

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



El Uso De Tres Portainjertos Para La Producción De Pepino En Invernadero

Por:

ALEXI ROQUE VICTORIANO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2021

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

El Uso De Tres Portainjertos Para La Producción De Pepino En Invernadero

Por:

ALEXI ROQUE VICTORIANO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



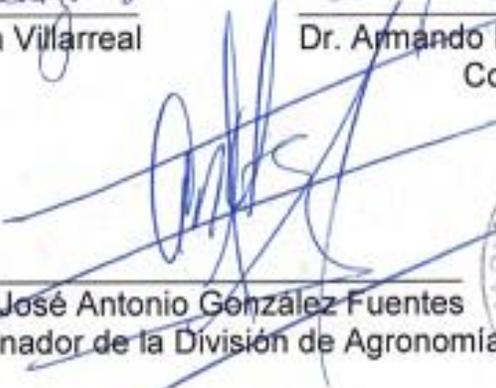
Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Coasesor



Dr. Armando Hernández Pérez
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2021

AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por haberme dado el regalo de la vida y esta maravillosa oportunidad de vivirla, por darme a los padres que tengo, hermanos y demás familia, por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi acompañante y fortaleza en los momentos más difíciles y débiles de la vida, por brindarme una vida llena de experiencias y aprendizajes, y sobre todo felicidad rodeados por mis seres queridos.

A Mis Padres

Les agradezco infinitamente, primeramente por haberme dado la vida, por enseñarme y formarme para ser quien ahora soy y lo que llegare hacer en la vida, por ser mis maestros de vida, por su cariño, por sus cuidados a mi persona, por sus consejos, por sus regaños, por estar en todo momento cuando más los necesitaba, por ser mi motivación de cada día y por hacerme una persona de bien, a ellos les debo todo.

A mi “ALMA TERRA MATER” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

Por abrirme las puertas de esta que fue mi casa durante toda mi carrera, porque en ella me forme como profesionista, porque gracias a ella he podido conocer a grandiosas personas, por darme conocimientos y experiencias buenas en sus aulas, me siento orgulloso de pertenecer a mi Alma Terra Mater.

Al Dr. Valentín Robledo Torres

Por brindarme su apoyo en la realización de este trabajo, así como sus consejos de vida, por sus conocimientos brindado como mi asesor de tesis y como catedrático en diferentes materias y fueras de ellas, por su paciencia en la revisión de tesis, por enseñarme la responsabilidad de un trabajo. Le agradezco antemano

su confianza en mí para realizar este trabajo.

Al Dr. Antonio Reyes Cabrera

Por apoyarme en este trabajo de investigación, por su paciencia y sus conocimientos que me permitió adquirirlos, y por su apoyo incondicional en todo, por ser parte importante de este trabajo, Muchísimas gracias.

A Mis Coasesores

Por el apoyo en la revisión de este trabajo, por su valioso tiempo invertido en el trabajo de revisión, por sus conocimientos compartidos y su paciencia en todo momento.

DEDICATORIAS

A Mis Padres

Antonia Victoriano Teresa y Saúl Roque Bautista, el regalo más grande que me ha dado dios, porque ellos son el pilar de mi vida, porque sin su apoyo no podría concluir este pasó de mi vida, ellos que me brindaron su apoyo incondicional y económico en todo momento, quienes se han sacrificado para dármelo todo y poder verme en donde ahora estoy, principalmente el titulo no solo es mío sino también de ustedes papás, gracias a esos consejos de mi padre que me dio cada vez que lo visitaba en casa, gracias por la palabras de ánimo mamá cada vez que tenía momentos difíciles en la vida siempre estabas ahí, por sus consejos y enseñanzas de humildad y armonía, les estaré agradecido para todo la vida.

A Mis Hermanos

Roberta Roque Victoriano, Cristino Roque Victoriano, Anael Roque Victoriano, Fredi Roque Victoriano, Reye Roque Victoriano, por su apoyo en cada paso que he dado en la vida, ya que cada uno de ustedes son un ejemplo a seguir, con cada uno tengo recuerdos muy bonitos, me llena de orgullo tenerlos como hermanos y ser su hermano el más pequeño, gracias por sus grandes consejos como hermano, por su apoyo incondicional y económico a lo largo de mi carrera profesional, les dedico este trabajo a ustedes que siempre son tan alegres y solidarios conmigo, los quiero y los amo, Muchísimas gracias.

A Mi Amigo

San Juancito, siempre ha sido mi gran amigo y hermano, gracias por siempre estar en todo momento conmigo, aunque no contaba con tu presencia pero siempre sentía que estabas ahí conmigo, por brindarme esa fuerza y así mismo la confianza que me dabas a mí, de hacer las cosas bien y sentirme seguro de lo que

estaba haciendo, para llegar hacer un profesionista.

A Mis Primos

José Luis Roque Carrillo, Maritza Lucia Flores, Chelssy Lucia Flores, los cuales siempre han estado para mí, por compartirme e incluirme en cada una de sus experiencias y metas en la vida, por su apoyo incondicional en cada momento.

A Mis Tíos

Sebastián Flores Teresa, Juan Flores Teresa, por su apoyo incondicional que me brindaron, por sus sabios consejos que me decían, por los ánimos que me daban para seguir adelante, gracias por la confianza que depositaron en mí, porque fueron parte importante para lograr este logro, mil gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	2
DEDICATORIAS	4
ÍNDICE DE CUADRADOS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
I. INTRODUCCIÓN	12
1.1 Objetivos.....	14
1.1.1 General.....	14
1.1.2 Específicos.....	14
1.2 Hipótesis.....	14
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Origen.....	15
2.1 Clasificación Taxonómica.....	15
2.2 Descripción Botánica.....	15
2.2.1 Sistema Radicular.....	15
2.2.2 Tallo.....	16
2.2.3 Hoja.....	16
2.2.4 Flor.....	16
2.2.5 Fruto.....	16
2.2.6 Semillas.....	17
2.3 Requerimientos Climáticos.....	17
2.3.1 Temperatura.....	17
2.3.2 Humedad.....	17
2.3.3 Precipitación.....	17
2.3.4 Luminosidad.....	17
2.4 Requerimientos Edáficos.....	18
2.5 Fertilización.....	18
2.6 Riego.....	19
2.7 Polinización.....	19
2.8 Poda.....	19
2.9 Tutorado del Cultivo.....	19
2.10 Cosecha.....	20

2.11	Plagas y Enfermedades.....	20
2.12	Injertos.....	21
2.13	Importancia de la Implementación de Injertos.....	21
2.14	Características de los Portainjertos.....	22
2.15	Incompatibilidad del Injerto.....	23
2.15.1	Tipos de Incompatibilidad.....	24
2.15.1.1	Incompatibilidad localizada.....	24
2.15.1.2	Incompatibilidad Traslocada.....	24
2.16	Manejo Pre y Pro-injertos.....	24
2.16.1	Injerto de Aproximación.....	24
2.16.2	Injerto de Cuña.....	25
2.17	Usos del Pepino.....	26
2.18	Producción Mundial de Pepino.....	26
2.19	Importancia Nutricional y Nutracéutica del Pepino.....	27
2.19.1	Valor Nutritivo.....	27
2.19.2	Propiedades Nutricionales del Pepino.....	27
2.19.3	Potente Depurativo y Diurético.....	28
2.20	Factores de Calidad Comercial.....	28
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1	Localización del Experimento.....	29
3.2	Material Vegetal.....	29
3.3	Siembra del Material Vegetal.....	29
3.4	Realización del Injerto.....	30
3.5	Manejo de Plántulas Post-Injerto.....	30
3.6	Trasplante.....	30
3.7	Control de Plagas y Enfermedades.....	31
3.8	Riego y Nutrición del Cultivo.....	31
3.9	Manejo Agronómico del Cultivo.....	31
3.10	Cosecha.....	32
3.11	Tratamientos Evaluados.....	32
3.12	Variables Estudiadas.....	32
3.12.1	Peso de Fruto por Planta (PFPP).....	33
3.12.2	Numero de Frutos por Planta (BFPP).....	33
3.12.4	Diámetro Promedio de Fruto (DPF).....	33
3.12.5	Longitud Promedio de Fruto (LPF).....	33
3.12.6	Numero de Entrenudos (NE).....	33
3.12.7	Longitud de Promedio de Tallo (LPT).....	34

3.12.8. Diámetro Promedio de Tallo (DPT).....	34
3.12.9 Peso Seco de Planta (PSP).....	34
3.13 Diseño Experimental.....	34
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	35
V. CONCLUSIONES	44
VI. BIBLIOGRAFÍA	45

ÍNDICE DE CUADRADOS

Cuadro 1. Requerimientos Nutricionales por Fase del Cultivo de Pepino **18**

Cuadro 2. Tratamientos Estudiados en el Cultivo de Pepino en Invernadero..... **32**

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Peso de Fruto por Planta (PFPP)	35
Figura 2. Numero de Frutos por Planta (NFPP).....	36
Figura 3. Peso Promedio de Fruto (PPF).....	37
Figura 4. Diámetro Promedio de Fruto (DPF)	38
Figura 5. Longitud Promedio de Fruto (LPF).....	39
Figura 6. Numero de Entrenudos (NE)	40
Figura 7. Longitud de Tallo (LT).....	41
Figura 8. Diámetro Promedio de Tallo (DPT).....	42
Figura 9. Peso Seco de Planta (PSP).....	43

RESUMEN

El cultivo de pepino en México es de gran relevancia debido a la superficie sembrada, que en el 2019 supero las 16 000 ha con una producción superior a las 800,000 t y de ésta producción un porcentaje importante es para el mercado de exportación, sobre todo la producción que se obtiene en ambientes protegidos, sin embargo en éstos sistemas de producción se ha incrementado la problemática de producción, por factores como plagas y enfermedades o salinización del suelo, afortunadamente la técnica del injerto ha contribuido en la solución de esta problemática, por lo tanto el objetivo de éste trabajo fue; estudiar tres portainjertos sobre el rendimiento y calidad y comportamiento del pepino. El trabajo fue establecido en invernadero en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Se estudiaron el peso promedio de fruto por planta, número de frutos, peso promedio de fruto, diámetro de frutos, longitud de frutos, número de entrenudos, longitud de tallos, diámetro de tallos y peso seco de planta. Los resultados muestran que las plantas injertadas sobre *Cucurbita máxima* exhibió el comportamiento más sobresaliente, superando a los otros portainjertos. En la variable más importante que es el rendimiento por planta, supero en 99.4 % al tratamiento sin portainjerto.

De los resultado obtenidos se puede concluir que el uso de portainjertos si influyo promoviendo mayores valores en características como peso de fruto por planta, número de frutos por planta y otras variables agronómicas, por lo tanto se puede indicar que el uso de portainjertos si promueve un mejor desarrollo de la planta. Sin embargo el uso de *Cucúrbita moschata* como portainjerto no indujo cambios significativos respecto al pepino sin portainjertos, por lo tanto se puede concluir que *Cucurbita moschata* o no tiene el vigor suficiente o presenta problemas de incompatibilidad o asincronía a nivel de vasos de xilema lo cual limita el comportamiento del pepino.

Palabras clave: *Cucumis sativus*, cucurbitáceas, técnicas de producción, agricultura protegida.

I. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las cucurbitáceas de mayor importancia que se cultiva y consume en muchas regiones de México y en el mundo. Hay prácticas de manejo y variedades de alto rendimiento, que permiten optimizar su producción tanto a campo abierto como en agricultura protegida. El pepino tiene alto impacto económico por ser un producto de exportación, posee cualidades refrescantes y puede ser consumido en fresco o industrializado, aunque no tiene mucho valor alimenticio debido a que el mayor porcentaje de composición es agua (SIAP, 2019).

La importancia del cultivo de pepino en México radica en la generación de divisas y empleo. Los Estados de Sinaloa, Baja California, Michoacán, Querétaro y Morelos son los principales productores de esta hortaliza. En México el en 2016 se sembraron alrededor de 19,902.26 ha de pepino, dando un rendimiento de 707, 631.94 toneladas, con 42.10 t·ha⁻¹ como media de producción (SIAP, 2016).

El uso del injerto representa una técnica alternativa en la producción de algunas hortalizas, principalmente en solanáceas y cucurbitáceas, disminuyendo así problemas por estrés de tipo biótico o abiótico (Muller, 2002). La utilización del injerto promueve la eficiencia de la absorción de agua y nutrientes en hortalizas injertadas, lo cual es atribuido a la vigorosidad proporcionada por el sistema radicular del patrón (Hernández *et al.*, 2014).

El injerto es prácticamente una técnica nueva en México, está sobresaliendo en la horticultura, este es más utilizado en solanáceas y en cucurbitáceas, que en cualquier otra hortaliza (Schwarz *et al.*, 2010).

En cuanto a la economía agrícola del país, el sector de las hortalizas tiene una gran importancia por su contribución en la generación de empleo en el campo, y la utilización de injertos implica mano de obra calificada para llevar a cabo esta labor (López *et al.*, 2011).

Existe variabilidad entre las combinaciones de los tipos de injertos con las variedades usadas como patrones, así que debemos tener en cuenta el tipo de injerto a utilizar, para tener un mayor éxito. Para incrementar la producción y calidad de hortalizas en México debemos utilizar tecnologías modernas como el injerto y la agricultura protegida debido a la incidencia de patógenos que atacan a los cultivos expuestos y desprotegidos (Ramos, 2016).

1.1 Objetivos

1.1.1 General

Evaluar el efecto de diferentes portainjertos sobre la productividad y rendimiento en el cultivo de pepino.

1.1.2 Específicos

Determinar el efecto de los portainjertos en la morfología de frutos y plantas en el cultivo de pepino.

1.2 Hipótesis

El uso de portainjertos inducirá mayor productividad y rendimiento en comparación con las plantas no injertadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Origen

El pepino es originario de Asia, siendo domesticado en la india, posteriormente fue introducido por los romanos en otras partes de Europa donde también aparecen registros de este cultivo, como en Inglaterra en el XIV, Francia en el siglo XVI, y en Norteamérica a mediados del siglo XVI (López *et al.*, 2011).

2.1 Clasificación Taxonómica

Nombre científico: (*Cucumis sativus* L.)

División: Macrophylophyta

Subdivisión: Magdiophyta

Clase: Paenopsida

Orden: Cucurbitales

Familia: Cucurbitáceae

Género: *Cucumis*

Especie: *sativus*

Planta: herbácea anual (Cabezas, 2010).

2.2 Descripción Botánica

2.2.1 Sistema Radicular

Su sistema radicular es muy abundante, ya que su raíz principal puede alcanzar hasta 1.1. m. de profundidad, sin embargo, las raíces secundarias son

bastantes superficiales, muy finas, alargadas y de color blanco. Esta hortaliza tiende a aumentar sus requerimientos de humedad en comparación con otras hortalizas (Gálvez, 2004).

2.2.2 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 de la misma. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores (Zamudio *et al.*, 2014).

2.2.3 Hoja

Las hojas son simples y acorazonadas alternas pero apuestas a los zarcillos, y poseen de 3 a 4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre el central más puntiagudo dependiendo de la variedad y a veces no se aprecian normalmente (Reche, 2011).

2.2.4 Flor

Tiene flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se considera monoica, de polinización cruzada y algunas variedades presentan flores hermafroditas. Al inicio se presentan solo flores masculinas en la parte baja de la planta, al centro en igual proporción de flores masculinas y femeninas, y en la parte superior predominan las femeninas. Tanto las flores masculinas como las femeninas se sitúan en las axilas de las guías secundarias (López, 2003).

2.2.5 Fruto

El fruto de esta hortaliza es largo, cilíndrico y carnoso, su tamaño depende de la variedad o tipo de fruto. El pericarpio es duro, de color verde oscuro o amarillo cuando ya está muy maduro. 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 partenocarpicos (Mármol, 2011).

2.2.6 Semillas

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

2.3 Requerimientos Climáticos

2.3.1 Temperatura

Las temperaturas óptimas para el desarrollo del pepino deben ser, durante el día y la noche de 27 ° C en la etapa de germinación. Para la formación de la planta durante el día debe ser de 21 ° C y durante la noche 19 ° C y mientras que para el desarrollo del fruto se recomienda una temperatura de 19 ° C durante el día y en la noche 16 ° C (CIDH, 2002).

2.3.2 Humedad

Las condiciones secas durante la germinación del pepino dan como resultado una mala e irregular emergencia de semillas, por lo tanto la humedad es necesaria para una buena germinación que oscila entre 7 y 15 centivares, sin embargo, una humedad excesiva provoca impedimento de la germinación por falta de oxígeno, así como la aparición de hongos patógenos (Madrigal, 2006).

2.3.3 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).

2.3.4 Luminosidad

El pepino es una planta que crece, florece y fructifica con normalidad

incluso en periodos de días cortos con un aproximado a 12 horas luz, aunque también soporta elevadas intensidades lumínicas, de hecho a mayor cantidad de radiación solar, mayor a 14 horas luz mayor será su rendimiento, siempre y cuando la humedad relativa se mantenga por debajo del 85% (CIDH, 2002).

2.4 Requerimientos Edáficos

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 evitar el exceso de agua (Cabrera, 2007). En cuanto al pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5. a 6.8, soportando incluso hasta un pH de 7.5, así mismo se recomienda evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 (Casaca, 2005).

2.5 Fertilización

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales por fase del cultivo de pepino (Mg/planta/día), relación y dosis de agua a aportar (L/PL/DIA)

Fases de desarrollo	N	P	K	Mg	Relación N-P-K-Mg
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 (26-45 días)
- 3- Inicio de cosecha – producción – final (46-90 días)

En cuanto a los elementos menores varían dependiendo al tipo de suelo y al agua a utilizar (Óscar Rosales, 2003).

2.6 Riego

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

2.7 Polinización

Entre los distintos insectos, las abejas son las mejores agentes de polinización, ya que son especialistas en esta labor y normalmente se puede disponer de ellas, son fáciles de manejar y se les puede ubicar en cualquier lugar donde se desee, se deben introducir desde la primera aparición de las flores del cultivo, con el objetivo de cuajar y no retrasar las cosechas (Casaca, 2005).

2.8 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 elimina todos los brotes laterales que aparecen en el tallo principal y se deja un fruto en cada axila, hasta que la planta alcance el alambre superior (Sasilimas *et al.*, 2012).

2.9 Tutorado del Cultivo

Las plantas de pepino bajo cubiertas plástica o malla, 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 mismas, 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 verticalmente, para facilitar y hacer más eficiente los labores culturales como las podas y cosechas durante el ciclo del cultivo (Sasilimas *et al.*, 2012).

2.10 Cosecha

Respecto al inicio de cosecha, esta se efectúa a mediados o a finales de 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 plantas (Ando *et al.*, 2012).

2.11 Plagas y Enfermedades

En lo referente a este aspecto podemos identificar el tipo de plaga o enfermedad así como de su control, entre los problemas que más trastornos causan a los agricultores de México, que producen pepino son;

2.11.1 Plagas

Minador de la hoja (*Liriomyza trifolii*), Mosquita blanca (*Bemisia tabaci*), Trips (*Frankliniella occidentalis*), Orugas (*Spodoptera exigua* (Hübner), *Spodoptera litoralis* (Boisduval), *Heliothis armigera* (Hübner), *Heliothis peltigera* (Dennis y Schiff), *Chrysodeisis chalcites* (Esper), *Autographa gamma* (L.) (Naranjo, 2014).

2.11.2. Enfermedades

Dampingoff Marchitez (*Phythium sp* y *Rizoctonia sp.*), Moho gris (*Botrytis cinerea*), Ceniza" u oídio de las cucurbitáceas (*Sphaerotheca fuliginea* (Schelecht) (Naranjo, 2014).

2.12 Injertos

El injerto es una práctica que permite cultivar una planta con la raíz de otra. Es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se desarrolle como una sola planta (Miguel et al., 2005). El uso del injerto se ha convertido en una alternativa para mejorar la producción de algunas hortalizas, que en buenas condiciones de crecimientos y un adecuado manejo del cultivo, mejora la calidad de estas, además de superar los comunes problemas de salinidad y aumentar el tamaño y calidad del fruto, promoviendo así, mayor vigor en las plantas, incrementando la acumulación de materia seca (Flores et al., 2010). Normalmente el sistema radicular que se utiliza es el portainjertos o patrón, es resistente a alguna enfermedad presente en el suelo, a la que la planta cultivada es sensible o susceptible (Morra *et al.*, 2001).

La gran variedad de injertos que se trabajan en hortalizas se manejan de acuerdo a la familia a la que pertenezca, en el caso de las cucurbitáceas el injerto de aproximación es el más común, sin embargo existen otros tipos de injerto, tales como: injerto de cuña, doble injerto, injerto de púa en hendidura, de brote y adosado (Camacho *et al.*, 2001).

2.13 Importancia de la Implementación de Injertos

La implementación de injertos aumenta la absorción de agua y nutrientes, debido a la gran exploración por parte de la raíz del Portainjertos, al tener más raíces por ende es más la asimilación y eficiencia del recurso agua y así mismo la

utilización de los nutrientes que se le están aplicando al cultivo (Camacho *et al.*, 2000).

Las restricciones en el uso de pesticidas incentivan el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que permitan al agricultor afrontar el problema de patógenos habitantes del suelo y que de alguna forma afectan la producción y economía de los productores. Por ello es prioritario encontrar técnicas más eficientes de producción. El uso de los injertos en hortalizas representan una técnica alternativa en el país para disminuir el impacto que tienen patógenos en las plantas a cultivar (López *et al.*, 2008).

El interés de los injertos por parte de los investigadores y agricultores ha aumentado en los últimos años, debido a que también complementan las metodologías de desinfección del suelo, ya que la tendencia actual es de disminuir, el uso de productos que son agresivos para el ambiente, un ejemplo es el bromuro de metilo que desde el 2005 está siendo eliminado gradualmente (Kubota *et al.*, 2008).

2.14 Características de los Portainjertos

- 1.- Tolerantes a enfermedades de suelo
- 2.- Se consiguen plantas más vigorosas
- 3.- Aumento del rendimiento
- 4.- Tolerancia a la salinidad
- 5.- Eficiencia en el uso del agua
- 6.- Eficiencia en el uso de nutrientes
- 7.- Tolerancia a las bajas o altas temperaturas
- 8.- Tolerancia a la asfixia radicular
- 9.- Mejora de la calidad (Rivero *et al.*, 2010).

El empleo del portainjerto adecuado no sólo puede minimizar los problemas de enfermedades asociados a la falta rotación de cultivos, 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 calidad de los frutos, la absorción de agua y nutrientes, mejorar la tolerancia a metales pesados presentes en el suelo y contaminantes orgánicos y alargar el ciclo de cultivo (Lee, 2007).

México es el país que más recientemente utiliza esta técnica ya que se tienen claro que: Hay mejor absorción de agua y nutrientes en hortalizas injertadas, posiblemente por el vigoroso sistema de raíces de los Portainjertos o patrones (Peil *et al.*, 2010). Con los patrones apropiados para las variedades del injerto, puede implementarse un programa de manejo de nutrientes y con esto conseguir mayor eficiencia en la fertilización, evitando la pérdida de estos por lixiviado o volatilización (Peil *et al.*, 2010).

En cucurbitáceas el método más utilizado es el injerto de aproximación, en el que durante la fase de unión, las dos plantas, patrón y variedad, conservan su sistema radicular. Este método permite que, aunque durante la fase de unión haya una pequeña desviación en las condiciones ambientales requeridas, las plantas sigan vivas y pueden llegar a unir (Miguel, 2009).

2.15 Incompatibilidad del Injerto

Se define como la no exitosa unión de dos plantas en un desarrollo normal (Oda, 2003).

2.15.1 Tipos de Incompatibilidad

2.15.1.1 Incompatibilidad localizada. Se presenta cuando la estructura de unión es mecánicamente débil producto de una formación excesiva de tejido parenquimático en lugar de tejido diferenciado esto puede producir hasta una deformación del tejido vascular.

Los problemas de incompatibilidad localizada son solucionables con el uso de patrones intermedios (Userralde *et al.*, 2017).

2.15.1.2. Incompatibilidad Traslocada. Este tipo de incompatibilidad implica una degeneración del floema porque no se producen los movimientos de carbohidratos, no se puede solucionar con el uso de patrones intermedios (Userralde *et al.*, 2017).

2.16 Manejo Pre y Pro-injertos

2.16.1 Injerto de Aproximación

La característica más notable de este tipo de injerto, es que los sistemas radiculares del patrón y de la variedad se mantienen durante la mayor parte del tiempo que dura la producción de la planta injertada, por lo que es un sistema más seguro, las plantas sufren menos estrés, lo que permite que sea realizado por personal menos especializado y con instalaciones menos sofisticadas que los otros sistemas (Lee, 2010). Por el contrario, requiere, más mano de obra, espacio y sustrato para los cepellones, sobre todo de la planta a injertar que depende durante más tiempo de su sistema radicular y éste debe tener mayor cepellón a su disposición. Puede haber dos variantes según se corte más pronto o más tarde la zona terminal del portainjerto (raíz de la variedad). Se suele sembrar primero el cultivar a injertar, sembrando entre 5 y 7 días después el patrón, dependiendo de la especie o cultivar, con el objetivo de que en el momento del injerto los tallos de las dos plantas sean de un diámetro similar (Torre, 2005).

El momento de realizar el injerto sería cuando en el portainjerto aparece el primordio de la primera hoja verdadera y la planta a injertar está desarrollándola. Es mejor eliminar la yema terminal del patrón antes de realizar el injerto, ya que se reduce la pérdida de nutrientes hacia la yema en crecimiento, a la vez que se favorece la rápida unión del injerto, aunque no está comprobado (Lee, 2010). Finalmente las plantas injertadas se plantan juntas en bandejas de alvéolos más grandes (cerca de 100 cm³ de volumen) donde pueda haber espacio suficiente para acceder, cuando haya que cortar el tallo de la planta injertada. Se mantienen en ambiente controlado, con temperaturas entre 22 y 30°C y una humedad relativa cercana al 85 %, ventilándose progresivamente a partir de los 7 ó 10 días (Torre, 2005).

El corte se suele hacer 15 días después del injerto, eliminando la parte aérea del cultivar, por debajo del punto de injerto, separando la parte aérea del sistema radicular, que ya no le servirá pues ya es alimentada por las raíces del portainjerto. También se cortará la parte aérea del portainjerto si es que no se hizo antes. La planta injertada terminada, se puede plantar a los 25 o 30 días de realizado el injerto (Lee, 2010).

2.16.2 Injerto de Cuña

Con este método de injerto se pretende ahorrar al menos un corte y, al sembrar el portainjerto en el alveolo definitivo, ahorrar también espacio y sustrato de cultivo. Es por lo tanto, un sistema más 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. Como se ha dicho, el portainjerto se siembra en el alvéolo definitivo, 7 a 10 días después de que se haya realizado la siembra del cultivar a injertar. Cuando el portainjerto

tenga la primera hoja verdadera desplegada y la planta 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 planta a injertar que prepararemos en forma de “v” con dos cortes, de la misma longitud que la incisión del patrón. 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, ambiente casi saturado y zona sombreada, manteniendo estas condiciones durante un tiempo que puede oscilar entre 5 y 7 días (Torre, 2005).

2.17 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, algunos mercados piden que el fruto sea más tierno dependiendo al uso final que se le dará (Green, 2012).

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

2.18 Producción Mundial de Pepino

El pepino representa alrededor del 5% de la producción mundial de hortalizas y suele ocupar el quinto lugar en el ranking de productos a nivel

mundial, atrás del tomate o las coles, pero por delante de la zanahoria, el melón o las lechugas. El primer productor a nivel mundial es China, con más de 42 millones de toneladas al año, les siguen: Turquía con casi dos millones, Irán y Federación Rusa con producciones ligeramente por encima del millón de toneladas. Por debajo del millón están Estados Unidos y con casi 1 millón y Ucrania (FAO, 2012). España tiene el séptimo lugar con 670,000 toneladas, superando a México que tiene el doceavo lugar y Holanda el treceavo, que son importantes exportadores (FAOSTAT, 2011). España es el segundo país exportador, atrás de México y por delante de Holanda que son las otras dos potencias exportadoras de este producto. China que ya ocupa el séptimo lugar en el ranking exportador. Aunque España exporta menos pepino que México, el valor de lo exportado es mayor, en este sentido España es el número 1 en el mundo, pues el valor unitario de lo que se exporta es casi el doble del de México (FAOSTAT, 2011).

2.19 Importancia Nutricional y Nutracéutica del Pepino

2.19.1 Valor Nutritivo

Desde el punto de vista nutritivo, las frutas y hortalizas no son suficientes para satisfacer los requerimientos nutricionales diarios, esencialmente por su bajo contenido de materia seca. Poseen un alto contenido de agua y bajos en carbohidratos, proteínas y lípidos, pero son, en general, una buena fuente de vitaminas y minerales. Diversos países han elaborado tablas de ingesta diaria recomendada, siendo probablemente la U.S. R.D.A. (United States Recommended Daily Allowances) la más conocida (FAO, 2010).

2.19.2 Propiedades Nutricionales del Pepino

Entre las propiedades nutricionales del pepino cabe destacar los siguientes nutrientes: 0.20 mg de hierro, 0.63 g de proteínas, 18.45 mg de calcio, 0.70 g de fibra, 140 mg de potasio, 0.30 mg de yodo, 0.14 mg de zinc, 1.90 g de

carbohidratos, 7.30 mg. de magnesio, 3 mg de sodio, 28.17 ug de vitamina A, 0.04 mg de vitamina B1, 0.03 mg de vitamina B2, 0.36 mg de vitamina B3, 0.26 ug de vitamina B5, 0.04 mg de vitamina B6, 0.90 ug de vitamina B7, 19.40 ug de vitamina B9, 7 mg de vitamina C, 0.39 mg de vitamina E, 13 ug de vitamina K, 23 mg. de fósforo, 0 mg de colesterol, 0.20 g. de grasa, 1.80 g de azúcar y 7.30 mg de purinas (FAO, 2010).

2.19.3 Potente Depurativo y Diurético

Los pepinos son ricos en potasio y pobres en sodio, lo que les confiere una acción diurética que favorece la eliminación del exceso de líquidos del organismo. Son beneficiosos en caso de hipertensión, hiperuricemia y gota, cálculos renales, retención de líquidos y oliguria. Con el aumento de la producción de orina se eliminan, además de líquidos, sustancias de desecho disueltas en ella como ácido úrico, urea, etc.

Si los pepinos están encurtidos pierden estas propiedades diuréticas debido a su alto contenido de sodio que se añade como conservante (Anderson, 2005).

2.20 Factores de Calidad Comercial

Para el pepino corto tipo español, el mercado no pide frutos grandes, de ser posible sin puntos y lo más obscuro posible. Normalmente los frutos de estos cultivares son cortos (unos 25 cm, máximo), suelen tener pequeñas espinas sobre verruguitas. También suelen dar colores grisáceos con algo de cerumen en el ápice, casi todas las variedades suelen marcar en el ápice del fruto colores blanquecinos que serán más extensos con la madurez. Respecto al color, el mercado pide frutos oscuros y la planta los suministra en las primeras etapas o en las partes más soleadas, por lo que hace un periodo más largo de cultivo puede significar más calidad en este sentido. En estos pepinos el límite de longitud es el de 25 cm, que coinciden con el catalogo, no son tan precisos en el diámetro, pero suelen recolectarlos con 4.5 a 5.5 cm de diámetro. El peso es variable,

dependiendo del momento de recolección, pero suelen pedirlos entre los 150 y 250 gramos (Aunque no se discriminan en su precio), en cuanto a la firmeza oscila entre los 7 a 12 Kg/cm cuadrado, en cuanto al contenido Nutracéutico, no se tienen valores establecidos ya que los estándares los anteponen los mercados farmacéuticos y cada mercado tiene sus variaciones (Anderson, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del Experimento

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo durante el periodo de julio a diciembre de 2019. El cultivo se estableció en invernadero, ubicado en el área experimental del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México con coordenadas 25° 21' 22" Latitud Norte y a los 101° 02' 9" de Longitud Oeste y a una altura de 1760 msnm.

3.2 Material Vegetal

Se trabajó con la variedad de pepino Thunderbird (condición floral ginoica) y de portainjerto se utilizaron 3 especies: Calabaza (*Cucúrbita máxima*), calabaza (*Cucúrbita moschata*) y sandía (*Citrullus lanatus* Var. Citroides).

3.3 Siembra del Material Vegetal

Las semillas de la variedad Thunderbird, se sembraron el día 24 de septiembre de 2018, en charola de polietileno de 128 cavidades con sustrato

conformado por peat moss y perlita (en relación 70%:30%). De igual forma siete días después se efectuó la siembra de las semillas de los porta-injertos, ya que estos presentan un crecimiento más rápido que la variedad, esto con la finalidad de uniformizar el desarrollo y grosor de tallo de los porta-injertos con la variedad y así asegurar un mejor prendimiento. Una vez realizada las siembras se aplicaron riegos manualmente de poco volumen, a manera de evitar pudrición de las semillas o pudrición de tallos una vez emergidos.

3.4 Realización del Injerto

El injerto se realizó, 15 días después de haber sembrado la variedad, cuando estos presentaron sus 2 hojas verdaderas bien desarrolladas. E realizaron los injertos con el método de cuña, asegurando que los diámetros del híbrido Thunderbird y los patrones contaran con un diámetro muy similar con el fin de favorecer el prendimiento. Todo esto se efectuó con las medidas de higiene necesarias para evitar cualquier contaminación de tipo fúngica.

3.5 Manejo de Plántulas Post-Injerto

Una vez injertada las plántulas, se colocaron en una cámara de prendimiento durante 5 días. El ambiente en la cámara se mantuvo en un rango continuo de temperatura de 28°C y una humedad relativa de al menos 85%, se colocó un foco en el interior de la cámara y con ayuda de un atomizador se realizaban de cuatro a cinco aspersiones durante el día. A su vez, con ayuda de esta cámara se evitaron posibles contaminaciones fúngicas o plagas.

3.6 Trasplante

La fecha de trasplante fue dos días después de haberlas sacado de la cámara de prendimiento y fueron trasplantadas en suelo con acolchado color negro, con un espacio entre camas de 1.5 m y entre plantas de 0.4 m, el trasplante se llevó a cabo el 15 de octubre de 2018. Se aplicó un primer riego para humedecer el suelo antes de realizar el trasplante, además, se diluyeron $0.15 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ de ácido fosfórico con la finalidad de estimular el crecimiento radicular de las plántulas después del trasplante.

3.7 Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades se hicieron constantes revisiones visuales en las plantas, una de las plagas encontradas durante el desarrollo del cultivo, fue la mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) y Trips (*Frankliniella occidentalis*). Por lo tanto se aplicó el insecticida Confidel® a razón de $0.8 \text{ ml}\cdot\text{L}^{-1}$ para controlar ésta plaga.

3.8 Riego y Nutrición del Cultivo

Se aplicaron riegos diarios de 15 minutos con cintilla con goteros cada 20 cm y $1 \text{ L}\cdot\text{h}^{-1}$ de gasto. Desde la primera semana del cultivo se suministró fertilización química solución nutritiva (Steiner, 1984) al 50% modificada en base al análisis de agua de riego.

3.9 Manejo Agronómico del Cultivo

Para el buen desarrollo del cultivo en invernadero, se utilizó el tutoreo tipo holandés, a fin de lograr un buen desarrollo del cultivo, el manejo de la planta fue a dos tallos. Para el soporte vertical de los dos tallos de cada planta se utilizó un anillo de tutoreo y un hilo de rafia que fue fijado en la base de la planta y sucesivamente las plantas fueron enredadas verticalmente en la rafia, soportada a

un alambre galvanizado calibre 10, colocado a tres metros de altura sobre la superficie del suelo. Después de 25 días del trasplante se efectuó la primera poda, que consistió en la eliminación de los tallos secundarios en los primeros 50 cm de cada tallo, cuando los brotes tenían alrededor de cinco o menos centímetros de longitud.

3.10 Cosecha

La cosecha inicio a los 45 días después del trasplante cuando los frutos alcanzaron medidas entre los 17 y 23 cm de longitud y en total se realizaron seis cortes. Los frutos obtenidos fueron evaluados en diferentes parámetros.

3.11 Tratamientos Evaluados

Los tratamientos evaluados fueron 4 en total como se muestra en el Cuadro 2. Teniendo 3 repeticiones por tratamiento.

Cuadro 2. Tratamientos estudiados en el cultivo de pepino en invernadero.

Número	Tratamiento	Descripción de tratamientos
		Injerto / Portainjerto
1	PTSI	Pepino Thunderbird sin Injertar
2	TCMa	Thunderbird / <i>Cucurbita máxima</i>
3	TCMo	Thunderbird / <i>Cucurbita moschata</i>
4	TCLa	Thunderbird / <i>Citrullus lanatus</i>

3.12 Variables Estudiadas

3.12.1 Peso de Fruto por Planta (PFPP)

Los frutos al ser cosechados se pesaron (g) en una báscula digital marca VINSON® los frutos de cada planta fueron pesados en cada corte a lo largo del ciclo de cultivo.

3.12.2 Numero de Frutos por Planta (BFPP)

El número de frutos se determinó mediante la cuantificación de los frutos por tratamiento en cada corte a lo largo del ciclo de cultivo. Posteriormente se realizó la sumatoria de los frutos obtenidos.

3.12.3. Peso Promedio de Fruto (PPF)

Se obtuvo dividiendo el peso total de frutos por planta sobre el número total de frutos por planta.

3.12.4 Diámetro Promedio de Fruto (DPF)

El diámetro del fruto se midió con un vernier de la marca PIE DE REY®, se procedió a tomar lectura en cm. Esto para observar las variaciones en cuanto al grosor de fruto.

3.12.5. Longitud Promedio de Fruto (LPF)

Se determinó la longitud de fruto con una regla de 30 cm, tomando desde base hasta el ápice del fruto de pepino, esto se hizo en cada fruto y en cada tratamiento al ser cosechado, el resultado se registró en centímetro (cm).

3.12.6. Numero de Entrenudos (NE)

Se determinó por el número de entrenudo producido por planta, se contando el total de entrenudos de ambos tallos de las plantas evaluadas en cada repetición y tratamiento, posteriormente se registró en dato obtenido.

3.12.7. Longitud de Promedio de Tallo (LPT)

Se determinó la longitud de cada tallo (cm) con una cinta métrica, esto se realizó en cada tallo de las plantas evaluadas.

3.12.8. Diámetro Promedio de Tallo (DPT)

Se midieron tres secciones de ambos tallos (cm) de las plantas (debajo del primer entrenudo, a la mitad del tallo y dos entrenudos por debajo del ápice) con un vernier de la marca PIE DE REY®, de la sumatoria de estas tres lecturas se sacó un promedio los cuales constituyen los resultados para este parámetro.

3.12.9 Peso Seco de Planta (PSP)

Para la variable de materia seca se cortaron las plantas después de realizar la sexta cosecha, el corte se efectuó en la base del tallo a dos cm por encima de la zona de prendimiento del injerto y en el caso de las plantas sin injertar se cortó 8 cm por debajo de la bifurcación de los tallos productivos, las plantas se colocaron en bolsas de papel para posteriormente ser secadas en una estufa de secado YAMATO® durante 96 horas a 60 C°, posteriormente se pesaron las bolsas con la materia seca en una balanza digital VALTOX®.

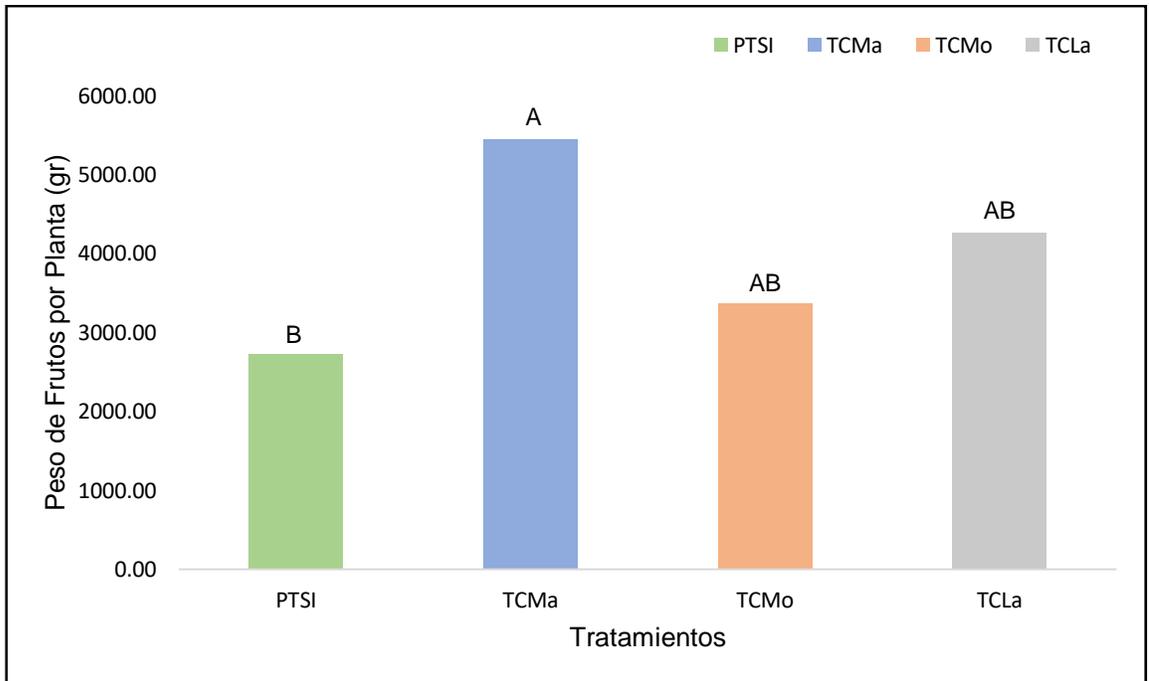
3.13 Diseño Experimental

El diseño bajo el cual se establecieron los cuatro tratamientos fue bloques completamente al azar con 3 repeticiones y 3 plantas por tratamiento. Los datos se sometieron a un análisis de varianza (ANVA) y una prueba de medias con el método de Tukey en el software estadístico SAS 9.0.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso de Fruto por Planta (PFPP)

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en el peso de frutos por planta. Al realizar la comparación de medias se encontró que los tratamientos con uso de portainjertos exhibieron valores significativamente superiores al tratamiento sin portainjerto. El tratamiento TCMA con $5,445 \text{ gr}^{-1}$ por planta, supero en 99.4 % al tratamiento sin portainjerto, por lo tanto se puede indicar que el uso de *Cucurbita máxima* como portainjerto de pepino, es una alternativa para lograr altos rendimientos de fruto. Aunque el tratamiento TCLa quedo en segundo lugar con $4,270 \text{ gr-pl}^{-1}$ y supero en 56.4% al tratamiento PTSI, no se encontraron diferencias significativas entre estos tratamientos (Figura 1). Al respecto, Martínez *et al.* (2010), mencionan que la capacidad de absorción y translocación de agua y nutrientes fue mayor en plantas injertadas.

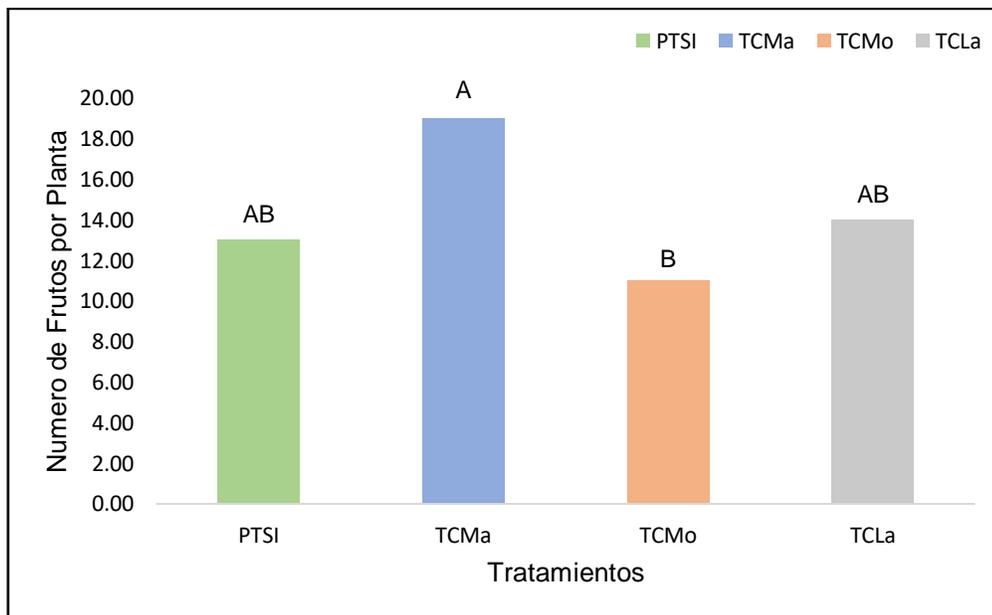


Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 1. Peso de frutos por planta en el cultivo de pepino sin y con portainjertos.

4.2 Numero de Frutos por Planta (NFPP)

Se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos en el NFPP, indicando que al menos un tratamiento fue significativamente diferente del resto. La comparación de medias muestra que el tratamiento TCMA fue el que presento el valor más alto (19 frutos) y supero en 72.2 % al tratamiento TCMo y fue significativamente superior a dicho tratamiento. El tratamiento TCMA superó en 46.1% al tratamiento PTSI que produjo 13 frutos por planta, sin embargo en esta variable fueron estadísticamente iguales (Figura 2). Los datos obtenidos no concuerdan con Vrcek *et al.*, (2011) quien trabajo con tomate y encontró que el uso del injerto se traduce a un aumento de numero de frutos comerciables, hasta un 30% más, y en éste caso el tratamiento sin portainjerto produjo más frutos por planta que el tratamiento TCMo. El uso del injerto en plantas de tomates aumenta la absorción de nutrimentos (N y P) y mejora la actividad fotosintética, esto conduce a mas amarre de frutos (por fosforo) y más producción de foto-asimilados que ayudan a un desarrollo de los frutos (Salazar y Alonso, 2014).

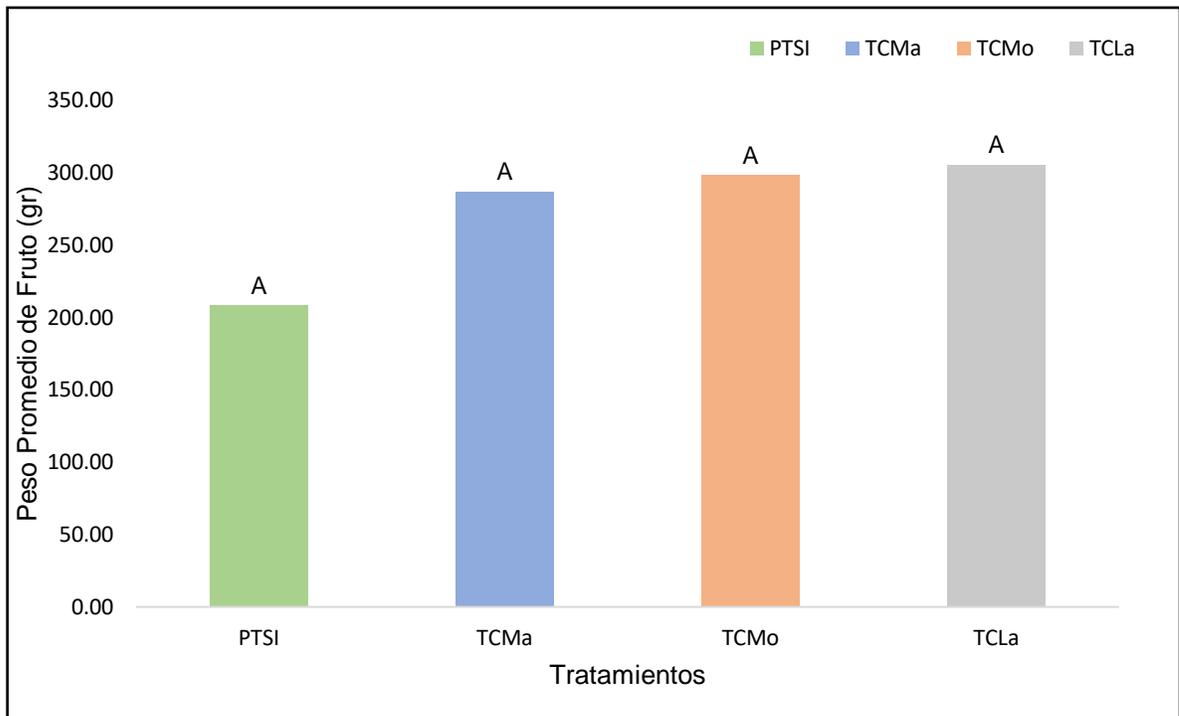


Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 2. Numero de frutos por planta en el cultivo de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

4.3 Peso Promedio de Fruto (PPF)

En la variable PPF no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. Los tratamientos injertados presentaron un peso promedio significativamente igual al tratamiento sin injertar (Figura 3). Estos datos no concuerdan con Grijalva *et al.* (2011) quien menciona que, el promedio de peso de frutos en pepino tipo slicer oscila entre los 319 a 350 gramos, mientras que en este trabajo se produjeron pepinos con pesos promedios desde los 208 a los 304 g y los pesos de fruto obtenidos fueron superiores a los encontrados por Hernández *et al.* (2014) quien obtuvo PPF de 136 g a 205 g.



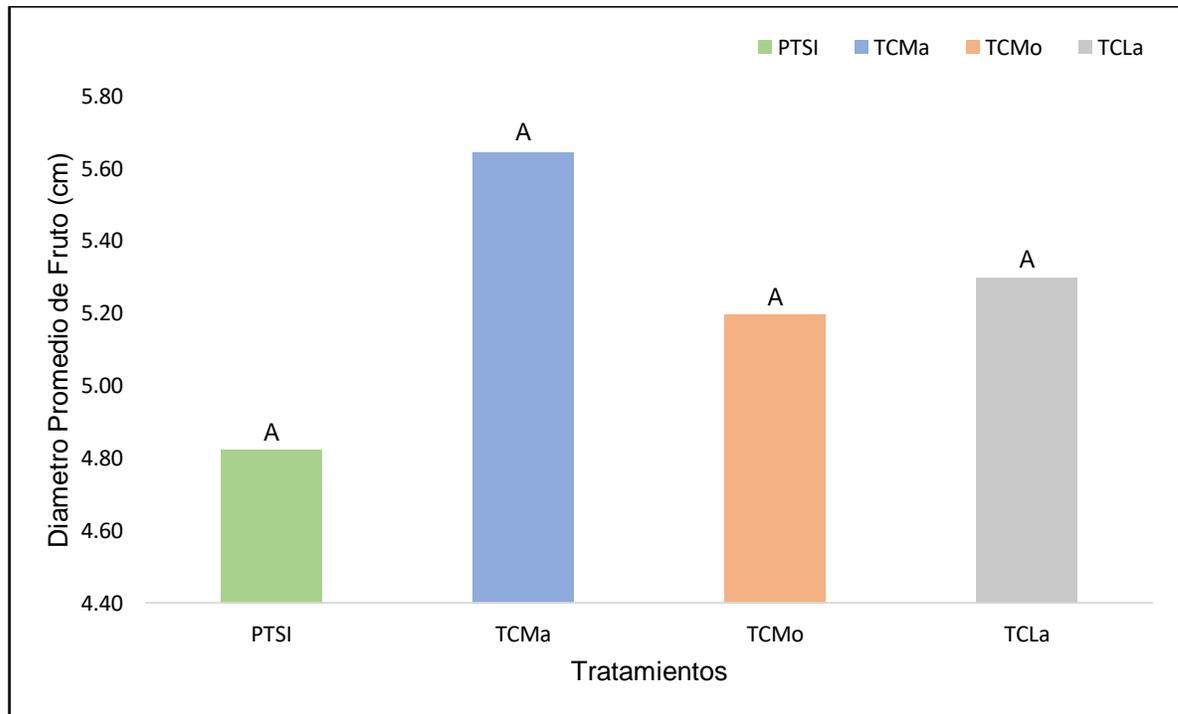
Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 3. Peso promedio de fruto por planta en el cultivo de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

4.4 Diámetro Promedio de Fruto (DPF)

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la variable DPF, por lo que se considera que el uso de portainjertos no influyo sobre ésta variable. El tratamiento TCMa aunque presento el mayor DPF (5.65 cm) y supero en 17.2 % al tratamiento PTSI (4.82 cm) el cual fue el que presento el valor más bajo, fueron significativamente iguales (Figura 4). En éste sentido Alfredo (2009) indica que las plantas injertadas muestran un mejor diámetro del fruto debido al buen llenado del mismo, debido a la buena absorción de agua y nutrientes por parte de la planta, también asociamos estos resultados con lo estudiado por

Martínez *et al.*, (2010) quien indica que el uso de portainjertos favorece el crecimiento de la planta y el buen llenado de frutos.



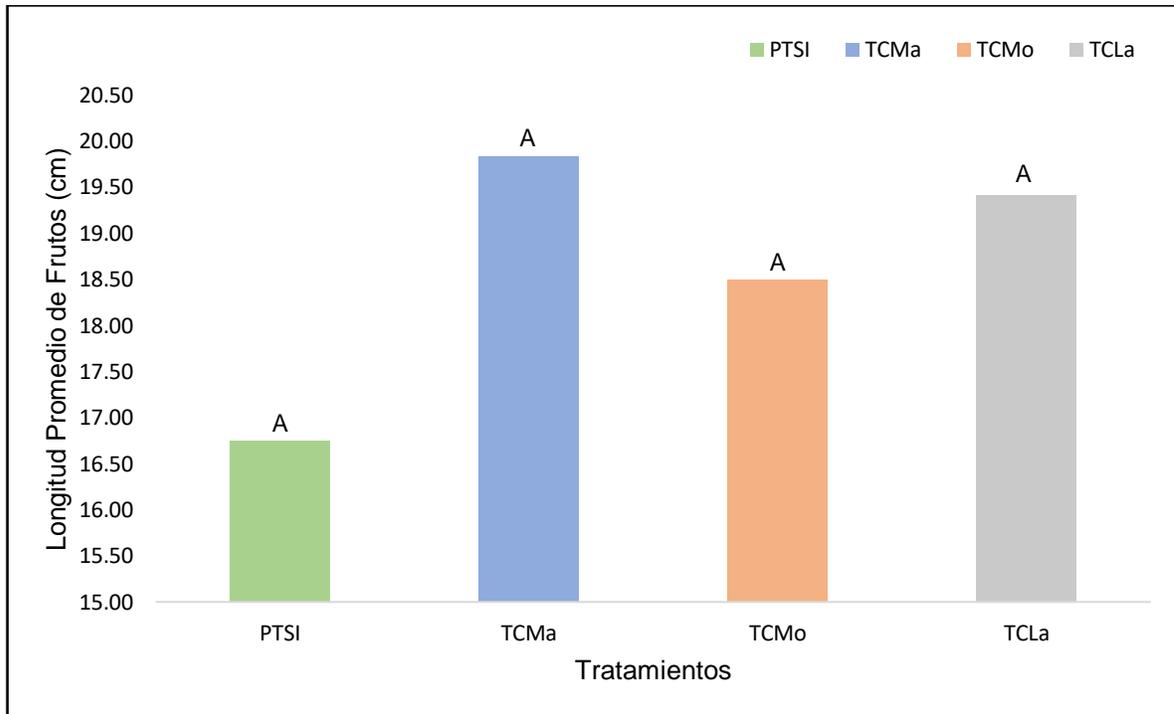
Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 4. Diámetro promedio de fruto en el cultivo de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

4.5 Longitud Promedio de Fruto (LPF)

En la variable LPF no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, aunque el tratamiento que exhibió el mayor valor fue el TCMa con un valor de 19.85 cm y supero en 18.51% al tratamiento que registro el menor valor (16.75 cm) y fue el tratamiento PTSI. Aunque estos tratamientos fueron significativamente iguales (Figura 5). Estos resultados no coinciden con lo señalado por López *et al.* (2008), quien indica que el uso de portainjertos favorece el buen llenado de frutos y alta absorción de agua y nutrientes, por su parte Lee *et al.*, (2010) expresan que la falta de agua y nutrientes afecta el buen desarrollo de

los frutos, lo cual se observa en las plantas no injertadas.



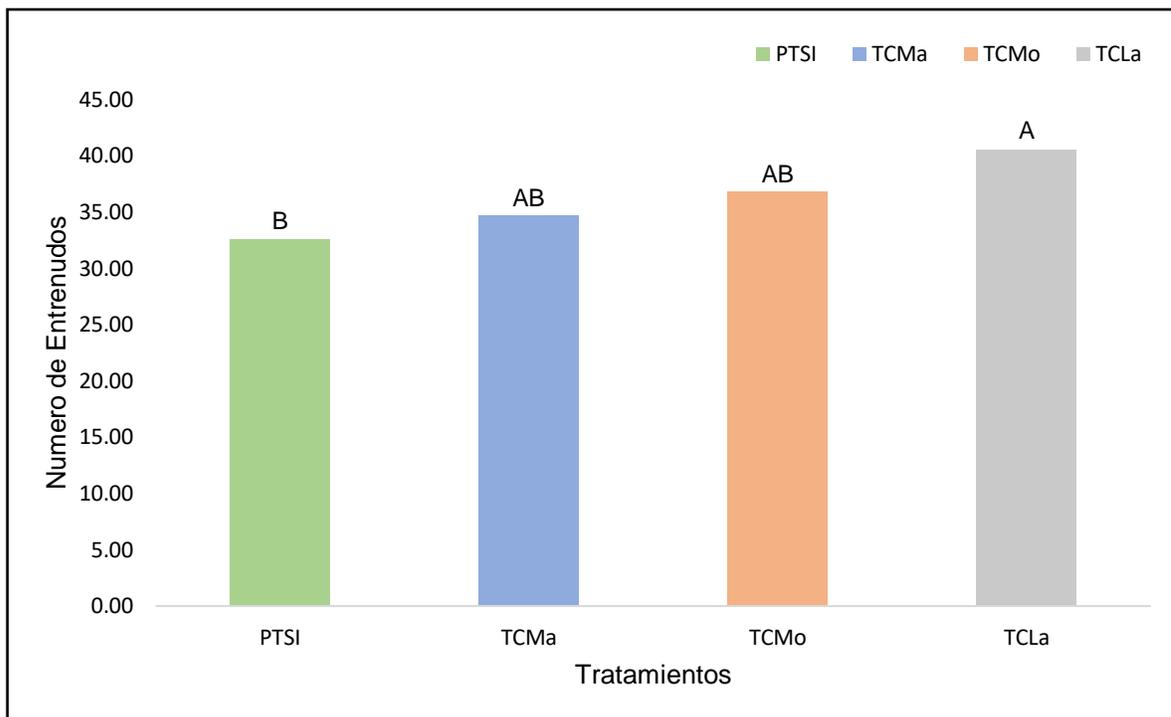
Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 5. Longitud promedio de fruto en el cultivo de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

4.6 Numero de Entrenudos (NE)

El ANVA aplicado a la variable NE, exhibió diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos, indicando que al menos un tratamiento fue significativamente diferente del resto respecto a la variable antes indicada. El mayor número de entrenudos lo tuvo el tratamiento TCLa (Figura 6) y fue superior significativamente al tratamiento PTSI al cual supero en 24.42%, estos resultados coinciden con los obtenidos Khankahdani *et al.*, (2012) quienes mencionan que al trabajar con sandias el mayor número de entrenudos se observó en aquellas sandias que fueron injertadas en rizoma de calabaza con injerto de cuña y el menor número de

entrenados en sandía sembrada directamente.



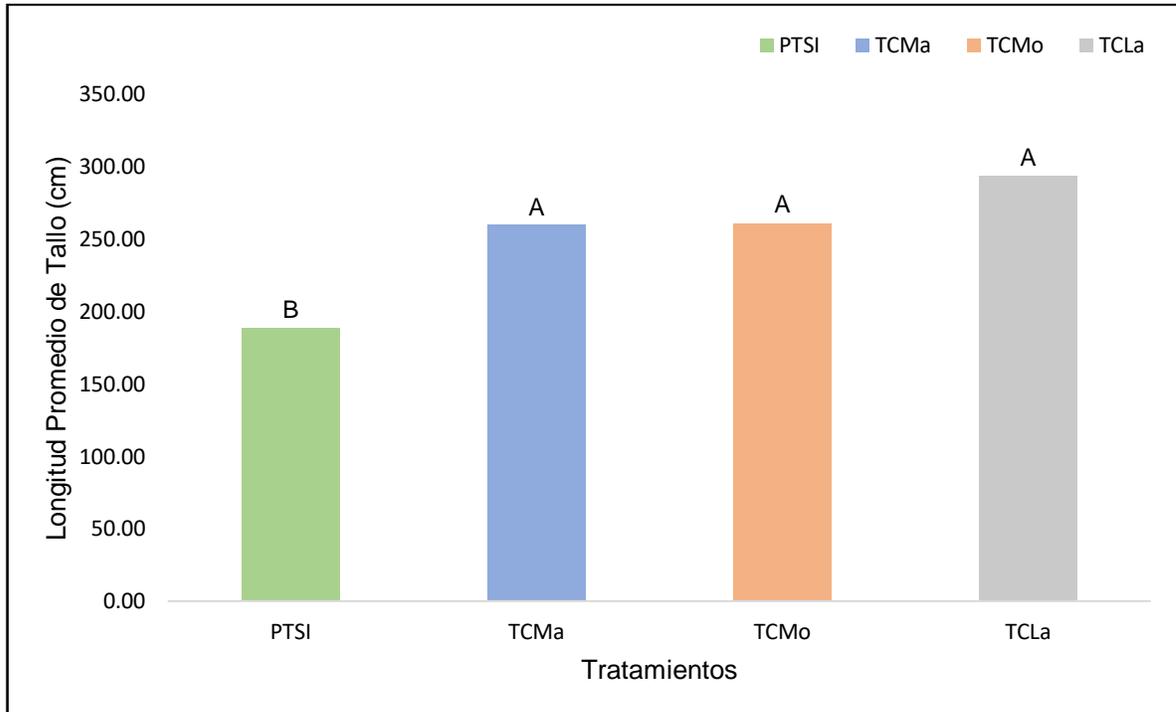
Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 6. Numero promedio de entrenados en plantas de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

4.7 Longitud de Tallo (LT)

El ANVA para la variable LT presento diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos para la variable LT. Al realizar la prueba de comparación de medias, se encontró que el tratamiento TCLa fue el que presento el mayor valor con una LT de 293.70 cm, fue superior en 55.76% y significativamente superior al tratamiento PTSI el cual mostro un valor de 188.55 cm, fue el que presento la menor longitud de tallo (Figura 7). Lo cual coincide con López *et al.* (2008) donde compararon diferentes tipos de injertos en sandía y mencionan que al utilizar

injerto se obtuvo mayor longitud de tallos, por otra parte, López *et al.*, (2005) obtuvieron resultados similares al comparar tipos de injertos en dos cultivares de sandía.



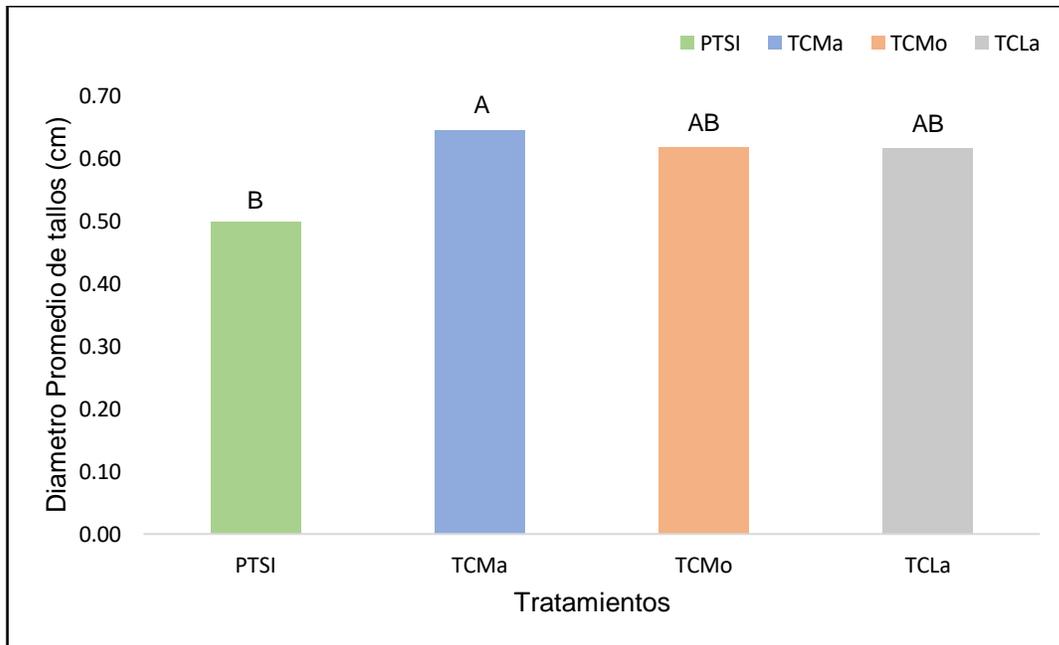
Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 7. Longitud promedio de tallo de plantas de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

4.8 Diámetro Promedio de Tallo (DPT)

Los resultados del ANVA aplicado a la variable DPT muestra diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. Las plantas injertadas tuvieron mayor diámetro promedio de tallo, sin embargo solo el tratamiento TCMa con 0.65 cm supero significativamente ($P \leq 0.05$) al tratamiento PTSI que exhibió un DPT de 0.50 cm (Figura 8). Los resultados obtenidos concuerdan con el comportamiento observado por Echeverría (2000), donde el diámetro de tallo en plantas injertadas fueron superiores en comparación con las que no se injertaron. Por su parte López *et al.*, (2015) destaca que el uso del injerto conlleva a una reducción en el número

de nudos por tallo, con una ampliación en la longitud de entrenudos y que el diámetro del tallo se incrementa parcialmente a comparación con plantas no injertadas. Rojas y Rivero (2001) trabajaron con melón y encontraron que el aumento en el diámetro del tallo en plantas injertadas puede ser modificado por efectos del vigor que proporciona el portainjerto a la variedad o bien por el tipo de injerto realizado.



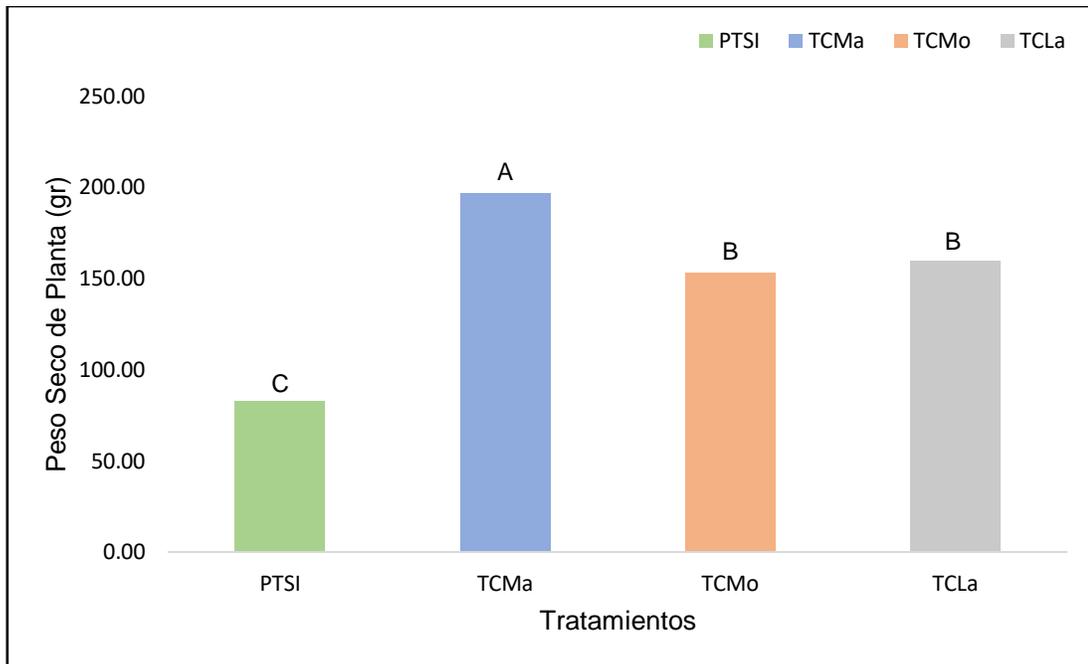
Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 8. Diámetro promedio de tallo de plantas de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

4.9 Peso Seco de Planta (PSP)

El ANVA aplicado a los datos obtenidos de la variable PSP nos muestra que hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre tratamientos. El mayor PSP fue mostrado por el tratamiento TCMA con 196.65 g y fue significativamente superior al tratamiento TCMo (153.18 g) y TCLa (159.39 g), pero estos tratamientos fueron significativamente superiores en peso seco al tratamiento PTSI que tuvo 82.80 g (Figura 9). El tratamiento TCMA supero en 137.5% al tratamiento PTSI. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por García *et al.*, (2010) que en plantas de chile ancho injertadas obtuvieron menor peso seco, esto puede deberse a la

incompatibilidad parcial entre la variedad y el patrón, lo que modificó la absorción de agua, nutrientes y reguladores de crecimiento. Santiago (2011) mencionan la importancia que tienen los nutrientes en la producción y por lo tanto en una mayor absorción de nutrimentos y por lo tanto las plantas tendrán mayor vigor y por consecuencia mayor acumulación de materia seca (Cardona, 2015).



Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 9. Peso seco de planta de pepino sin y con uso de portainjertos, estudiado en invernadero, en Saltillo, Coahuila.

V. CONCLUSIONES

El uso de portainjertos sí influyó promoviendo mayores valores en características como peso de fruto por planta, número de frutos por planta y otras variables agronómicas como número de entrenudos, longitud de tallo, diámetro de tallo y peso seco de planta, por lo tanto se puede indicar que el uso de portainjertos sí promueve un mejor desarrollo de la planta.

El mejor comportamiento en cuanto a rendimiento de fruto fue promovido por el uso del portainjerto de *Cucurbita maxima*, por lo tanto esta especie se recomienda para su uso como portainjerto de pepino.

En las variables estudiadas uso de *Cucúrbita moschata* como portainjerto no indujo cambios significativos respecto al uso de pepino sin portainjertos, por lo tanto se puede concluir que *Cucurbita moschata* o no tiene el vigor suficiente o presenta problemas de incompatibilidad o asincronía a nivel de vasos de xilema lo cual limita el comportamiento del pepino.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Anderson, 2005, B M Smith, J y N Gustafson, beneficios de salud y los aspectos prácticos de las dietas altas en fibra, Recortar y Food Research, Nueva Zelanda.

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.

Cabrera, R.I. (2007). Propiedades, uso y manejo de sustratos de para la producción de plantas en macetas. Retrived from. <https://www.chapingo.mx./revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>.

Cabezas, M. F. R. (2010). Evaluación de dos variedades de pepino *Cucumis sativus* L. cultivadas en hidroponía con tres dosis de fertilizante foliar bioneat (Bachelor's thesis, Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil).

Camacho, F., & Fernández, E. J. (2000). El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral mediterráneo español. Caja Rural de Almería, Almería, Spain.

Cardona M. B. 2015. Efecto del potasio sobre la calidad y el rendimiento del cultivo de pepino (*Cucumis sativus* L.) desarrollado en un sistema hidropónico. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp. 30

Casaca, A. D. (2005). El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). Guías tecnológicas de frutas y verduras. Proyecto de Modernización de los Servicios de Tecnología Agrícola. 13p.

(CIDH), 2002. Comisión para la Investigación y la Defensa de las Hortalizas Disponible En: <http://www.cidh.org.mx/monografias/pepino.html>. [Consulta: 04/01/20]. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Cucurbitáceas Comerciales. Retrieved from [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25205/1/Tesis Jaime naranjo.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25205/1/Tesis%20Jaime%20naranjo.pdf).

De la Torre, F. ; (2005). Injertos Horticolas. Curso Internacional. Intagri. Jalisco-México. Dimitrova". Km 33½, Quivicán, La Habana.

Echeverría H. P. 2000. Influencia de diferentes porta injertos sobre la producción y calidad de pepino corto español, cultivadas en invernadero en Villa del Prad. AGRIS. Madrid, España. Pp. 31-32

FAO. 2012. Los mercados mundiales de frutas y verduras orgánicas. Roma, Italia.

FAO, 2010 energía; proteínas: oms,1985; unu/fundación cavendes, 1988; micronutrientes: fao/oms, 2002.

Flores, F.B., Sanchez-Bel, P., Estan, M.T., Martinez-rodriguez, M. M.,Moyano, E., Morales, B.,Campos, J.F., Garcia-Abellan, J.O., Egea, M. I., Fernandez-Garcia, N., Romojarro, F. and Bolarin, M. C. 2010. The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. Sci. Hortic. 125, 211-217.

Gálvez, H. F. 2004. El cultivo del pepino en invernadero. Editor manual de producción hortícola en invernadero, 2º Edición. P. 282-293. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3392104009>.

García R., M., Chiquito A., E., Loeza L., P. D., Godoy H. H. Villordo P.E., Pons H.

J. L. y Anaya L. J.L. 2010. Producción de chile ancho injertado sobre criollo de Morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. *Agrociencia*, 44(6), 701-709.

Grijalva C., R. L., Macias D., R., Grijalva D., S. A., y Robles., F. 2011. Evaluación del efecto de la fecha de siembra en la productividad y calidad de híbridos de pepino europeo bajo condiciones de invernadero en el noroeste de Sonora. *Biotecnica*, 13(1), 29-36

Hernández, G. 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.

INIFAP. 2014 Vermicompost. Disponible en: <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx./editorial/index.php/agricolas/article/view/668/642>. Tesis de Licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México.

Khankahdani, N. y J. Osvald. 2012. La influencia del injerto sobre el rendimiento de los dos cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Que crecen en una casa de plástico. Disponible en: <http://aas.bf.uni-lj.si/november2004/03kacjan.pdf>. [Consulta: 26 de febrero de 2020].

Kubota C. M., N. McClure, M. G. Kokalis-Burelle and E. N. Roskopf(2008). Vegetable grafting: history, use and current technology status en North America. *HortScience* 43:235-239.

Lee S G. (2007) La producción de alta calidad de los injertos de plántulas de hortalizas. *Acta de Horticultura* 759: 169-174.

Lee, J. (2010) a. Los avances en el injerto de hortalizas. *Chronica Hort.* 43 (2): 13-19.

Lucero-Flores Jaime-Green, , J.M, SánchezVerdugo, C. 2012. Inteligencia de mercado de pepino. Edit. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz, Baja California Sur, México. 85 p. p-7 proyecto de modernización de los servicios de tecnología agrícola, promosta. abril, 2015.

López, E. J., Rodríguez, M. A. Huez L., S. Garza O., J. Jiménez L., Edgar I. Leyva E. (2011). Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. *IDESIA*. 29(2): 21-27.

López, Z. C.M. (2003). Guía técnica; cultivo del pepino. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. CENTA. 45p.

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, E. J., Romo A. Fco. A. y Dominguez S. J. G. 2008. Evaluación de métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. y Nakai) sobre diferentes patrones de calabazas. IDESIA (Chile) Vol. 26, N 2; Pp13-18

López, E. J., Romo J. A. y Zamora Y. E. 2005. Evaluación del uso del injerto en la propagación de sandía. Memorias de VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas. UABC. Mexicali, B.C.Mexico.p.256-259.

López, E.J., Garza O. S., Huez L.M.A., Jiménez L. J., Rueda P. O. y Murillo A. B. 2015. Producción de pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. European Scientific Journal. Vol. 11, No. 24

Madrigal, A.A. 2006. Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas para ser utilizado en la producción de pepino en un invernadero de alta tecnología, en Zarcero, Alajuela. Instituto tecnológico de Costa Rica escuela de ingeniería agropecuaria administrativa, Cartago. Pp 34-38.

Mármol R. J. 2011. Cultivo del pepino en invernadero. Editor Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino. Madrid, España. Pp 22. Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Horticultura. UAAAN. Saltillo, Coahuila, México.

Miguel, A. (2009). Evolución del injerto de hortalizas en España. Horticultura internacional, 10, 72.

Miguel, A. y V. Cebolla. 2005. La unión del injerto. Disponible en: <http://www.terraia.com>. [Consultada: 26 enero del 2020].

Morra, L. y M. Indagine. 2001. Indagine sull'innesto erbaceo nel settore vivaistico. L'informatore Agrario 57(45): 33-37.

Muller, D. S. (2002). Use of aeroponic chambers and grafting to study partial resistance to *Fusarium solani* f. sp. *Glycines* in soybean. Plant Disease 86:1223-1226.

Naranjo, J. (2014). Evaluación de la Tolerancia a la Salinidad de Cucurbitáceas Silvestres del Ecuador y sus Potenciales Usos como Patrones en Injertos de Cucurbitáceas Comerciales. Retrieved from [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25205/1/Tesis Jaime naranjo.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25205/1/Tesis%20Jaime%20naranjo.pdf).

Oda, M. O. (2003). El injerto de hortalizas a la mejora de la producción en invernadero. Disponible en <http://www.agnet.org/library/image/eb48.html>.

Oscar Rosales, 2003, Carlos Félix Báez², Noel Arozarena³, María Isabel Hernández¹, Antonio Casanova¹ y Yamilka Villafranca¹ Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova", La Habana, Cuba.

Peil R.M.N.; Gálvez, J.L. 2010. Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. Horticultura Brasileira, Brasília, v.22, n.2, p.265-270.

Ramos, G. J. (2016). Efectos de *Meloidogyne spp* y del injerto del melón *Cucumis metuliferus* sobre la calidad del melón tipo Cantaloup (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Reche, G. J. (2011). Cultivo de pepino en invernadero. Madrid, España: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Secretaria General Técnica. Madrid. Pág. 59.

Rivero Díaz, D. H., Salomón, Y., Antonio, J., & González Talice, J. (2010). Efecto de distintos niveles de carga frutal sobre el calibre, calidad de la fruta y desarrollo vegetativo del árbol, en manzanos cv. ultra red gala sobre portainjerto MM 111 (Doctoral dissertation, Universidad de Talca (Chile). Escuela de Agronomía).

Rojas P. L. y Riveros B.F. 2001. Efecto del método y edad de las plántulas sobre el rendimiento y desarrollo de injertos de melón (*Cucumis melo*). Agricultura Técnica. Vol.61, No. 3, 262-274

Santiago H. A. D. 2015. Uso de sustancias húmicas comerciales y experimentales en la capacidad de intercambio catiónico de la raíz de pepino (*Cucumis sativus*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis Pp 23-26

Sasilimas, Sahagun-Castellanos, J.; Espinosa-robles, P.; Colinas-León. 2014. Efectos del patrón en el rendimiento y tamaño de frutos en pepino injertado. Rev. Fitotec. Mex. 37(1):41-47.

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

SIAP (2019). Servicio de información Agroalimentaria y Pesquera, SAGARPA, México. Disponible en línea: http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2019/Atlas-agroalimentario-2019.

SIAP (2016). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Sagarpa, México. Disponible en http://reportes.siap.gob.mx/Agricola_siap/ResumenProducto.do. Consultado en Diciembre 1 de 2019.

Userralde, F. M. G., Morales, A. S. C., Hernández, M. G. R., Pulido, J. M. S., & Cabrera, I. M. (2017). Comportamiento de portainjertos sobre el rendimiento y la calidad de los frutos de tomate (*solanum lycopersicum* l.) en condiciones protegidas. *Agrotecnia de Cuba*, 41(1).

Vrcek V., Samobor V., Bojic M., Medic-Saric M., Vukobratovic ., Erhatic R., Horvat D. y Matota Z. 2011. The affect of grafting on the antioxidant properties of tomato (*Solanum lycopersicum* L.). *Spanish Journal of agricultural Research*. Vol. 9 No. 3. Pp 844-851.

Zamudio, G. B., A. Felix, R. (2014). Producción de pepino bajo invernadero en valles altos del estado de México. Folleto Técnico. INIFAP. Estado de México.