel nacional, el pepino alcanzó una superficie sembrada de 6,614 hectáreas teniendo una producción total de 848,636 toneladas con un rendimiento promedio de 27.089 ton/ha (SIAP, 2018). Los principales estados productores de pepino a nivel nacional son; Sinaloa, Michoacán, Sonora, Morelos, Guanajuato y Colima. Uñates (2018) menciona que este cultivo tiene importancia en muchas regiones, cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, por lo cual necesita desarrollarse en condiciones de cultivo bajo agricultura protegida.

Schwarz *et al.* (2010) mencionan que el uso del injerto representa una técnica alternativa para la producción de hortalizas, como en solanáceas y cucurbitáceas, que poco a poco se ha ido implementando en la agricultura. La principal finalidad del injerto en hortalizas es obtener resistencia a enfermedades del suelo disminuyendo problemas por estrés de tipo biótico y abiótico.

Para incrementar la producción y calidad de hortalizas en México (Jones, 2008) sugiere que se deben utilizar las tecnologías modernas disponibles. Entre éstas se encuentran el injerto y la agricultura protegida. Los cultivos en invernadero de tecnología media ofrecen al horticultor la ventaja de controlar con precisión el

riego, control de plagas y enfermedades y darles un uso más adecuado a los fertilizantes aplicados a las plantas de acuerdo a su etapa fenológica.

Olea (2016) menciona que el uso de los plaguicidas en la agricultura provoca daños al ambiente y a los seres vivos, además, representa peligro para los agricultores durante su manipulación. Para disminuir el uso de plaguicidas en la agricultura se han empleado diferentes técnicas de manejo que han sido exitosas, entre ellas destaca el injerto, que es una técnica cultural que constituye un importante componente en el manejo integrado de plagas y enfermedades, tanto en cucurbitáceas como en solanáceas. Con respecto a lo antes mencionado, se planteó como objetivo general estudiar el cultivo de pepino con y sin portainjerto en tres ambientes de producción. Con los objetivos específicos: determinar la efectividad de la técnica del injerto en base a los rendimientos y calidad de fruto y determinar en qué ambiente de agricultura protegida se desarrollan mejor las plantas injertadas y no injertadas. Lo anterior bajo las hipótesis siguientes:

Las plantas injertadas obtendrán mejores rendimientos en comparación con las no injertadas.

Los ambientes influenciarán en la productividad de las plantas de pepino injertadas y no injertadas.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen e Historia

El cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) fue llevado a Europa antes de nuestra era y fue introducido en América por los primeros viajeros y exploradores. En África tropical probablemente llegó primero al oeste con los portugueses, se originó en las regiones tropicales del sur del Himalaya entre Asia y la India, siendo cultivado en la India desde hace más de 3000 años. De la India se extiende a Grecia y de ahí a Roma, y se introdujo en el Este de China hace más de 2000 años (Grubben & Denton, 2004).

### Clasificación Botánica

**Cuadro 1. Clasificación Taxonómica del Cultivo Pepino (Lara, 2013)**

Reino:	Vegetal
Tronco:	Cormofitas
División:	Antofitas o espermatofitas
Subdivisión:	Angiospermas
Clase:	Dicotiledóneas
Grupo:	Dialipétalas
Orden:	Cucurbitales
Familia:	Cucurbitáceas
Género:	<i>Cucumis</i>
Especie:	<i>sativus</i>
Nombre común:	Pepino.
Nombre científico:	<i>Cucumis sativus</i> .L.

## Importancia del Cultivo en México

El cultivo del pepino (*Cucumis sativus*) tiene un alto índice de consumo, en fresco como industrializado, representando una alternativa de producción para el agricultor, tanto para mercado interno, como con fines de exportación.

En México el cultivo de pepino genera divisas por más de 6 mil millones de pesos, con una producción de más de 1,072,000 toneladas en alrededor de 16,130 hectáreas de superficie cultivadas. Para el año 2019 los estados mexicanos con mayor producción de pepino fueron: Sinaloa con 266,270 toneladas, Sonora 147,227 toneladas, Michoacán 63,053 toneladas y Guanajuato con 40,446 toneladas (SIAP, 2019). La utilización de la tecnología en la agricultura ha modificado la forma de producir alimentos incrementando los rendimientos y estando en constante cambio para adaptarse las problemáticas actuales (Hernández *et al.*, 2014).

El pepino es un producto hortícola de gran consumo en el mundo (SIAP, 2019). Su demanda se debe a que el pepino, además de ser una fuente importante de fibra dietética con bajo aporte calórico, posee propiedades antioxidantes, además su exportación contribuye a la generación de divisas y empleos.

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

El pepino se ha considerado como una de las hortalizas que nuestro país exporta a los Estados Unidos durante el periodo invernal, destacando el Estado de Sinaloa. Por su parte Olvera (1998) menciona que los factores que han influenciado para que se de esta situación están: el tipo de suelo, el desarrollo tecnológico, los microclimas de las diversas regiones, las eficiencias del sistema de riego, la cercanía con la frontera y sobre todo la organización de los productores que han sabido explotar este nicho de mercado.

México ocupa el décimo quinto lugar en el ranking de países productores de pepino con un 0.66% de la producción mundial.

En México el cultivo de pepino es de bastante importancia, tanto que es el segundo productor de América, detrás de EEUU. La comercialización de la misma es dependiente de las necesidades del mercado estadounidense, ya que México exporta un 80% de la producción nacional.

**Cuadro 2. Producción mundial de pepino.**

<b>País</b>	<b>Producción mundial 2011 (Ton)</b>	<b>(%)</b>
1. China	47 310 000	73.16
2. Irán	1 819 000	2.81
3. Turquía	1 749 174	2.70
4. Fed. Rusa	1 202 360	1.86
5. Ucrania	966 000	1.49
6. EEUU	772 720	1.19
7. España	720 198	1.11
8. Egipto	665 070	1.03
9. Japón	584 600	0.90
10. Indonesia	521 535	0.81
11. Polonia	510 892	0.79
12. Irak	495 616	0.77
13. Holanda	430 000	0.66
14. Uzbekistán	430 000	0.66
<b>15. México</b>	<b>425 433</b>	<b>0.66</b>

(SAGARPA, 2014).

## **Morfología del Pepino**

### **Sistema de raíces**

Parsons (1997) informa que este cultivo es de sistema radicular muy abundante, sus raíces secundarias y los pelos absorbentes son muy superficiales además es una planta de hábito rastrero o trepador.



Esta planta tiene una raíz principal pivotante que puede alcanzar de los 60 cm de profundidad hasta un metro en suelos sueltos y profundos. De esta raíz pivotante principal se ramifican numerosas raíces secundarias muy finas, la raíz de esta cucurbitácea absorbe gran cantidad de agua y crece muy rápidamente (Marmol, 2012).

### **Tallo**

Los tallos de pepino son de crecimiento indeterminado, son de color verde, se encuentran muy ramificados y tienen sección cilíndrica o cuadrangular en plantas jóvenes. También en el tallo se encuentran diminutas formaciones vellosas estas se localizan tanto en los tallos principales como en los secundarios, dicha vellosidad está formada por diminutos pelos punzantes que lo hacen desagradable al tacto. En el tallo principal se insertan las hojas de cuyas axilas brotaran las ramificaciones secundarias, las flores y los zarcillos opuestos a la hoja. La longitud de entrenudos de plantas adultas suele estar a 10 cm de distancia (Marmol, 2012).

### **Zarcillo**

Son estructuras que le sirven a la planta para sostenerse y sujetarse, dada su condición de planta trepadora. Son sencillos y no pueden ramificarse (Valadez, 1998).

### **Hojas**

López (2003) menciona que las hojas de este cultivo son simples acorazadas pecioladas, palmonervadas, alternas pero opuestas a los zarcillos, son de característica

áspera y poseen de tres a cinco lóbulos angulados y triangulares, epidermis con cutícula delgada que minimiza la transpiración excesiva.

## **Flor**

Las flores de este cultivo son unisexuales, de localización axilar y color amarillento. Contiene flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se considera botánicamente una planta dioica de polinización cruzada. Las flores masculinas tienen el cáliz acorazado con cinco dientes acumulados en forma de lesna, corola adherida al cáliz, en forma de campana. Mientras que las flores femeninas tienen la corola y el cáliz igual que las masculinas, tres filamentos estériles, un estilo y tres estigmas. También se menciona que los días con temperatura baja y suficiente agua inducen a la formación de mayor número de flores femeninas, por el contrario, si los días son de temperatura muy alta y sequía, estas condiciones favorecen a la formación de flores masculinas (López, 2003).

## **Semilla**

En las semillas de pepino existen tegumentos que tienen la funcionalidad de proteger las sustancias nutritivas y el embrión. Esto es muy importante porque de éstas depende que la semilla germine y se desarrolle eficazmente y forme una plántula normal. Las semillas de pepino tienen como características un color amarillento blanquecino, un tamaño aproximado de 8 a 10 mm de longitud, son lisas y aplastada de forma oval (Marmol, 2012).

## **Fruto**

El fruto de esta hortaliza es pepónide el cual es cilíndrico, largo, de peso y tamaño variable, de color verde y carnoso, su tamaño depende mucho de la variedad o tipo de fruto. La pulpa que posee es de color blanquecino con un sabor refrescante. Tiene semillas repartidas en lo largo del fruto, estas son muy definidas en los frutos originados por polinización y ausentes en los frutos que son partenocárpicos (Mármol, 2011).

## **Usos del Pepino**

Pepinos destinados al consumo en fresco: Son más largos, suaves y deben tener menos protuberancias que los pepinos destinados a la industria, su piel debe ser más dura y brillante y de un color verde más uniforme.

Pepinos destinados a la industria: Deben cumplir con los requisitos mínimos de calidad, estar frescos y firmes, pero no totalmente desarrollados ni maduros. Su tamaño es menor a los pepinos destinados al consumo en fresco (Green, 2012).

## **Calidad del Fruto de Pepino**

Kader (1996) menciona que la composición y calidad del fruto dependen del genotipo, manejo agronómico del cultivo (densidad de plantación, fertilización, irrigación, al igual que el control de plagas y enfermedades), condiciones climáticas, estado de madurez a la cosecha y el método de cosecha.

## **Valor Nutricional del Pepino**

En 100 g de parte comestible, los pepinos poseen alto contenido de agua (96,7 %) y pocas calorías; además contienen vitamina A, vitamina B1, vitamina B2, vitamina B3, vitamina C, y minerales como calcio, potasio, hierro, fósforo y magnesio.

Beneficios a la salud que puede aportar el pepino son:

- Capacidad antioxidante.
- Propiedades antiinflamatorias.
- Ayuda a eliminar el colesterol.
- Regula la hipertensión.
- Regula los niveles de azúcar en la sangre.
- Regula el tránsito intestinal.
- Reduce los riesgos de padecer cáncer de colon.
- Elimina el estreñimiento.
- Alivia los síntomas de la bronquitis, los catarros y otras enfermedades respiratorias (Riquero, 2015).

## **Requerimientos Ambientales del Cultivo de Pepino**

Este cultivo es una planta de clima templado a cálido por lo que requiere menos calor que el melón, pero le perjudica el calor excesivo y la humedad (Carpio, 2008).

## **Temperatura**

Duran (2008) menciona que el pepino es un cultivo apropiado para regiones de temperatura media cálida, o sea, entre 20 a 28 °C a medida que la temperatura es más baja, se disminuye el porcentaje de germinación de la semilla y la planta está expuesta al ataque de hongos.

## **Humedad**

Las plantas de pepino son exigentes al balance de humedad del suelo, debido a su sistema radical de débil desarrollo y a las características de la cutícula de sus hojas, lo cual es de gran importancia biológica. Para que se produzca una fructificación normal y un buen desarrollo de las plantas, la humedad del suelo debe ser de 70-80% de la capacidad de campo (Uñates, 2018).

## **Luminosidad**

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad incluso en días cortos (menos de 12 horas luz). A mayor cantidad de radiación solar, mayor es la producción, además una alta intensidad de luz estimula la fecundación de las flores, mientras que una baja intensidad de luz, la reduce (Zamudio y Félix, 2014).

## **Precipitación**

La precipitación, así como la humedad, deben ser relativamente bajas para que sea menor la incidencia de enfermedades. La calidad de frutos en áreas húmedas es más baja que en las zonas secas (Casaca, 2005).

## **Requerimientos Edáficos**

### **Suelo**

Arias (2007) señala que este cultivo se puede cultivar en cualquier suelo, pero responde mejor en suelos arcillo-arenosos a francos bien drenados. Si el suelo no es ideal, hay que proveer las condiciones adecuadas para prevenir el exceso de agua.

### **Salinidad**

Adame (2001) afirma que a través de la investigación con el paso de los años se dice que el cultivo de pepino está considerado como medianamente tolerante con valores de 3,840 a 2,560 ppm.

### **pH**

En cuanto a pH, el cultivo se adapta entre 5.5 y 7. Procurando evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5.

## **Agricultura Protegida e Invernaderos**

La agricultura protegida, es un sistema de producción especializado bajo diversas estructuras, con la finalidad de proteger los cultivos, al minimizar las restricciones y efectos que imponen los fenómenos climáticos. Las instalaciones y equipos deben ser planeados para que, en función de la aptitud climática del sitio seleccionado, se satisfagan las variables agronómicas dependiendo los cultivos a producir (Cuadro 3).

## **Producción en Invernadero**

La implementación de la producción hortícola en invernadero genera fuentes de trabajo, disminuye el riesgo de la producción e incrementa la rentabilidad del sector productivo; además de que disminuye la contaminación ambiental y los daños a la salud.

Esta hortaliza se siembra en invernaderos y bajo este sistema de producción siempre permite obtener producción de calidad con altos rendimientos en cualquier época del año, dichos incrementos le permiten al agricultor invertir tecnológicamente para su explotación. Mediante los invernaderos se pueden crear condiciones ambientales favorables para los cultivos. La producción de pepino en invernadero en el noroeste de México ha sido un éxito, al obtenerse altos rendimientos con un solo ciclo, siendo este de 108 días en invierno, lo que da oportunidad de realizar dos siembras al año prolongando así la ventana de producción (Hernández, 2006).

De acuerdo con (Portillo, 2006) existen ventajas y desventajas de los sistemas protegidos, los cuales son los siguientes:

## **Ventajas**

- Aumentar la calidad y el rendimiento de los cultivos
- Obtener productos fuera de época, más ciclos de producción/año
- Control climático (temperatura y humedad relativa)
- Ahorro de insumos como agua y fertilizantes
- Mano de obra permanente y no estacional
- Disminuye costos de producción por unidad producida
- Producción de alimentos en lugares donde las condiciones climáticas y la disponibilidad de agua o de suelo no lo permiten
- Integra de manera más eficiente la producción primaria con grandes volúmenes y de calidad.

## **Desventajas**

- La inversión inicial es alta
- Alto costo de operación
- Personal capacitado y especializado
- Alto grado de conocimiento del cultivo
- Cambio de mentalidad del productor, accionista-inversionista



**Cuadro 3. Tipos de invernaderos utilizados en México.**

<b>Tipo</b>	<b>Estructura</b>	<b>Resistencia a vientos Km/hr</b>	<b>Precio·m<sup>-2</sup> (Pesos)</b>
Macro Túnel	Acero, sin paredes frontales o laterales	Hasta 55	35-65
Malla Sombra	Metaliza, malla antiafidos perimetral	Hasta 120	80-110
Invernadero Tropicalizado	Acero ventilación cenital, malla antiafidos perimetral, control climático.	Hasta 120	210-250
Invernadero Para Clima Templado	Acero ventilación cenital, malla antiafidos perimetral, control climático.	Hasta 120	280-350
Invernadero Para Cualquier Clima	Acero ventilación cenital, malla antiáfidos perimetral, automatizado.	Hasta 120	380-490

Fuente: (AMCI, 2010).

### **Manejo del Cultivo en Agricultura Protegida**

#### **Riego**

López *et al.*, (2011) recomiendan que, 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, y, además, se debe evitar generar estrés en las plantas.

No tolera excesos de agua por lo que se produce en zonas con una precipitación entre los 500 y 1200 mm/año. Los requerimientos hídricos promedio del cultivo durante su ciclo están alrededor de 3.65 mm/día, lo que equivale 1.28 litros por planta al día (Romero *et al.*, 2009).

### Fertilización

Steward (2011) menciona que la fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de nutrientes, se produce una mayor cantidad de biomasa (Cuadro 4). Si bien la fertilización adecuada y balanceada tiene un efecto muy importante en la protección ambiental por lo que es necesario manejar el cultivo y los nutrientes utilizando prácticas agronómicas que permiten un manejo seguro. En cuanto a los elementos menores varían dependiendo al tipo de suelo y el agua a utilizar como se muestra en el siguiente cuadro. (Igarza *et al.*, 2006)

**Cuadro 4. Requerimientos nutricionales por fase del cultivo de pepino (Mg/planta/día), relación y dosis de agua a aportar (l/pl/día).**

Ciclo	Fases de Desarrollo	N	P	K	Mg	Relación N-P-K-Mg
3	1	200	80	200	50	1-0.4-1-0.25
	2	480	148	395	48	1-0.31-0.83-0.10
	3	600	150	720	60	1-0.25-1.2-0.10

Fases de desarrollo consideradas en el pepino: 1.- Trasplante – inicio de floración (10-25 días); 2.- Inicio de floración- inicio de cosecha (26 a 45 días); 3.- Inicio de cosecha – producción – final (46-90 días).

## **Poda**

Consiste en eliminar brotes, hojas y frutos que no sean de interés para los fines productivos del cultivo. A partir de los 40 a 50 cm, se eliminan todos los brotes laterales que aparecen en el tallo principal y se deja un fruto en cada axila, hasta que la planta alcance cierta altura dependiendo el manejo que le da el productor (Hochmuth, 2001; Sasilimas *et al.*,2012).

## **Tutorado del Cultivo**

Alvares (2018) menciona que las plantas de pepino bajo cubierta plástica o malla, presentan un crecimiento vigoroso caracterizado, por lo cual se emplea un sistema de tutorado que ayuda a mantener la planta levantada verticalmente, además de facilitar y hacer más eficiente las labores culturales como las podas y cosechas durante el ciclo del cultivo. Se emplean principalmente dos técnicas de tutorado:

**Sistema holandés:** En este se utilizan hileras dobles con un espaciamiento entre las plantas de 30 a 40 cm dentro de las hileras.

**Sistema español:** Este puede utilizarse en todas las estructuras de malla negra. Es importante notar que en el tutorado español se utilizan hileras simples. El espaciamiento es de 30 a 40 cm dentro de la hilera y de 110 a 150 cm entre hileras. Siendo el español el menos demandante de mano de obra.

## **Polinización**

La polinización es principalmente a través de insectos, aunque también existe algo de tendencia a la partenocarpia. Las flores hembras de estas plantas sólo son activas para ser fecundadas durante determinadas horas del día. Si la polinización no sucede durante ese tiempo, aunque la fruta crezca no servirá para exportar o vender en el mercado local por su malformación (Arias, 2007).

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. las abejas se deben introducir cuando aparecen las primeras flores (Casaca, 2005).

## **Cosecha**

Respecto al inicio de cosecha, esta se efectúa a mediados o, a finales de la fase exponencial de crecimiento, lo que podría depender del genotipo y las condiciones ambientales. Los pepinos se cosechan en diversos estados de desarrollo, cortándolos con tijera y no arrancándolos. Así mismo, existen otros índices de cosecha como la firmeza, tamaño y coloración, además, el periodo entre floración y cosecha puede ser de 55 a 60 días, con rendimientos promedio de 20 a 30 frutos por planta (Contreras *et al.*, 2012).

## Plagas en el Cultivo de Pepino

Para este cultivo existen diferentes especies patógenas denominadas insectos plaga, de los cuales se puede mencionar el minador de la hoja (*Liriomiza spp.*), que se alimenta principalmente de los frutos y el interior de las hojas, pulgones (*Aphididae spp.*), mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y trips (*Frankliniella occidentalis*) que se caracterizan principalmente por alimentarse del mesofilo de la hoja, además, son plagas resistentes a diversos insecticidas, ya que puede atacar y acabar a los estadios más maduros, pero resultan ineficientes para el huevecillo que puede persistir en diversas partes de la planta y en el suelo (Vázquez *et al.*, 2014).

## Enfermedades del Cultivo de Pepino

Las enfermedades son un agente de infección al cual se le adjudica la disminución de la producción y muerte de la planta, principalmente cuando las enfermedades atacan en las etapas fisiológicamente jóvenes del cultivo (Arcaya *et al.*, 2004).

Las enfermedades del cultivo se presentan tanto por hongos, bacterias y virus, debilitando a la planta. Algunos virus y hongos que se pueden señalar son los siguientes: el virus del mosaico de las cucurbitáceas CMV (Cucumber Mosaic Virus), antracnosis (*Coniothyrium fuckelii*), mildiu lanoso (*Peronospora destructor* (Berk.)), mildiu polvoriento (*Erysiphe cichoracearum* y *Sphaerotheca fuliginea*), además del tizón tardío (*Phytophthora infestans*) y temprano (*Alternaria solani*) que atacan a las diferentes partes vegetativas de la planta y al mismo fruto,

dichas enfermedades son causadas por diferentes agentes patógenos como hongos de diferentes órdenes, de los cuales se pueden mencionar los del orden Erysiphales y Oomycota (Sanchez *et al.*, 2004).

### **El Injerto en Hortalizas**

El injerto es el arte de unir dos piezas de tejido vivo de un determinado tipo de plantas, de tal forma que se junten y luego crezcan y se desarrollen como una sola planta. El Injerto es una técnica de propagación asexual o vegetativa artificial que permite unir dos partes vegetales, una el patrón que, por medio de su sistema radical, y eventualmente de una parte del tallo, suministra los elementos necesarios para el crecimiento de la nueva planta y la otra, el injerto (variedad) aportará las características del vegetal a multiplicar (Hartmann *et al.*, 2002).

Otros autores aportan una definición más amplia: “El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se desarrolle como una sola planta”. Predecir el resultado de un injerto es muy complicado, de un modo general se puede decir que el éxito del injerto va íntimamente ligado a la afinidad botánica de los materiales que se injertan. A esa capacidad de unión de dos plantas para desarrollarse de modo satisfactorio desde el punto de vista de la producción como una sola planta compuesta, se le llama “compatibilidad”.

De acuerdo con (Khan *et al.*, 2006) la producción de plantas injertadas comenzó en Japón y Corea, con injertos en sandía (*Citrullus lanatus*) sobre

calabaza (*Cucurbita moschata*). En los años 50, se injertó berenjena (*Solanum melongena*) sobre (*Solanum integrifolium*). Desde entonces, la superficie destinada en Japón a hortalizas injertadas ha aumentado, correspondiendo a plantas injertadas un 93 % del total de la superficie cultivada en el caso de la sandía, 72 % en pepino, 50 % en berenjena, 32 % en tomate y 30 % en todos los tipos de melones. En España se han realizado experiencias en tomate. También se han realizado experimentos en plantas de pepino (*Cucumis sativus L.*) injertados, estudiando la respuesta de estas plantas aplicándoles distintas dosis de abono nitrogenado.

En general, las ventajas del injerto en hortalizas se han estudiado en algunos experimentos en México; sin embargo, en muchas regiones del país falta información sobre las ventajas económicas de esta práctica (Kubota *et al.*, 2008).

### **Peculiaridades del Injerto**

Según (Rothenberger y Starbuck, 2008) se pueden injertar plantas del mismo género y especie, aunque sean de diferente variedad. Plantas del mismo género, pero de diferente especie, normalmente se pueden injertar, aunque pueden aparecer problemas, las plantas pueden desarrollarse peor, acortar su ciclo, etc.

Plantas de diferentes géneros tienen menos probabilidades de poderse injertar con éxito, sin embargo, hay casos en que ello es posible finalmente, aunque existen referencias de algunos éxitos sobre todo con plantas herbáceas,

también se suele admitir que no se pueden injertar con éxito plantas de diferentes familias.

### **Injerto en Cucurbitáceas**

El injerto de hortalizas en México se inició en el año 2001 siendo la comarca lagunera la que opto por esta alternativa empleándose por primera vez en cultivo de tomate, el cultivo de melón y sandía (Gaytan y Ileana, 2014).

Para realizar esta técnica se debe considerar ciertos criterios, como: presentar compatibilidad entre patrón e injerto, esto para asegurar la aceptación del cambium entre las dos especies injertadas y poder transportar la sabia a través del xilema, también es indispensable seleccionar el tipo de injerto que más se adapte a las especies a injertar (Camacho, 2013).

### **Características de los Portainjertos**

El empleo de los portainjertos tiene grandes ventajas como son: (Lee *et al.*, 2010).

- Aumento del rendimiento
- Tolerantes a enfermedades de suelo
- Se consiguen plantas más vigorosas
- Tolerancia a la salinidad
- Eficiencia en el uso del agua
- Eficiencia en el uso de nutrientes



- Tolerancia a las bajas o altas temperaturas
- Tolerancia a la asfixia radicular
- Mejora de la calidad

El empleo del portainjerto adecuado no sólo puede minimizar los problemas de enfermedades asociados a la no rotación de cultivos, sino también permite obtener plantas más vigorosas, más sanas, aumentar rendimientos, mejorar la tolerancia a altas y bajas temperaturas, a suelos salinos y a la asfixia radicular, mejorar la tolerancia a la presencia en el suelo de metales pesados y contaminantes orgánicos y alargar el ciclo de cultivo (Lee *et al.*, 2010).

### **Desventajas del Injerto en Hortalizas**

Durante el desarrollo de esta técnica, surgieron problemas como son la incompatibilidad entre patrón y variedad, costos económicos y disponibilidad de mano de obra capacitada, además, en los últimos años se han transmitido enfermedades bacterianas presentes en las semillas de portainjertos hacia los injertos, alertando a los productores para prevenir y evitar la introducción accidental de enfermedades y virus mediante el transporte de semillas y plántulas (Kubota *et al.*, 2008).

La contaminación de las heridas de la injertación, es debido a bacterias y hongos que causan la pérdida del injerto (Muñoz, 2005). Cuando en su proceso no se tiene el adecuado cuidado de limpieza y desinfección de las áreas de trabajo e instrumentos.

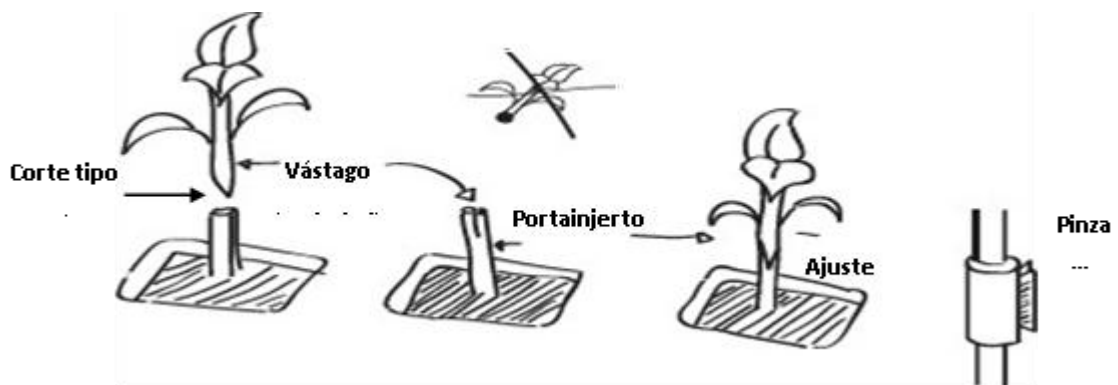
### **Tipos de Injertos en Hortalizas**

En los últimos años se han utilizado de manera frecuente métodos de injertos, utilizando cada uno para cierto tipo de plantas hortícolas. En la actualidad, en el cultivo de pepino se aplican dos tipos de injerto siendo el de aproximación y de púa los más utilizados.

**Injerto de Púa o Cuña en Hendidura.** Es un sistema muy delicado pues se elimina el sistema radicular de la planta a injertar y la parte aérea que queda, tiene un gran riesgo, puede deshidratarse si no se mantiene, tras el corte, en condiciones de alta humedad relativa, baja radiación y temperatura entre 25 y 30°C. Cuando el portainjerto tenga la primera hoja verdadera desplegada y la variedad a injertar la tenga desplegada o iniciándose este proceso será el momento de injertar. Se elimina la zona terminal del portainjerto y se hace una incisión hacia abajo en la zona central, después se corta la parte terminal de la variedad a injertar que prepararemos en forma de “v” con dos cortes, de la misma longitud que la incisión del patrón (Figura 1). Se unen patrón y cultivar, uniendo los dos cortes y los cotiledones, de manera que parezcan una sola planta, y se coloca una pinza que abrazará la zona del injerto permitiendo que las dos plantas queden en íntimo contacto. Las plantas así injertadas se deben colocar a una

temperatura de 25 a 30°C, en ambiente casi saturado y zona sombreada, manteniendo estas condiciones durante un tiempo que puede oscilar entre 5 y 7 días, luego se comenzará la fase de aclimatación, llevándose finalmente al invernadero donde estará hasta los 20 a 25 días, tiempo en que ya puede llevarse a trasplantar al terreno definitivo (Hoyos, 2012).

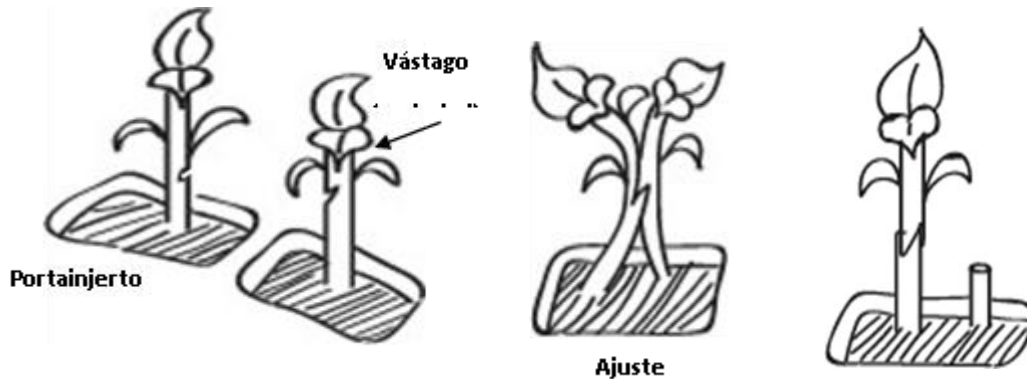
**Figura 1. Injerto de púa.**



**Injerto de Aproximación.** Se realiza cuando las plántulas que serán el portainjerto y el vástago del injerto hayan desarrollado completamente de 2 a 4 hojas verdaderas, (Figura 2). Se inicia quitando el meristemo apical de la planta que será el portainjerto para evitar que continúe crecimiento. Se corta en un ángulo de 45° hacia abajo a la mitad del hipocótilo del portainjerto por debajo de los cotiledones. Posteriormente se hace un corte igual, pero con un ángulo hacia arriba en el hipocótilo de la variedad, los cortes de los hipocótilos del vástago y el patrón se enganchan entre sí, se coloca una pinza de silicona sobre la unión para que lo sujete de manera firme. El vástago del portainjerto se deja curar

durante 3 a 4 días y se retira con los dedos. Finalmente, el hipocótilo de la variedad se corta o se aplasta (Estrada *et al.*, 2013)

**Figura 2. Injerto de aproximación.**



### **Factores que Influyen en la Unión del Injerto**

#### **Humedad**

Hartmann y Kester (1991), indican que es absolutamente necesario mantenerla del 90 al 100% para evitar la deshidratación de las células de parénquima que forman el tejido y promover una buena cicatrización para que formen un callo abundante.

#### **Oxígeno**

Para la producción de tejido de callo es necesaria la presencia de oxígeno en la zona de unión, debido a que hay un gran número de células en división y crecimiento que van acompañados de una respiración elevada (Muñoz, 2005)

## **Temperatura**

Muñoz (2005), menciona que la consolidación del injerto requiere una temperatura que oscile entre los 24 a 27°C durante el proceso de prendimiento que puede durar entre dos y cuatro días (dependiendo del tipo de planta). A menos de 20°C se genera la producción de callo y por debajo de 25°C no existe.

## **Compatibilidad**

Los injertos de plantas genéticamente próximas son compatibles, debido a que hay una similitud bioquímica entre ambas y, por lo tanto, las sustancias elaboradas por una, no son tóxicas para la otra (Moore, 1984).

## **Superficie de contacto**

Se menciona que un buen contacto depende de la uniformidad que exista entre en el diámetro de los tallos del portainjerto y la variedad, además del número y disposición de los haces conductores en las dos plantas que se injertan (Miguel *et al.*, 2007).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Ubicación del Experimento

El experimento se realizó en el periodo de Julio a Noviembre de 2019. El cultivo se estableció bajo tres ambientes protegidos como son; Invernadero, Malla sombra y Macro túnel ubicados en el Departamento de Horticultura, dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con coordenadas geográficas 25° 23' 42" latitud norte y 100° 50' 57" longitud oeste, a una altitud de 1743 msnm.

### Material Vegetal

Se utilizaron semillas del híbrido de pepino Induran de la casa semillera RIJK ZUAAN® y como portainjerto se utilizaron semillas de calabaza (*Cucúrbita moschata*.)

**Variedad Induran RZ F1.** Planta de gran vigor, con muy buen diámetro de hojas y de color verde intenso (Blue leaf). Frutos lisos, sin espinas y con muy buena relación entre diámetro y tamaño. Ideal para planteos de frío a calor. Muy buena tolerancia al amarillamiento de hoja y al *Mildiú*, mide 23 a 25 cm de longitud (Rijk Swaan, 2014).

## **Preparación de Sustratos**

Se realizó la preparación de sustrato y llenado de las charolas de poliestireno de 128 cavidades utilizando un 60% de peat moss y 40% de perlita, además se utilizaron charolas nuevas con la finalidad de disminuir las posibles plagas y enfermedades que puedan ocasionar daños a lo largo del desarrollo del cultivo.

## **Siembra del Cultivo**

Se sembraron las semillas en charolas de poliestireno de 128 cavidades, las semillas de pepino se sembraron primero el día 10 de junio de 2019 y a los 9 días después se sembraron las semillas de (*Cucúrbita moschata*).

## **Realización del Injerto**

La técnica del injerto se realizó a los 15 días después de la siembra de las semillas de pepino utilizando la técnica de tipo aproximación. Para realizar el injerto se tomó en cuenta medidas de seguridad para evitar contaminación de las plántulas como son: manos limpias, esterilización del área a trabajar y el material a utilizar; así como también el cuidado de los factores ambientales como son; la temperatura y la humedad. Así se realizaba cada corte para evitar algún tipo de contaminación, esta práctica se realizó en un invernadero pequeño de media tecnología forrado con polietileno negro.

## **Manejo de Plántulas Post-injerto**

Las plantas injertadas se mantuvieron en una cámara de prendimiento durante 10 días, se colocó agua en la cámara de prendimiento para ayudar a mantener la humedad en aproximadamente 80%, se utilizó una cobertura plástica para disminuir la intensidad lumínica que deben recibir los injertos y con la ayuda de un atomizador, se asperjó agua para regular la temperatura. A los tres días después de realizar los injertos se eliminaron los hipocótilos de los portainjertos y a los cuatro días después del injerto se eliminó el hipocótilo del injerto. Posteriormente se les dio un periodo de aclimatación aumentando la radiación y la temperatura en el área, durante 2 días.

## **Trasplante**

Las plántulas se trasplantaron el día 7 de julio de 2019, para el trasplante se realizó un riego para humedecer el suelo en los tres ambientes, posteriormente se realizó el trasplante a suelo en camas con acolchado, en los tres ambientes protegidos como son; en invernadero, mallas sombra y macro túnel.

## **Marco de Plantación**

El marco de plantación fue de 1.5 m entre hileras y 45 cm entre plantas obteniendo una densidad de plantación de 14,814 plantas por hectárea, con poda a dos tallos, este marco de plantación es influenciado por el sistema de tutorio del cultivo, para mejorar las labores culturales, buscando un equilibrio entre desarrollo del follaje y captación de radiación solar.



## **Tutoreo**

El sistema de conducción de la planta fue a dos tallos por lo que fue necesario un tutoreo realizado mediante hilo rafia para el soporte de la planta, ya que el crecimiento del pepino puede crecer varios metros durante su ciclo productivo, para lo cual la rafia se amarró alrededor del tallo de la planta y en la parte superior se amarró al cable de soporte.

## **Control de Plagas y Enfermedades**

Para el control de las plagas como mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum*), se aplicó CONFIDEL® (0.75 ml/L). y de forma preventiva para el control de enfermedades se aplicó SANATIL® (0.5 ml/L)

## **Riego**

El riego se aplicó diariamente con un tiempo de 30 min con cintilla con goteros cada 20 cm teniendo un gasto de 1 L/h. La solución nutritiva aplicada fue con base a solución Steiner modificada en base al análisis de agua (Cuadro 5). Además, se realizaron aplicaciones semanales de micronutrientes FERTIDRIP® 0.5 gr/L.

**Cuadro 5. Concentración de solución nutritiva Steiner aplicada al cultivo de pepino en tres ambientes.**

FERTILIZANTE	Solución (100%)
Fosfato de amonio (MAP)	250 gr
Nitrato de potasio soluble (NKS)	780 gr
Nitrato de calcio $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	625 gr
Nitrato de magnesio $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$	115 gr
Micronutrientes	50 gr
Ácido sulfúrico	120-200 ml.

### **Cosecha**

Esto se inició cuando los frutos alcanzaron medidas entre los 12 y 20 cm de longitud para su posterior análisis sumando en total 11 cortes en todo el ciclo.

### **Variables Estudiadas**

Las siguientes variables fueron tomadas y analizadas en los tres ambientes; Rendimiento de Fruto Por Planta (RFPP), Numero de Frutos Por Planta (NFPP), Diámetro del Fruto (DM), Peso Promedio del Fruto (PPF), Largo del Fruto (LF), Vitamina C (VC) y Sólidos Solubles Totales (SST)

### **Rendimiento de Fruto Por Planta (RFPP)**

El rendimiento por planta se determinó pesando los frutos de cada planta en los 11 cortes que duro la cosecha, utilizando una báscula VINSON®. Al finalizar la cosecha se hizo la sumatoria de todas las cosechas obteniendo así esta variable.

### **Numero de Frutos Por Planta (NFPP)**

Esta variable se determinó mediante el conteo acumulado de frutos por planta durante todo el ciclo, cuando la fruta llegaba a su maduración fisiológica.

### **Diámetro del Fruto (DM)**

El diámetro del fruto se tomó con la ayuda de un vernier marca PIE DE REY®, el cual nos expresó los datos en centímetros (Cm), esto se hacía al momento de la cosecha.

### **Peso Promedio del Fruto (PPF)**

Se determinó al obtener el peso total de fruto entre el número de frutos cosechados este resultado se registró en gramos. Los datos fueron tomados cada cosecha por tratamientos.

### **Largo del Fruto (LF)**

Se determinó la longitud del fruto con una regla de 30 cm tomando como primer punto la base culminando en el ápice del fruto de pepino, esto se hizo en cada fruto y cada tratamiento al ser cosechados, y el resultado fue registrado

en centímetros (cm) esta actividad se realizó en cada cosecha en los tres ambientes.

### **Vitamina C (VC)**

El contenido de vitamina C se realizó utilizando un matraz Erlenmeyer de 125 ml, mortero, balanza granataria, ácido clorhídrico al 2%, reactivo Thielmann (0.2 gr de 2, 6, dicloroindofenol). Se pesó 25 gr de cada tratamiento con sus respectivas repeticiones, colocándolos en el mortero, se agregó ácido clorhídrico al 2%, se filtró el contenido de mortero, se tomó una alícuota de 10 ml de filtrado en un matraz Erlenmeyer de 250 ml. Con una bureta se midió un volumen conocido del reactivo Thielmann, y se tituló la alícuota hasta la aparición de un color rosáceo, se anota el volumen gastado. Por último, se calculó el contenido de vitamina C usando la siguiente formula.

$$\text{Mg/100gr} = \frac{\text{ml gastados de reactivo de thielman} * 0.088 * VT * 100}{VA * P}$$

El resultado fue mg de vitamina C por 100 gramos de muestra (pepino).

### **Sólidos Solubles Totales SST (°Brix)**

En este parámetro fue estimado mediante el uso de un refractómetro digital marca HANNA®, en el cual se agregó una gota del fruto y se midieron los SST tomando la lectura correspondiente en °Brix para estimar la cantidad de solidos solubles en fruto.

## Distribución de los tratamientos

**Cuadro 6. Tratamientos considerados en cada uno de los ambientes bajo estudio.**

Tratamientos	Descripción
T1	Plantas sin injertar en invernadero
T2	Plantas sin injertar en malla sombra
T3	Plantas sin injertar en macro túnel
T4	Plantas injertadas en invernadero
T5	Plantas injertadas en malla sombra
T6	Plantas injertadas en macro túnel

## Modelo estadístico

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar con 6 tratamientos y 3 repeticiones, tomando como unidad experimental tres plantas con competencia completa, por repetición.

El análisis de varianza se realizó bajo el modelo de bloques al azar, se empleó la prueba de comparación de medias mediante la prueba de Tukey, utilizando el Software SAS versión 9.0. En aquellas variables donde se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey ( $P \leq 0.05\%$ ), a fin de agrupar los tratamientos con medias estadísticamente iguales y/o diferentes.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos en el análisis de varianza del experimento de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.). Donde se muestra que existen diferencias altamente significativas ( $p \leq 0.01$ ) entre los tratamientos para las variables RFPP, NFPP, PPF aunque no hubo diferencias entre tratamientos en la variable LF. Mientras que el Cuadro 8, muestra diferencias significativas ( $p \leq 0.01$ ) en las variables DF y VC, pero no en la variable SST. Los coeficientes de variación se consideran adecuados ya que son bajos y por lo tanto podría pensarse que los muestreos fueron adecuados.

**Cuadro 7. Cuadrados medios y coeficiente de variación de las variables agronómicas evaluadas en la variedad Pepino Induran con y sin portainjerto.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios			
		RFPP	NFPP	PPF	LF
Repeticiones	2	7965200.3 ns	25.64 ns	3520.52 ns	0.44 ns
Tratamientos	5	42417602.5 **	102.23 **	16514.72 **	1.23 ns
Error	10	2266481.5	7.32	1681.99	0.68
Total	17	250683228.1	635.58	106434.48	13.91
C.V. (%)		16.9	14.8	8.6	3.2

\*Significativo al 5%, \*\*significativo al 1%, ns= no significativo; RFPP. = Rendimiento de fruto por planta, NFPP. = Número de frutos por planta, PPF. = Peso promedio por fruto; C.V. = Coeficiente de variación.

**Cuadro 8. Cuadrados medios y coeficiente de variación de las variables de calidad en la variedad Pepino Induran con y sin portainjerto.**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	DF	Cuadrados Medios	
			SST	VC
Repeticiones	2	0.010 ns	0.359 ns	1.017 ns
Tratamientos	5	0.190 **	0.285 ns	5.080 **
Error	10	0.030	0.111	0.758
Total	17	1.281	3.265	35.017
C.V. (%)		3.2	10.2	28.1

\*Significativo al 5%, \*\*significativo al 1%, ns= no significativo; LF. = Longitud de fruto. DF. = Diámetro de fruto, SST. = Sólidos solubles totales, VC. = Vitamina C; C.V. = Coeficiente de variación.

### **Rendimiento de Fruto Por Planta**

El Cuadro 9 muestra que el cultivo desarrollado en invernadero y macro túnel presentaron los más altos rendimientos, superando significativamente al rendimiento del cultivo bajo malla sombra. En el cultivo sin portainjerto el rendimiento en macro túnel superó en 185% al rendimiento obtenido en malla sombra, mientras que en el cultivo con portainjerto el rendimiento en invernadero superó en 124% al rendimiento obtenido en malla sombra. Al estimar las medias de rendimiento sin portainjerto y compararlas con las medias del rendimiento usando portainjerto. Se observa que con el uso de portainjertos se tuvo un incremento del 41%, al usar portainjertos en invernadero en comparación con el pepino sin portainjerto se indujo un incremento del 41%, mientras que en los macro túneles fue de 30%, en cambio el mayor incremento en rendimiento fue en la condición de malla sombra donde el uso de portainjerto indujo un incremento en el rendimiento



del 72%. Lo anterior habla del beneficio de éstas tecnologías en el incremento en el rendimiento de fruto, como consecuencia de proporcionar condiciones ambientales más favorables y un portainjerto que induce plantas más rendidoras y probablemente con menor incidencia de enfermedades, sobre todo radicales. Pero sobre todo el mayor vigor de las plantas con portainjertos originan plantas con mayor área foliar y mayor capacidad fotosintética, en éste sentido, Peil *et al.* (2014) mencionan que el aumento en la productividad de los cultivos más densos se debe a una mayor intercepción de la luz fotosintéticamente activa y niveles más altos de fotosíntesis, lo que estimula el crecimiento de las plantas, aumenta los fotoasimilados totales y favorece el crecimiento de la fruta en la agricultura protegida.

### **Número de Frutos Por Planta**

En relación al número de frutos por planta se encontró que la mayor cantidad de frutos fueron cosechados en la condición de macro túnel, aunque los rendimientos fueron estadísticamente iguales a los obtenidos en invernadero. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Cih *et al.* (2011) quienes indican que la producción de pepino en invernadero es mayor, lo que puede deberse a la mayor temperatura registrada en el invernadero, estos resultados coinciden con Páez *et al.* (2000) y Grijalva *et al.* (2011) señalan que la temperatura juega un papel importante en la producción de fruta y el crecimiento de la fruta de tomate injertado. Miguel *et al.* (2004) indican que el injerto incrementa el rendimiento en frutos de pepino. Esto puede explicar porque se obtuvo el mejor resultado en el tratamiento

6 en donde fue utilizado el injerto y producido en macro túnel, que fue donde se presentaron las mayores temperaturas.

### **Peso Promedio del Fruto**

El tratamiento con el mayor peso promedio de fruto, fue el que coincidió con las plantas desarrolladas en invernadero y con injerto, aunque éste tratamiento fue estadísticamente igual a las plantas desarrolladas en macro túnel más injerto. El tratamiento más rendidor superó en 51.8% el peso promedio de los frutos desarrollados en malla sombra, en plantas con injerto. Los mayores pesos promedios de fruto se pueden atribuir al uso del portainjerto ya que en los tratamientos sin portainjertos no se observaron diferencias significativas, sin embargo, al usar portainjertos se observan diferencias significativas, esto sugiere que el patrón contribuyo con una mejor translocación y absorción esto de acuerdo con Hernández *et al.*, (2014).

### **Longitud de Fruto**

Ando *et al.* (2012) manifiesta que la longitud de fruto es el aumento de peso o longitud por unidad de tiempo, desde el momento de la antesis hasta que los frutos alcanzan la madurez. En esta variable no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos (Cuadro 9), solo se observó una ligera diferencia entre tratamientos y el tratamiento 1 y 4 fueron los que presentaron la mayor longitud. Indicando que ni el ambiente o el uso de portainjertos influyeron en una mayor longitud difiriendo de lo señalado por Lopez- Elias *et al.*, (2008), y Lee *et al.*, (2010) quienes expresan que la falta de agua y nutrientes es la que más

afecta el buen desarrollo de frutos de pepino, que en el presente caso siempre hubo disponibilidad de éstos dos elementos.

**Cuadro 9. Valores medios en las variables agronómicas evaluadas en la variedad Pepino Induran con y sin portainjerto de calabaza.**

Tratamientos	RFPP	NFPP	PPF	LF
	Kg		g	cm
T1	9.222 ab	19.817 ab	462.47 bc	25.6333 a
T2	3.353 c	8.063 c	416.49 bc	25.1167 a
T3	9.571 ab	20.933 ab	459.30 bc	25.3400 a
T4	13.023 a	21.893 ab	594.63 a	26.8267 a
T5	5.793 bc	14.760 bc	391.69 c	26.3600 a
T6	12.468 a	23.896 a	524.46 ab	25.1167 a
Tukey (0.05)	4.2695	7.6711	116.31	2.347

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey 0.05); RFPP. = Rendimiento de fruto por planta, NFPP. = Número de frutos por planta, PPF. = Peso promedio por fruto, LF. = Longitud de fruto.

### **Diámetro del Fruto**

En ésta variable se encontraron diferencias significativas, los tratamientos 1, 4 y 6 fueron los que presentaron el mayor diámetro de fruto y fueron significativamente diferentes al tratamiento 2 que fue el que presentó el menor diámetro de fruto. En éste trabajo se observó que el diámetro promedio más alto fue el obtenido en invernadero con 5.535 cm, superando solo en 10% al diámetro observado en malla sombra. Mientras que el uso de portainjerto solo supero en 1%

a las plantas sin portainjerto. Se observó que el pepino no injertado producido en invernadero (T1) superó a los tratamientos producidos en mallas sombra, esto no coincide con lo encontrado por Ojeda, (2011), quien obtuvo diámetros ecuatoriales con media de 5.6 cm a campo abierto, así mismo lo menciona Miguel, (2009) indicando que las plantas injertadas muestran un mejor diámetro de fruto debido al buen llenado del mismo y a la buena absorción de agua y nutrientes por parte de la planta como se muestra en el cuadro 10.

### **Sólidos Solubles Totales (°Brix)**

Los valores encontrados en sólidos solubles totales entre los tratamientos no fueron significativamente diferentes (Cuadro 10), por ende, esta variable no fue afectada por la implementación del portainjertos, debido a que los pepinos son frutos no climatéricos que se caracterizan por presentar valores bajos de sólidos solubles totales por lo que la acumulación de azúcares durante la etapa de crecimiento y maduración no experimentan cambios significativos (Azcón y Talón, 2003). Los resultados obtenidos en esta investigación superan a los resultados de Cortés *et al.*, (2011) quienes reportaron valores de 3.3 SST en pepino, así mismo los resultados obtenidos son similares a la de Franquez, (2016) con dos tipos de injertos cultivado en malla sombra.

### **Contenido de Vitamina C**

Los valores observados en cuanto a contenido de vitamina C muestran que el uso de portainjertos no favoreció la acumulación de vitamina C. Las plantas no injertadas produjeron un 105% más vitamina C que las plantas sin injertar, como

consecuencia probablemente de que las plantas con portainjerto estuvieron menos estresadas, ya que el contenido de vitamina c puede incrementarse bajo condiciones de estrés. Deepa *et al*, (2006) mencionan que la concentración de ácido ascórbico en los frutos depende de muchos factores como lo pueden ser las condiciones climáticas, fertilización y tipo de cultivar, así como condiciones de pre y post cosecha que pueden afectar la composición química de los alimentos vegetales (Deepa *et al.*, (2006).

**Cuadro 10. Valores medios de variables de calidad de fruto en la variedad Pepino Induran con y sin portainjerto de calabaza.**

Tratamientos	DF	SST	VC
	Cm	°Brix	mg/100 g de muestra
T1	5.58 a	3.40 a	4.99 a
T2	4.97 b	2.75 a	4.23 ab
T3	5.37 ab	3.03 a	3.25 ab
T4	5.49 a	3.50 a	1.92 b
T5	5.09 ab	3.50 a	2.29 b
T6	5.52 a	3.43 a	1.87 b
Tukey (0.05)	0.497	0.949	2.469

Medias con la misma letra no difieren estadísticamente (Tukey 0.05); DF. = Diámetro de fruto, SST. = Sólidos solubles totales, VC. = Vitamina C.

## **CONCLUSIONES**

Tanto el uso de invernadero como de portainjertos incrementaron significativamente el rendimiento de fruto por planta, por lo tanto, se recomienda el uso de éstas tecnologías en la producción de pepino.

En relación al número de frutos por planta se encontró que la mayor cantidad de frutos fueron cosechados en la condición de macro túnel, y dado que fue el ambiente donde se presentaron mayores temperaturas, se infiere que éste factor fue determinante para lograr alta producción de fruto de pepino, en el macro túnel.

La mayor calidad de fruto en cuanto a diámetro, y contenido de vitamina C, fueron observados en frutos sin portainjertos, por lo tanto, se infiere que la mayor traslocación de agua que induce el portainjerto puede reducir la cantidad de vitamina C, entre otros factores de calidad.

## LITERATURA CITADA

- Álvarez Morales, Y. M. (2018).** El cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L.), y su comportamiento agronómico por la aplicación de bioestimulantes orgánicos en la zona de Vinces-Ecuador. (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil; Facultad de Ciencias para el Desarrollo.)
- Ando, K., K. Carr y R. Grumet. (2012).** Transcriptome analysis of early cucumber fruit growth identifies distinct gene modules associated with phases of development. *BMC Genomics* 13, 5-18. Doi: 10.1186/1471-2164-13-518.
- Arcaya, E., Díaz, F., & Paz, R. (2004).** Primer registro de *Diaphania indica* (Saunders, 1851) (Lepidoptera: Crambidae) en el cultivo de pepino en Venezuela. *Bioagro*,16(1), 73-74.
- Arias, S. (2007).** Producción de pepino. USAID-RED. La Lima, Cortes, Honduras.Pp.31.
- Carpio, J. (2008).** Usos de Vermicompost y Humus Líquido de Lombriz en la producción de plántula de pepino (*Cucumis Sativus L.*) variedad poinsett 76 bajo condiciones de invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Saltillo, Coahuila, México.
- Casaca, A. D. (2005).** El cultivo del pepino (*Cucumis Sativus L.*). Guías tecnológicas de frutas y verduras, volumen 15.13p.
- Cih D, Jaramillo IR, Tornero JL, Schwentesius MA (2011)** Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) en el estado de Jalisco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 14: 501-512.

**Contreras-Magaña, E., Moreno-Pérez, E. C., & Sánchez-del-Castillo, F. (2011).** development of alternative crop systems for commercial production of vegetables in hydroponics-ii: cucumber, pepper and commercial orchard. In II International Symposium on Soilless Culture and Hydroponics 947 (pp. 189-195).

**Deepa, N., Kaur, C., Singh, B., & Kapoor, H. C. (2006).** Antioxidant activity in some red sweet pepper cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6-7), 572-578.

**Durán, F. (2009).** Cultivos rentables de clima cálido. *Colombia: Grupo Latino*.

**Ferre, F. C. (2008).** Dra. Marcia Ricárdez Salinas Dr. Francisco Camacho Ferre  
Dr. Julio César Tello Marquina.

**Franquez, M. (2016).** Efecto de injerto en la calidad comercial y producción de pepino en condiciones de malla sombra. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

**FT, H. H. K. D. D., & Jr Geneve, R. L. (2002).** Plant propagation: Principles and practices 6th ed. Prentice Hall Upper Saddle River.

**Gaytán Mascorro, A., & Chew Madinaveitia, Y. I. (2014).** Injerto en melón y sandía.

**Guajardo, I. (2017).** Efecto de la relación Calcio-Magnesio en la producción y calidad de pepino en invernadero y malla sombra. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.



- Grijalva RL, Macías R, Robles C (2011)** Comportamiento de híbridos de tomate bola en invernadero bajo condiciones desérticas del noroeste de Sonora. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14: 675-682.
- Grubben, G. J. H., & Denton, O. A. (2004)**. Plant resources of tropical Africa 2. Vegetables. *Plant resources of tropical Africa 2. Vegetables*.
- Hartmann, H. T., & Kester, D. E. (1971)**. *Propagación de plantas: principios y prácticas* (No. Sirsi) a376511).
- Hernández-González, Z., Sahagún-Castellanos, J., Espinosa-Robles, P., Colinas-León, M. T., & Rodríguez-Pérez, J. E. (2014)**. Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(1), 41-47.
- Hernández, G. (2006)**. Manejo del pepino en invernadero. Diplomado Internacional en Agricultura Protegida. Módulo, 5, 49.
- Hoyos Echevarría, P. (2012)**. El injerto en pepino corto tipo español (*Cucumis sativus* L.) recomendaciones para su empleo en la zona central española (Doctoral dissertation, Agronomos).
- Jones B. (2008)**. Tomato plant culture. CRC Press. 2nd ed. New York, USA. pp:1-35.
- Kader, A.A. (1996)**. Maturity, ripening, and quality relationships of fruit-vegetables. *Acta Horticultrae* 434: 249-256.
- Kubota, C., McClure, M. A., Kokalis-Burelle, N., Bausher, M. G., & Roskopf, E. N. (2008)**. Vegetable grafting: History, use, and current technology status in North America. *HortScience*, 43(6), 1664-1669.

- Khah, E. M., Kakava, E., Mavromatis, A., Chachalis, D., & Goulas, C. (2006).** Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. *Journal of Applied Horticulture*, 8(1), 3-7.
- Lara Carmona, I. V. (2013).** Evaluación de la resistencia a Mildiu Velloso (*Pseudoperonospora cubensis*) (Berk. y Curt.) Rostw. de cuatro híbridos de pepino (*Cucumis sativus* L.).
- López-Elías J., A. Francisco-Romo y G. J. Domínguez (2008).** Evaluación de métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (thunb.) Matsum. & Nakai) sobre diferentes patrones de calabaza. *IDESIA* 2: 13-18.
- 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.22-27.
- López-Samora C. M. (2003).** Cultivo del pepino. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. 17: pp. 8-14.
- Mateo Morales, I. (2004).** Uso de la azadiractina (*Azadirachta indica* A. Juss) para reducir poblaciones de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) en pepino (*Cucumis sativus* L.) en Jojutla, Morelos, México.
- Mármol, J. R. (2011).** Cultivo del pepino en invernadero. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Secretaria General Técnica.

- Miguel A., J. V. Maroto, C. San Bautista, V. Baixauli, B. Cebolla, S. Pascual and J. L. Guardiola (2004).** The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to oil fumigation. *Scientia Horticulturae* 103:9-17.
- Moreno Reséndez, A., Aguilar Durón, J., & Luévano González, A. (2011).** Características de la agricultura protegida y su entorno en México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 29(1345-2016-104296), 763-774.
- Muñoz, A. A. (2005).** La técnica del injerto en plantas hortícolas. *Horticultura internacional*. (1):62-65.
- Olea G, (2016).** Conductancia estomática, Producción y Calidad de Pepino Injertado Cultivado en dos Sistemas de Fertilización. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.
- Olvera, G. J. (1998).** El Pepino Mexicano, Un Nicho en el Mercado Estadounidense. (*Claridades Agropecuarias*). 60: 32.
- Igarza, A., Rosales, OF, Báez, CF, Arozamena, N., Hernández, MI, Casanova, A., y Villafranca, Y. (2006).** Comportamiento del tomate, pepino y melón, bajo tecnología de cultivo protegido sin suelo, utilizando zeolita cubana.
- Páez A, Paz V, López J (2000).** Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río Grande en la época mayo-julio. Efecto del sombreado. *Revista de la Facultad de Agronomía* 17: 173-184.

- Parsons, I.D.B. (1997).** Cucurbitácea (manuales para educación agropecuaria). Sep/trillas 2ª ed.- México: Trillas: sep
- Peil, R. M. N. y Gálvez, J. L. 2005.** Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. Revi. Bras. Agroc. 11(1).
- Portillo, M. (2006).** Manual de agricultura protegida los 5 pilares.
- Riquero León, R. A. (2014).** *Industrialización del pepino dulce* (Doctoral dissertation, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Química).
- Rocío Peralta, Marcelino Cabrera, Alvaro Morelos, Adalberto Benavides, Francisca Ramírez y José Antonio González. (2016).** Micromorfología del pepino obtenido mediante injerto y desarrollado en dos sistemas de fertilización. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, (17), p. 3453-3463.
- Romero, E., Rodríguez, A., Rázuri, L. R., Suniaga, J., & Montilla, E. (2009).** Estimación de las necesidades hídricas del cultivo de pepino (*Cucumis Sativus* L.) Durante las diferentes etapas fenológicas, mediante la tina de evaporación. *Agricultura andina*, 16, 56-69.
- Rothenberger R.R. y C.J. Starbuck. (2008).** Grafting. Extension University of Missouri. G6971.
- Sánchez, E. (2004).** Reguladores de crecimiento empleados en la fruticultura. Rompecabezas tecnológico, 9(39).

**SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.** Disponible en: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do) consultado en Enero del 2020 a las 05:32.

**SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.** Disponible en: [http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola\\_siap\\_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do](http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/AvanceNacionalSinPrograma.do) consultado en Enero del 2020 a las 09:12.

**Schwarz, D.; Rouphael, Y.; Colla, G. and Venema, J. H. (2010).** Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, water stress and organic pollutants. *Sci. Hort.* 127:162-171.

**Steward, W. M. (2001).** Fertilizantes y el ambiente. *Instituto de la Potasa y el fósforo. Informaciones Agronómicas*, (44), 6-7.

**Té, E. (2008).** Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. México.

**Uñate, S. (2018).** Producción y Productividad de dos variedades de pepino (*Cucumis sativus L.*) obtenidos mediante dos técnicas de injerto. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

**Valadez, A. (1998).** Producción de hortalizas. 8 reimpresión. *Editorial Limusa, SA México, DF.*

**Vázquez, M. C., Magaña, N., y López, G. (2014).** Cultivo del pepino. Programa Integral de Desarrollo Rural. Componente de Agricultura Familia Periurbana y de Traspatio. SAGARPA. Carta Tecnológica. Número 13. Estado de México.

**Zamudio, B., & Reyes, A. (2014).** Producción de pepino bajo invernadero en valles altos del estado de México. *Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias*, 56.

**Zamny Hernández, Jaime Sahagún, Policarpo Espinosa, M. Teresa Colinas y Enrique Rodríguez. (2014).** Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto de pino injertado. *Rev.Fitotec.Mex*,(1), p. 41-47.