

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción y Productividad de Dos Variedades de Pepino (*Cucumis sativus* L.)
Obtenidas Mediante Dos Técnicas de Injerto

Por:

SILVIA DEL CARMEN UÑATE FRAGA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción y Productividad de Dos Variedades de Pepino (*Cucumis sativus* L.)
Obtenidas Mediante Dos Técnicas de Injerto

Por:

SILVIA DEL CARMEN UÑATE FRAGA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría

Dr. Marcelino Cabrera De La fuente
Asesor Principal

Dra. Rocío Maricela Peralta Manjarrez
Coasesor

Dr. Alberto Sandoval Rangel
Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinación de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.

Mayo 2018

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradecerle a Dios por dejarme vivir tan grata experiencia en mi Alma Terra Mater.

Al Dr. Marcelino Cabrera de la Fuente por todo el apoyo brindado aun en destiempo, por ser paciente y comprensivo ante las situaciones que me desconcertaban.

A la Dra. Rocío Maricela Peralta Manjarrez, con quien aprendí que el trabajo en equipo siempre nos dará mejores resultados.

A mis compañeros de generación, pero muy en especial a mis tres chicas, aquellas niñas que me dieron el sí en sus vidas desde el primer semestre, un sí que ha permanecido hasta el día de hoy tan firme como aquella vez. Janine, Edith y Deniss; por si algún día leen esto quiero que sepan que fueron de lo mejor que mi bella Narro me pudo dejar. Espero esta amistad dure por siempre.

A mi polluelo (Luis Antonio), quien en los últimos días ha demostrado ser ese gran amigo que conocí desde primer semestre. Entrando con los paisanos, agradezco también a José González, por tener esa fe en mí, y hacerme ver que uno puede hacer todo lo que se proponga.

En fin, agradezco a cada uno de mis compañeros con los que conviví fuera del aula, fueron momentos muy gratos de algo tranqui...

Para Angy, con quien un día llegué invadiendo su espacio y me fui llevándome un gran cariño y un montón de momentos locos vividos en el 7.

Para mi querida joven, fuiste alguien que llego muy después, pero creo que fue en el mejor momento para empezar nuestra bella amistad, gracias por tu apoyo brindado, sin ti el estrés me hubiese matado...

No puedo dejar pasar este apartado sin mencionar lo agradecida que estoy con la familia Trujillo Pérez, quienes me acogieron en su hogar como si fuese un Trujillo más, brindándome todo su apoyo para concluir aquello por lo que llegue a esta ciudad; no me alcanzarían las palabras ni la vida para recompensárselo, se ganaron un pedacito de mi corazón.

En especial a mi querida Cely Trujillo, quien ya es como mi cuarta hermana. Querida gracias por hacerme ver que la vida es mejor cantando y hay que vivirla con locura, aun cuando esta te ponga las pruebas más difíciles.

Para Yadira, quien se ha convertido en nuestra amiga jefa y consejera. Por todo el apoyo brindado muchas gracias.

Para el Sr. José y Sra. Bertha Calzada, quien a través de la fundación “Arq. Saúl Vara Rivera” brindaron su apoyo para que yo pudiera llevar a cabo este sueño; así como para todo el equipo de trabajo que está detrás de esta labor, por estar al pendiente de mi durante estos nueve semestres de carrera y ser parte de mi motivación para culminar mis estudios.

Infinitas gracias para este equipo de trabajo.

DEDICATORIAS

A mis padres:

Jesús Uñate y María Fraga, a quienes les costó mucho aceptar que su hija quería emprender el vuelo en busca de ser alguien en la vida; padres hoy les digo que aunque no fui la mejor alumna hoy soy un buitre en toda la extensión de la palabra. Que aquello por lo que ustedes tanto sacrificaron está teniendo su recompensa.

A mis hermanas:

Ana, Yaneth y a mi Lucyelena, con quienes he ido aprendiendo lo que significa la unión, la confianza y el amor. Ahora sí que para ustedes no hay palabras, lo son todo para mí, y compartir mis triunfos con ustedes es lo mejor de mi vida, que los sientan tan mío como suyos es lo que me llena el alma.

A mis abuelos:

Que a pesar de la distancia siempre han estado al pendiente de mí, que durante estos ya casi cinco años han luchado por seguir ahí y verme volver cada vacación, muy en especial para mi abuelo Raúl quien me ha enseñado que mirar va más allá de poder apreciar los colores.

A mi chaparra (Narcedalia Uñate):

A ti que un día alcance a verte y disfrutarte como nunca, sin saber que sería nuestro último día, aún recuerdo los ánimos que me dabas para seguir con esto, unos ánimos muy inusuales pero muy a tu estilo. Me fue muy difícil volver, sabiendo que tú ya no lo harías. Un beso hasta el cielo mi bello ángel.

A Doña Luísa Trujillo:

Quien me vio como una nieta mas, quien me enseñó que cargar una fruta de más, podría significar la felicidad.

A mis amigas:

Maricarmen y Narda, esas personas que a pesar del tiempo y la distancia han estado tan al pendiente de mi vida, acompañándome en todo momento. Las quiero nenas.

INDICE	
AGRADECIMIENTOS.....	I
DEDICATORIAS.....	III
INDICE.....	IV
INDICE DE FIGURAS.....	VI
INDICE DE APÉNDICE.....	VII
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	3
1.1.1. Objetivos específicos.....	3
1.2. HIPÓTESIS.....	3
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
2.1 ORIGEN.....	4
2.2 TAXONOMÍA.....	4
2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA.....	4
2.4 IMPORTANCIA.....	5
2.5 REQUERIMIENTOS AMBIENTALES.....	5
2.5.1 Temperatura.....	5
2.5.2 Luminosidad.....	5
2.5.3 Humedad.....	5
2.6 SUELO.....	6
2.7 PRODUCCIÓN EN INVERNADERO.....	6
2.8 TIPOS Y CULTIVARES.....	6
2.8.1 Pepino corto o pepino “tipo español”.....	6
2.8.2 Pepino medio largo “tipo francés”.....	7
2.9 CALIDAD DEL FRUTO DE PEPINO.....	7
2.10 DENSIDAD DE SIEMBRA Y PLANTACIÓN.....	7
2.11 FERTILIZACIÓN.....	8
2.12 VALOR NUTRICIONAL DEL PEPINO.....	8
2.13 COSECHA.....	8
2.14 ANTECEDENTES DEL INJERTO EN HORTALIZAS.....	8
2.15 ESTADÍSTICAS DEL USO DE INJERTOS EN HORTALIZAS.....	9
2.16 BENEFICIOS DEL INJERTO EN CUANTO A CALIDAD COMERCIAL.....	9
2.17 RENDIMIENTOS DE PEPINO CON FERTILIZACIÓN CONVENCIONAL.....	9
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO.....	11

3.2	MATERIAL VEGETAL	11
3.2.1	MODAN RZ.....	11
3.2.2	ESPARON RZ	11
3.2.3	FERRO RZ F1:	11
3.3	ESTABLECIMIENTO DEL CULTIVO	11
3.3.1	Siembra (variedad y patrón)	11
3.3.2	Riego	12
3.4	REALIZACIÓN DEL INJERTO	12
3.5	MANEJO DE PLÁNTULAS POST-INJERTO.....	13
3.6	TRASPLANTE	13
3.7	FERTILIZACIÓN	13
3.8	MANEJO DEL CULTIVO.....	14
3.9	CONTROL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	14
3.10	COSECHA	15
3.11	TRATAMIENTOS	15
3.12	VARIABLES EVALUADAS	16
3.13	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	17
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1	NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA	18
4.2	PESO DEL FRUTO.....	19
4.3	LONGITUD DEL FRUTO	20
4.4	DIÁMETRO DEL FRUTO.....	21
4.5	SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES	22
4.6	FIRMEZA	23
4.7	RENDIMIENTO.....	24
4.8	ALTURA DE LA PLANTA	25
4.9	DIÁMETRO DEL TALLO	26
4.10	PESO FRESCO	27
V.	CONCLUSIÓN	28
VI.	BIBLIOGRAFÍA	29
VII.	APÉNDICE.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Valor nutricional del pepino en 100g de sustancia comestible	8
Figura 2. Numero de frutos por planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.....	18
Figura 3. Peso del fruto del cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.	19
Figura 4. Longitud del fruto en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.	20
Figura 5. Diámetro del fruto en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.	21
Figura 6. Sólidos Solubles Totales en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.....	22
Figura 7. Firmeza en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.	23
Figura 8. Rendimiento en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.	24
Figura 9. Altura de la planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.	25
Figura 10. Diámetro del tallo de la planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.....	26
Figura 11. Peso fresco de la planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.....	27

INDICE DE APÉNDICE

Cuadro 1: ANOVA del número de frutos por planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	36
Cuadro 2: Comparación de medias para la variable del número de frutos por planta de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.....	36
Cuadro 3: Comparación de medias para la variable del número de frutos por planta de pepino de dos variedades: modán y esparón.....	36
Cuadro 4: Comparación de medias para la variable del número de frutos por planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	36
Cuadro 5: ANOVA de peso del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	37
Cuadro 6: Comparación de medias para la variable de peso del fruto de pepino, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	37
Cuadro 7: Comparación de medias para la variable de peso del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.	37
Cuadro 8: Comparación de medias para la variable de peso del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	37
Cuadro 9: ANOVA del diámetro del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	38
Cuadro 10: Comparación de medias para la variable del diámetro de fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	38
Cuadro 11: Comparación de medias para la variable del diámetro de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.....	38
Cuadro 12: comparación de medias para la variable del diámetro de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	38
Cuadro 13: ANOVA de la longitud del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.....	39
Cuadro 14: Comparación de medias para la variable de la longitud del fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	39
Cuadro 15: Comparación de medias para la variable de la longitud del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.....	39
Cuadro 16: Comparación de medias para la variable de la longitud del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	39

Cuadro 17: ANOVA de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	40
Cuadro 18: Comparación de medias para la variable de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar. .	40
Cuadro 19: Comparación de medias para la variable de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.	40
Cuadro 20: Comparación de medias para la variable de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	40
Cuadro 21: ANOVA de la firmeza del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	41
Cuadro 22: Comparación de medias para la variable de firmeza del fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	41
Cuadro 23: Comparación de medias para la variable de firmeza del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.	41
Cuadro 24: Comparación de medias para la variable de firmeza del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	41
Cuadro 25: ANOVA del rendimiento de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	42
Cuadro 26: Comparación de medias para la variable de rendimiento de fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	42
Cuadro 27: Comparación de medias para la variable de rendimiento de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.	42
Cuadro 28: Comparación de medias para la variable de rendimiento de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	42
Cuadro 29: ANOVA de altura de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	43
Cuadro 30: Comparación de medias para la variable de altura de la planta de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	43
Cuadro 31: Comparación de medias para la variable de altura de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón.	43
Cuadro 32: Comparación de medias para la variable de altura de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	43
Cuadro 33: ANOVA del diámetro del tallo de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	44

Cuadro 34: Comparación de medias para la variable de diámetro del tallo de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	44
Cuadro 35: Comparación de medias para la variable de diámetro del tallo de pepino de dos variedades: modán y esparón.....	44
Cuadro 36: Comparación de medias para la variable de diámetro del tallo de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	44
Cuadro 37: ANOVA del peso fresco total de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	45
Cuadro 38: Comparación de medias para la variable de peso fresco total de la planta de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.....	45
Cuadro 39: Comparación de medias para la variable de peso fresco total de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón.....	45
Cuadro 40: Comparación de medias para la variable de peso fresco total de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.	45
Cuadro 41: Fuentes y cantidad de fertilizante (g) utilizado.	46
Cuadro 42: fotografías del injerto de pepino en cámara de prendimiento y planta ya aclimatada.	47

Resumen

El siguiente trabajo de investigación se realizó con el objeto de determinar la producción y productividad del cultivo de pepino obtenido mediante dos tipos de injerto y dos variedades comerciales. El primero es el método de púa y el segundo el método de aproximación. Las variedades utilizadas fueron: Modán y Esparón, que se encuentran al mercado bajo la marca registrada de Rijkzwaan, como patrón un híbrido de calabacita criolla (*Cucurbita máxima x Cucurbitamoschata*). Dicha investigación se llevó a cabo en un invernadero dentro de las instalaciones del departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Los tratamientos evaluados en este experimento fueron: variedad Esparón sin injertar, variedad Modán sin injertar, variedad Esparón con injerto de púa, variedad Modán con injerto de púa, variedad Esparón con injerto de aproximación y variedad Modán con injerto de aproximación. La aplicación de fertilizantes (químicos) fue basada en la solución nutritiva de Steiner y aplicada por medio de fertirriego. La concentración de fertilización de los tratamientos, fue dependiendo de la etapa fenológica: 25%, 50%, 75%, y 100%. Las plantas se trasplantaron en bolsas de 10 kg de una mezcla de perlita y peat moss. Las variables evaluadas fueron: número de frutos por planta, peso del fruto, longitud del fruto, diámetro del fruto, sólidos solubles totales, firmeza, rendimiento, altura de la planta, diámetro del tallo y peso fresco; donde encontramos que para la primer variable es mejor utilizar la variedad modán con el injerto de púa, esto se repite de igual manera para las variables de longitud del fruto y rendimiento; para las variables de peso y diámetro del fruto, así como de sólidos solubles totales es más conveniente no implementar el injerto y cultivar la variedad de modán. Para la altura y el diámetro del tallo se recomienda la variedad modán con injerto de aproximación, para las variables firmeza y peso fresco se obtuvieron mayores resultados con la variedad de esparón injertado, ya sea por el método de púa o aproximación.

Palabras clave: Pepino, variedades, producción, productividad, injerto púa, injerto aproximación

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo del pepino es muy importante, ya que tiene un elevado índice de consumo. Se consume tanto en fresco como industrializado. Este cultivo tiene importancia en varias regiones, siendo una especie cuyo valor agronómico reside en su producción estacional, para lo cual necesita desarrollarse en condiciones de cultivo bajo invernadero (Pérez, 2010).

Los invernaderos aparecen en México, desde los años 70 en el altiplano, trabajando principalmente con flores, es a finales de los 90 cuando comienzan a desarrollarse en forma importante en la producción intensiva de hortalizas, pasando de 1998 al 2006 de 600 a más de 6,500 hectáreas.

Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera en el 2016, el pepino alcanzó una superficie sembrada de 9,626 hectáreas, teniendo una producción total de 409,216 toneladas con un rendimiento promedio de 42.6 ton·Ha.

Japón y Corea son lugares donde el injerto es una técnica de empleo habitual para la producción de solanáceas y cucurbitáceas sobre todo en invernadero. Tenemos que en estos países se puede encontrar con que el 100% de la superficie cultivada ya son plantas injertadas (Lee *et al.*, 2010).

Bhatt *et al.*, (2013) han sugerido que, en la probabilidad de un clima cambiante, el injerto se convertirá en una tecnología clave para la adaptación al estrés abiótico. Estos incluyen eventos de alta y baja temperatura a los cuales los cultivos hortícolas son particularmente sensibles, ya que actualmente no existen buenos conjuntos de parámetros fisiológicos específicos (biomarcadores) (Schwarz *et al.*, 2010). El injerto de hortalizas en los portainjertos resistentes es un medio para controlar los nematodos del nudo de la raíz y otras enfermedades transmitidas por el suelo en áreas con uso intensivo de la tierra (Ioannou, 2001; Kacjan Marsic y Osvold, 2004; 2010; Rivard, 2010).

El efecto de injertar una variedad sobre otra, incluso dentro de la misma especie, está en gran medida relacionado con el vigor de las raíces, según Oztekin *et al.*, (2009). Esto indica que el injerto combina los beneficios normales de "material vegetal resistente" a las restricciones bióticas y abióticas con las asociadas a cierto grado de vigor adicional conferido por los diferentes porta-injertos. Las plantas injertadas cultivadas bajo condiciones salinas pueden mostrar un mejor crecimiento y rendimiento, mayor

fotosíntesis, mayor contenido de agua de las hojas y mayores proporciones de raíz que las plantas no injertadas o autoinjertadas (Colla *et al.* 2010).

1.1. Objetivo general

Determinar la producción y productividad en el cultivo de pepino obtenido mediante dos tipos de injerto y dos variedades comerciales.

1.1.1. Objetivos específicos

- ✚ Determinar el efecto del tipo de injerto por variedad que incrementa la productividad y la producción del cultivo.
- ✚ Cuantificar la calidad comercial de los frutos al momento de la cosecha de acuerdo al tipo de injerto y a la variedad.

1.2. Hipótesis

Las variedades de pepino *Cucumis sativus* (modán y esparón) tendrán una respuesta favorable en función del tipo de injerto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen

Cucumis sativus es nativo del continente asiático, dentro de lo que corresponde a la India (de Candolle, 1886, Bisht *et al.*, 2004, Sebastián *et al.*, 2010).

Es una planta anual de tallo herbáceo que pertenece a la familia de cucurbitáceas. El pepino es de clima cálido y es sembrado en primavera verano. La parte comestible de esta planta es el fruto inmaduro y es utilizado fresco en ensaladas, cocina oriental y mediterránea, de manera industrializada se utiliza en encurtidos y salsas. El pepino en encurtido suele ser más nutritivo que el de cultivo en fresco (Ugás *et al.*, 2000).

2.2 Taxonomía

Según Engler, citado por Pérez Miguel (1997), la clasificación taxonómica del pepino es:

Reino	Vegetal
División	Embryphitashonógama
Clase	Dicotiledoneae
Orden	Cucurbitáles
Familia	Cucurbitáceae
Género	Cucumis
Especie	Sativus
Nombre común	Pepino

2.3 Descripción botánica

Hierbas anuales, postradas, tallos angulosos, hispídos, zarcillos simples, densa o esparcidamente hispídulos, hojas pecioladas, pecíolos 4.0-7.0 cm largo, hispídos; láminas 8.0-12.0 cm largo, 6.0-11.0 cm ancho, cordado-triangular, angulosamente 3-5-lobadas, el lóbulo terminal triangular, acuminado, ambas superficies hispídas (CONABIO, 2008).

Las flores son de pedúnculo corto y pétalos amarillos. Las flores aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas. En la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, es decir, solo posee flores femeninas que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un

ovario ínfero (Gálvez, 2004). Los pepinos son glabros y casi siempre alargados. Además, las verrugas de los pepinos, se tapan con espinas cortas y duras. Los pepinos tienden a estrecharse hacia el extremo estilar (Paris *et al.*, 2011).

El fruto es una baya pepónide, su superficie puede ser lisa o con pequeñas espinas, el color depende de la variedad y puede variar desde verde claro a verde oscuro (Bolaños, 2001).

2.4 Importancia

El cultivo del pepino es una hortaliza de alto valor de exportación, además de que se consume en todas las partes del mundo, por estas razones tiene una alta capacidad económica. México es el tercer exportador a nivel mundial de pepino, aportando un 13.9% e históricamente ha ocupado el primer lugar como proveedor de las importaciones americanas de pepino (más del 80% del total importado), estas importaciones las cuales generan divisas a los agricultores mexicanos (Green *et al.*, 2012).

2.5 Requerimientos ambientales

2.5.1 Temperatura

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, especialmente de los causantes del mildiu vellosa y polvoriento (Duran, 2009).

2.5.2 Luminosidad

La planta del pepino se desarrolla, florece y produce frutos con normalidad en días cortos (que pueden ser con 12 horas luz), pero también soporta elevadas intensidades de luz y esto beneficia a la planta porque, a mayor cantidad de radiación solar, aumentará la producción (Madrigal, 2006).

2.5.3 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 un buen desarrollo de las plantas y una fructificación normal, la humedad del suelo debe ser de 70-80% de la capacidad de campo (Maroto, 2000).

2.6 Suelo

El pepino se puede cultivar en una amplia gama de suelos fértiles y bien drenados; desde los arenosos hasta los franco-arcillosos. Aunque los suelos francos que poseen abundante materia orgánica son ideales para su desarrollo. Se puede contar con una profundidad efectiva mayor de 60 cm que facilite la retención del agua y el crecimiento del sistema radicular, para lograr un buen desarrollo y excelentes rendimientos (Casaca, 2005).

El pH óptimo del suelo es de 6 a 7. Cuando el contenido de materia orgánica es elevado, la planta puede soportar bien un pH de 8. El suelo debe drenar bien ya que el pepino no tolera el exceso de agua (FAO Dirección de Producción y Protección Vegetal 90, 2002).

2.7 Producción en invernadero

La implementación de la producción hortícola en invernadero disminuye el riesgo de la producción, incrementa la rentabilidad del sector productivo; además de que genera fuente de trabajo, disminuye la contaminación ambiental y los daños a la salud (Grijalva y Robles, 2003).

La producción de pepino europeo en invernaderos comerciales en el noroeste de México ha sido un éxito, al obtenerse rendimientos de 14.0 a 16.0 kg/m² durante el invierno con una duración del ciclo de solamente 108 días; lo que puede dar la oportunidad de realizar dos siembras consecutivas con el fin de prolongar la ventana de producción (Hernández, 2006).

2.8 Tipos y cultivares

Reche (2011) señala que para facilitar su lectura y la localización de los diversos tipos y variedades se han catalogado por el tamaño de los frutos que es la clasificación habitual en pepino.

2.8.1 Pepino corto o pepino “tipo español”

También llamado pepinillo, cuya longitud, a veces, es menor de 15 – 20 cm principalmente para consumo en fresco y también para encurtidos los de menor tamaño. Pulpa firme, blanquecina y algo amarillento en los extremos. Epidermis verde oscura, muy oscura y verde brillante. Frutos rectos, cilíndricos, ligeramente apuntados y con estrías blanco amarillentas, con o sin espinas, 1- 2 frutos por axila. (Reche, 2011).

2.8.2 Pepino medio largo “tipo francés”

Variedades de longitud medio (20 – 25 cm), monoica y ginóica. Dentro de estas últimas se diferencian las variedades cuyos frutos tienen espinas y las de piel lisa, más o menos asurcada. El tamaño de las hojas es mucho más grande (Jaime *et al.*, 2012).

2.9 Calidad del fruto de pepino

En cuanto a la composición y calidad del producto final, las mismas 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 (Kader, 1996).

Para obtener altos rendimientos y calidad de fruto en hortalizas es necesario seleccionar la fecha de siembra y variedad más apropiada a las condiciones climáticas (Macías *et al.*, 2007; Macías *et al.*, 2009).

El balance apropiado entre el aporte y la demanda de asimilados de una planta tiene una gran importancia para optimizar la producción y la calidad, y se puede obtener a través de una adecuada relación fuente/sumidero. Sin embargo, frecuentemente, este balance no es el óptimo en los cultivos protegidos de crecimiento indeterminado, pudiendo darse las siguientes situaciones: períodos en que una muy pequeña fracción de asimilados es destinada a los frutos; períodos con una producción de muy baja calidad (frutos muy pequeños o deformes); o períodos durante los cuales hay una baja capacidad de producción. La gran variación en la distribución de materia seca, que suele producirse durante un ciclo de cultivo, conlleva reducción en la producción, variabilidad en la calidad de los frutos y fluctuación en la demanda de mano de obra. (Challa *et al.*, 1995).

2.10 Densidad de siembra y plantación

La densidad óptima de plantación es un factor importante para maximizar la producción en muchos de los cultivos. En la actualidad, el espaciamiento comúnmente usado en pepino bajo invernaderos es de 1.5-2.0 metros entre hileras y 0.2-0.3 metros entre plantas. Pocos estudios se han realizado evaluando los efectos de la densidad de plantación de nuevas variedades, siendo necesario optimizar la densidad de plantación en la producción de pepino, especialmente en aquellas variedades con costos elevados de semilla. Trabajos realizados con pepino indican que una disminución en el espaciamiento entre plantas tiene como resultado un incremento en el rendimiento por unidad de superficie; sin embargo, el incremento en la

densidad de plantación trae consigo un menor crecimiento de la planta, con la consecuente disminución en el número de frutos por planta y el peso de los mismos (Etman, 1995; Oliveira *et al.*, 2010).

2.11 Fertilización

Steward (2011), menciona que en la fertilización balanceada incrementa la eficiencia del uso de nutrientes y por esta razón, existe menor probabilidad de que los nutrientes se pierdan al ambiente por lixiviación o escorrentía superficial. Con una fertilización balanceada, se produce una mayor cantidad de biomasa.

2.12 Valor nutricional del pepino

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

Figura 1. Valor nutricional del pepino en 100g de sustancia comestible

Agua (g)	95.7
Carbohidratos (g)	3.2
Proteínas (g)	0.6 – 1.4
Lípidos (g)	0.1 – 0.6
Ácido ascórbico (mg)	11
Acido pantoténico (mg)	.25
Valor energético (Kcal)	10 – 18

Fuente (Torres 2007)

2.13 Cosecha

La cosecha de los primeros frutos se da entre 45 a 50 días después del trasplante, estos se cortan cuando están todavía inmaduros, teniendo un color característico verde intenso o verde limón, según las investigaciones hechas recientemente por Oliveira *et al.*, (2009) agregaron al suelo abono de bovino a razón de 30ton·Ha en donde obtuvieron una respuesta en el rendimiento de 19.5 ton·Ha, obteniendo así aproximadamente 30 frutos por planta, mayores que las reportadas por (Filgueira, 2000) que van de 4 a 5ton·Ha para algunas partes de Brasil. En algunas regiones de África donde se cultiva *Cucumis anguria* L. se consumen las partes vegetativas como tallos y hojas tiernas, estas son recolectadas cuando están en pleno crecimiento vegetativo durante el ciclo del cultivo (FAO, 2008).

2.14 Antecedentes del injerto en hortalizas

El desarrollo de la técnica del injerto herbáceo comenzó alrededor de 1920, practicándose por primera vez en el cultivo de sandía en Japón con el fin de prevenir el *Fusarium* sp. El empleo de esta técnica es reconocido con amplia difusión a partir de 1970 en España, Francia, Holanda, Italia y Japón, siendo éstos los países con más alto desarrollo en esta temática (Kubota *et al.*, 2008).

2.15 Estadísticas del uso de injertos en hortalizas

En base a estadísticas reportadas en varios estudios, se estima que a nivel mundial (exceptuando a China) durante el año 2008 fueron establecidas aproximadamente 1,500 millones de plantas injertadas; en ellas se incluye: tomate, pimiento, berenjena, melón, sandía, y pepino, los cuales se cultivan en sistemas de producción intensivos en donde la dispersión de enfermedades del suelo u otro tipo de estrés a que son sometidos, se incrementan año con año (Gaytán y Chew, 2015).

2.16 Beneficios del injerto en cuanto a calidad comercial

El interés por los injertos ha incrementado en los últimos años, debido a que complementan las técnicas de desinfección el suelo para el control de patógenos del suelo. La tendencia actual es de disminuir el uso de productos químicos agresivos con el ambiente, lo que puede lograrse con el uso del injerto (Hernández-González *et al.*, 2014). Otra ventaja importante del injerto es la protección que brinda contra condiciones de estrés abiótico, tales como temperatura alta/baja, salinidad (Colla *et al.*, 2010, Sánchez-Rodríguez *et al.*, 2014), sequía o contenido excesivo de agua en el suelo (Schwarzet *et al.*, 2010).

2.17 Tipos de injerto en hortalizas

Miguel y Martín (2007), describieron métodos para realizar injertos en cucurbitáceas: aproximación y púa (se mantienen las dos raíces, la variedad se une a la planta del portainjerto, respectivamente). Para ambos injertos se recomienda el corte siempre sobre los cotiledones. (Villasana, 2010).

2.18 Rendimientos de pepino con fertilización convencional

Según datos de producción de pepino obtenidos del SIAP (Servicios de Información Agroalimentaria y pesquera, 2016) se tienen reportes de hasta un 89.3 ton·Hade producción en el estado de Sonora, de ahí nos encontramos con el estado de Durango el cual tiene un rendimiento de 85 ton·Ha, el tercer lugar lo ocupa con un 61.47 ton·Ha el estado de Yucatán. En

producción de otoño en invernadero frío se obtiene de 10 a 15 kg por m², mientras que en la de primavera bajo las mismas condiciones se llega a los 18-25 kg (FAO, 2002).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización del experimento

La presente investigación se llevó a cabo dentro de las instalaciones del Departamento de horticultura en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, donde se alcanza una altura de 1790 msnm, con coordenadas de 25° 21' Latitud Norte y a los 101° 01' de Longitud Oeste; ubicándonos dentro de lo que es Bellavista, perteneciente a la ciudad de Saltillo Coahuila, México. En un periodo de tiempo que abarcó desde abril a septiembre del 2016.

3.2 Material vegetal

Se trabajaron dos variedades de pepino (*Cucumissativus*): Modán RZ Y EsparónRz, de portainjerto se utilizó a la calabacita criolla (*Cucúrbita máxima X Cucúrbita moschata*).

3.2.1 MODAN RZ

Variedad partenocárpica de pepino francés, planta abierta, con un fruto por axila. Fruto espinoso de color oscuro, alrededor de 22 centímetros de longitud. Recomendables para ciclos de otoño y primavera, cuenta con resistencias a CMV/CVYV (RijkZwaan, 2016).

3.2.2 ESPARON RZ

Variedad recomendable para la etapa de producción más temprana (de calor a frío). Tipo de planta abierta con alta tolerancia a enfermedades foliares (*downymildew*, cencilla) y una mayor penetración de luz. Frutos de color verde oscuro en etapas tempranas con espinas suaves. (RijkZwaan, 2016).

3.2.3 FERRO RZ F1:

Portainjerto de cucurbitáceas de tipo *Cucúrbita máxima X Cucúrbita moschata*, de vigor muy alto. Producción muy alta con frutos uniformes, recomendado para sandía y melón a cielo abierto (RijkZwaan, 2016).

3.3 Establecimiento del cultivo

3.3.1 Siembra (variedad y patrón)

La siembra para las variedades de pepino se realizó el mes de marzo del 2016, para lo cual se preparó una relación de 2:1 de lo que es peat moss y perlita; se utilizaron charolas de 60 cavidades para su germinación. Este mismo procedimiento se realizó a los 8 días después, pero ahora para hacer

la siembra de nuestro patrón (calabacita), esto se hace así, debido a que las calabacitas tienden a emerger en menos tiempo que el pepino. Sembrando días después conseguiremos tener un crecimiento similar entre el patrón y la variedad, para que al momento de hacer los injertos, los diámetros de los tallos tanto de calabacita como de pepino coincidan y así tener un mayor porcentaje de prendimiento. Cabe mencionar que el patrón fue sembrado en vasos desechables con el fin de facilitar la realización de cada uno de los injertos.

3.3.2 Riego

En la etapa de germinación los riegos se hicieron manuales utilizando regaderas para jardinería, en esta primera etapa los riegos se realizaban diarios. Mientras que las plantas emergían y tomaban las características necesarias para ser injertadas, se fue instalando un sistema de riego (spaguetti) para facilitar esta acción. Cuando las plantas fueron trasplantadas en macetas e instaladas en el invernadero se ajustó el sistema de riego, quedando una piqueta por maceta. Para llevar a cabo el fertirriego se tenía que preparar en tambos de 200L las soluciones madre. Estando la planta en su etapa vegetativa se realizaban 2 riegos al día con una duración aproximada de 10 minutos y un gasto de 500ml, conforme estas fueron creciendo los riegos aumentaron a 15 minutos, teniendo ahora un gasto de 750ml, se seguían haciendo 2 riegos por día. Ya en floración se hacía un riego con fertilizante por las mañanas y otro por las tardes ya solo con agua. En la última etapa que es la producción, los riegos alcanzaron a llegar a los 30 minutos diarios con solución nutritiva y un extra de 2L de agua.

3.4 Realización del Injerto

Para realizar el injerto hay que tomar medidas de seguridad para evitar la contaminación de las plántulas. Esto implica desde el uso de guantes (en caso de no usar guantes humectar las manos con alcohol o usar gel antibacterial), la esterilización del área a trabajar y el material a utilizar (se puede realizar limpiando solo con alcohol); así como el cuidado de los factores ambientales como lo son temperatura y humedad, estas deben estar en un rango de 22 a 28°C y a un 80% respectivamente. Para saber que la planta puede ser injertada tomamos como referencia al número de hojas verdaderas que presenta cada planta, cuando esta cuenta con más de dos se puede empezar con tal actividad; considerando siempre que el grosor del tallo tanto de patrones como de variedades tengan un buen vigor. Para el caso del pepino vimos que se presentó esta característica a los 22 días después de emergencia, para el caso de la calabacita esto se presentó a los

15 días. Se llevaron a cabo dos tipos de injerto: injerto de púa e injerto de hendidura simple, esto como una pequeña prueba para ver con cuál de los dos se tenía mayor porcentaje de prendimiento.

3.5 Manejo de plántulas post-injerto

Cada planta que había sido injertada se fue estableciendo en la cámara de prendimiento, la cual consistía en una base de lámina con una ligera capa de agua y forrada con polietileno negro. El agua en la cámara de prendimiento nos ayudaba a mantener la humedad en un aproximado de 85%, la cobertura plástica es para regular la intensidad lumínica que deben recibir los injertos. Se debe cuidar mucho de estos factores, así como también de la temperatura (28°C). Ya cuando los injertos estuvieron dentro de la cámara de prendimiento y con la ayuda de un atomizador, se asperjo un preparado de 0.2g de Tecto 60 diluido en un litro de agua, esto como una forma de prevenir enfermedades fúngicas. A los cuatro días después de realizar los injertos, estos fueron llevados a una nueva cámara de prendimiento la cual estaba cubierta de polietileno transparente, donde pasarían otros tres días más. La cubierta plástica ayudara a que la planta se vaya adaptando a recibir la luz directa, para cuando estén fuera de la cámara no sufrieran de algún estrés por tener cambios ambientales muy drásticos. Antes de trasplantar y llevar los injertos a su destino final, se mantuvieron a la intemperie, pero en un lugar sombreado para no exponerlas a las altas intensidades lumínicas que se estaban presentando. Ya en el invernadero las plantas se fueron aclimatando por completo, lo cual nos dio una baja tasa de mortandad.

3.6 Trasplante

Al finalizar la serie de cambios ambientales a los que son expuestos los injertos, se prosigue con lo que es el trasplante e instalación de las macetas dentro del invernadero. El trasplante consistió en la preparación del sustrato (Peatmoss), llenado de las bolsas de polietileno utilizadas como macetas, las cuales abarcaban un volumen de 10L. cada cepellón antes de ser trasplantado tenía que haberse sumergido con Delfan Plus® (2.5 ml·L de agua), esto para proteger a la planta de un estrés. Las plantas se distribuyeron a una distancia de 25 cm entre plantas, se fertilizaron con solución química. Se obtuvo una densidad de 5.3 plantas por m²; el primer riego fue con agua corriente.

3.7 Fertilización

La cantidad y diversidad de soluciones nutritivas formuladas es considerable, difiriendo entre sí en la relación de la concentración y combinación de sales

(Steiner, 1961; Sonneveld et al., 1999; Rangel et al., 2006). Esta gran variabilidad no permite el diseño de una solución nutritiva adecuada común a todos los cultivos (Juárez-Hernández et al., 2006; Preciado-Rangel et al., 2006), por lo cual, al momento de utilizarla fertilización química de Steiner, (1961) se deben realizar cálculos para adaptar dicha fórmula, mediante el uso de fertilizantes de naturaleza química.

La fertilización se aplicaba diariamente, en la etapa vegetativa las primeras dos semanas solo 15 minutos al día (1L/día) se aplicaba una concentración del 25%, después durante las siguientes tres semanas con un periodo de 20 minutos al día (1.33L/día), se incrementó la concentración al 50%, posteriormente cuando el cultivo estaba en la etapa de floración paso a fertilizarse a un tiempo de 30 minutos al día (2L/día), y la concentración que se usó en esa etapa fue de 75%, cuando el cultivo se encontraba en la etapa de producción se fertilizaba 35 minutos al día (2.33 L/día) con una concentración del 100%, adicionalmente a la fertilización se realizaron riegos de 1.5 a 2 L. de agua común dependiendo de la etapa del cultivo.

3.8 Manejo del Cultivo

El pepino es una planta rastrera que puede superar los dos metros de largo fácilmente, por esta razón necesita de un tutorado constante, en este trabajo se usó un tutor que consistió en la colocación de polines en los extremos de las plantas para que funcionaran como base y de esta forma colocar líneas de alambre donde se sostenían hilos de rafia en las cuales las plantas fueron tutoradas enrollando con la rafia al tallo en el sentido opuesto a las manecillas del reloj conforme iban creciendo hasta guiarlas donde se encontraba el alambre.

El cultivo se le dio un manejo holandés en el cual consiste en ralea las flores, frutos y tallos secundarios, hasta que la planta alcanzara una altura de 50 cm., se realizaron podas al cultivo durante todo el ciclo, eliminando hojas viejas, enfermas, y también frutos curvos.

3.9 Control de Plagas y Enfermedades

Para el control de la plaga que se presentó (mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*)) se aplicó "Imidacron" (1 ml·L). La enfermedad que se presentó al final del cultivo fue odiosis del pepino (*Leveillulataurica*) y mildiu vellosa del pepino (*Pseudoperonos poracubensis*) que fueron controladas con "Tecto 60" 1 gr·L (Thiabendazol) y extracto de ajo a razón de 1ml·L que se aplicaron de manera foliar y al suelo con intervalos de 5 días.

3.10 Cosecha

La primera cosecha se inició a las nueve semanas después del haber realizado el trasplante, se hizo el segundo corte a los 11 días después de haber realizado el primer corte, a los 10 días después se hizo el tercer corte y los posteriores se realizaron cada ocho días, sumando en total siete cortes en todo el ciclo.

3.11 Tratamientos

Los diferentes tratamientos fueron distribuidos dentro del invernadero, obteniendo un total de 6 tratamientos con 4 repeticiones.

TRATAMIENTO	FACTORES		
	INJERTO	VARIEDAD	CLAVE
1	Sin injerto	Esparon	ESI
2	Sin injerto	Modan	MSI
3	Injerto de púa	Esparon	EIP
4	Injerto de púa	Modan	MIP
5	Injerto de aproximación	Esparon	EIA
6	Injerto de aproximación	Modan	MIA

3.12 Variables Evaluadas:

Se determinaron las siguientes variables en cuanto a la morfología de cada planta:

El número de frutos producidos por plantas se contaron conforme al total de pepinos que se cosecharon, la cosecha se realizaba cada tercer día, según se viera la producción.

El peso del fruto se sacó con ayuda de una balanza, tomando los datos en gr., se realizaba dicha actividad igual a la variable anterior.

Cada tercer día se medía la longitud del fruto, para ello se utilizó cinta métrica, teniendo los resultados en cm.

Diámetro de Tallo: con ayuda de un vernier se midió el diámetro del tallo de las plantas de todos los tratamientos, los datos obtenidos se registraron en milímetros (mm), esta actividad se estuvo realizando una vez por semana.

Se utilizó un refractómetro Hanna modelo HI 96801 y expresada en ° Brix para medir los sólidos solubles totales, tomando al azar solo 3 frutos por tratamiento, esta variable se tomó de los frutos que salieron en las últimas las cosechas.

La firmeza del fruto se determinó con un penetrómetro con soporte marca (Frut PressureTester) equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 kg FT-327, y puntilla de 8mm de diámetro. La firmeza al igual que los sólidos solubles totales fue medida únicamente en las últimas cosechas de la temporada.

Para determinar el rendimiento se realizaron una serie de cálculos basados en el peso del fruto y en el número de frutos por planta, dichos factores se multiplican por los m^2 (para este caso $1.2m^2$). Para convertirlo en rendimiento por ha^{-1} , el resultado anterior se multiplicó por los $10,000m^2$ que son los equivalentes a una ha^{-1}

La altura final se midió con la ayuda de una cinta métrica, cuando se desmonto el experimento, esto se hizo midiendo desde la base del tallo hasta el ápice, registrando los datos en cm.

El diámetro del fruto se tomó con la ayuda de un vernier, el cual nos expresó los datos en milímetros (mm), esto se hacía cada tercer día, al momento de la cosecha.

El peso fresco de la planta se midió con una balanza granataria marca Scout®, este se realizó el mismo día en que se desmonto el experimento, los datos fueron expresados en gramo.

3.13 Diseño experimental

Se empleó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 3x2, donde el primer factor es el injerto (sin injerto, injerto de púa e injerto de aproximación) y el segundo factor la variedad (modán y esparón), dando lugar a seis tratamientos con cuatro repeticiones cada uno. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un paquete estadístico en el cuál se obtuvieron los Anovas respectivos y se procedió a utilizar la prueba de comparación de medias de LSD Fisher ($\alpha=0.05$). Para esto se empleó el paquete estadístico de Infostat versión 2015.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Número de frutos por planta

Tenemos como resultado ante nuestro factorial de injerto una diferencia altamente significativa respecto al número de frutos que dio cada planta, así como para nuestro factor variedad. En relación a nuestra interacción destacan aquellas plantas que han sido injertadas mediante el injerto de púa con variedad de modán; Khankahdani *et al.*, (2012) menciona que al trabajar con sandías el mayor número de frutos se observó en aquellas sandías que fueron injertadas en rizoma de calabaza por injerto de empalme (2,6 frutos) y el menor en sandía sembrada directamente (1,0 fruta).

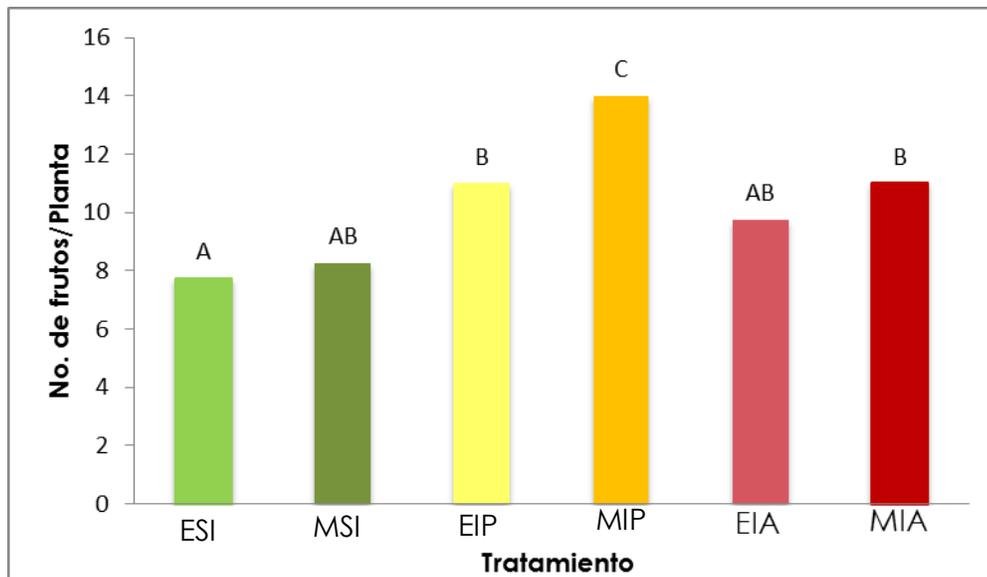


Figura 2. Número de frutos por planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.2 Peso del fruto

Los datos obtenidos mediante el experimento nos dan un resultado con una diferencia significativa estadísticamente ante el factor injerto; por otro lado, tenemos el factor variedad donde se obtuvo una diferencia altamente significativa. Estos resultados hacen que la interacción favorezca a las plantas que son injertadas mediante el método de aproximación con la variedad esparón. Estos resultados no coinciden con los obtenidos por Hochmuth *et al.*, (1996) y Té (2008), quienes al evaluar cultivares de pepino no encontraron diferencias significativas para la variable peso del fruto. Los resultados obtenidos con respecto al peso del fruto muestran un peso promedio de 318g/fruto, resultado que coincide con Té (2008), quien menciona que el peso del fruto en pepino americano fluctúa de 300 a 400 gramos.

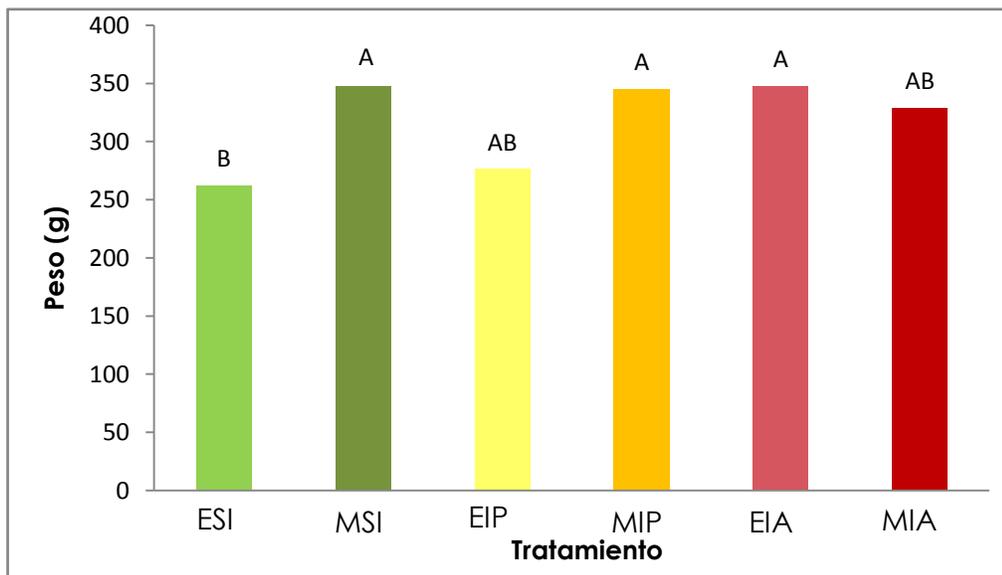


Figura 3. Peso del fruto del cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.3 Longitud del fruto

Tenemos que en la variable de longitud del fruto existe una diferencia significativa entre tratamientos, los resultados arrojan una diferencia estadísticamente alta para el factor injerto; para la variedad tenemos una diferencia significativa. La interacción nos muestra una mejor respuesta en aquellas plantas injertadas por el método de púa con la variedad de modán dando lugar a frutos con mayor longitud, lo cual nos lleva a concordar con Yetisir *et al.*, 2007, donde al trabajar con sandías injertadas en híbridos de calabaza se aumentó el tamaño del fruto en un 52%.

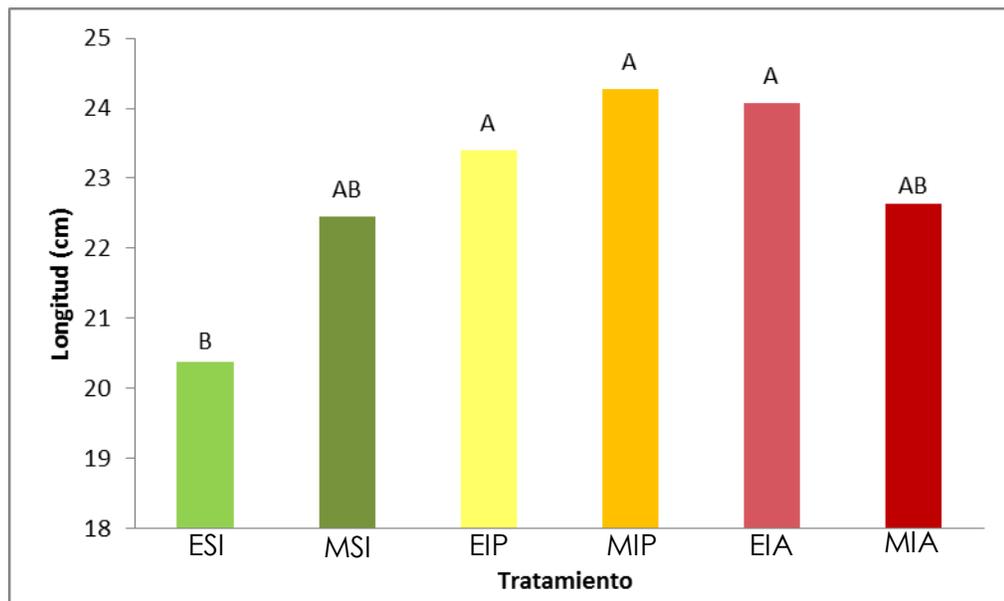


Figura 4. Longitud del fruto en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.4 Diámetro del fruto

En la variable de diámetro del fruto tenemos que existe una diferencia significativa estadísticamente hablando. En la gráfica se muestra que el factor injerto se inclina más hacia las plantas no injertadas, siguiéndose por el método de aproximación. En relación al factor variedad se muestra un mejor resultado ante la variedad modán. Por consiguiente nuestra interacción nos recomendará no emplear un injerto y trabajar con la variedad modán. Existen artículos donde se ha reportado que el injerto puede tener efectos adversos en la calidad de fruto, lo que depende especialmente del patrón (Lee, 1994; T-Nissini *et al.*, 2002; Traka-Mavrana *et al.*, 2000). Los resultados obtenidos vienen a reforzar lo mencionado por González *et al.*, (2003), en el sentido de que el diámetro del tallo del patrón es un factor determinante en el éxito de los injertos, asociado a ello a la regeneración de haces vasculares.

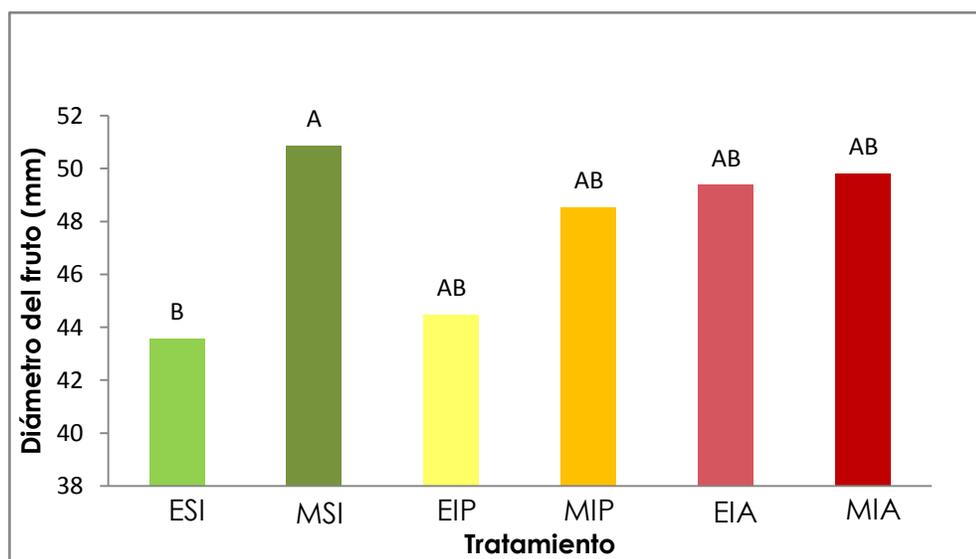


Figura 5. Diámetro del fruto en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.5 Sólidos solubles totales

En cuanto a esta variable encontramos que hay una diferencia significativa, en la cual destaca nuevamente el tratamiento número dos, donde sobresale nuestro factor sin injerto así como el factor de variedad modán. En la interacción de dichos factores nos encontramos con resultados similares a la variable de diámetro de fruto; según un estudio hecho por Velasco Alvarado (2013), se considera que las plantas no injertadas dirigidas a un tallo presentan significativamente mayor cantidad de SST, que plantas injertadas de pepino dirigidas a un tallo. Este resultado se relaciona con el incremento en el rendimiento, ya que existe correlación negativa entre el rendimiento y calidad de fruto, específicamente se reducen los SST a medida que aumenta el rendimiento (Coliman et al., 2008). En trabajos realizados con fruto de tomate realizados por Plaut *et al.*, (2014) se menciona que el aumento de la concentración de sólidos solubles totales se puede deber a una menor absorción y acumulación de agua por los frutos, la respuesta obtenida en sólidos solubles se atribuye al efecto del injerto que al favorecer la absorción de agua en los frutos la concentración de sólidos solubles totales disminuye.

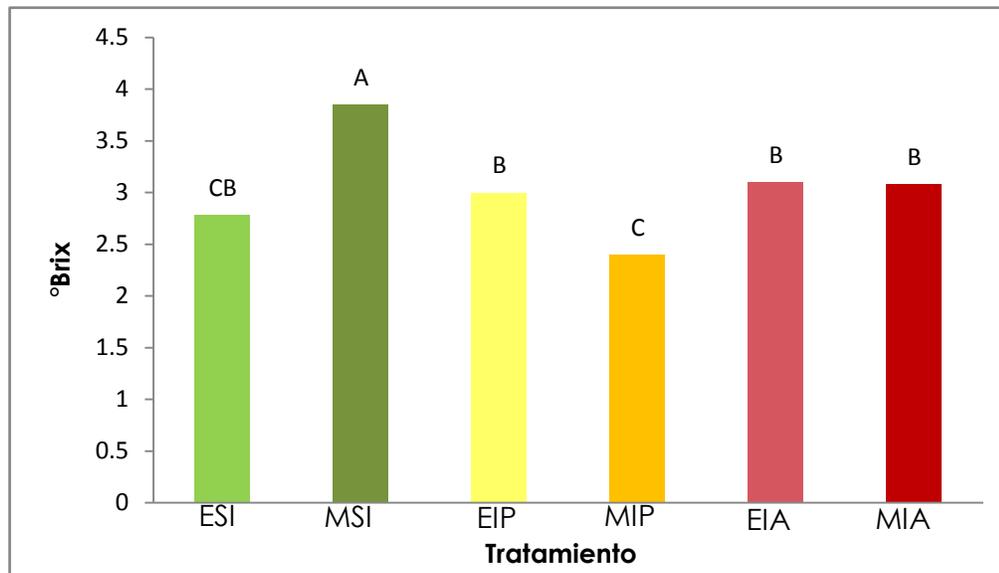


Figura 6. Sólidos Solubles Totales en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.6 Firmeza

Respecto a la variable de firmeza nos encontramos con que existe una diferencia significativa entre los tratamientos, ante el factor injerto dicha diferencia es altamente significativa. Para el caso de la variedad solo se encontró diferencia significativa. La interacción más favorable para esta variable está dada por el injerto de púa en la variedad esparón. Ali (2012) nos menciona que en estudios realizados con frutos de sandía en cuanto a Calidad del fruto se sabe que el injerto en diferentes portainjertos aumenta la firmeza de la fruta y, por consiguiente, se aumenta la vida útil. En estudios similares con portainjertos de calabaza, la firmeza registrada ha sido superior con respecto a las plantas sin injerto, atribuyéndose a contenidos altos de α celulosa (Shinbori *et al.*, 1981). Mas sin embargo, Kader (2002) menciona que las Diferencias en la firmeza de los frutos, también están dadas por variación en los estados de turgencia de las células, generándose menor resistencia de la pared celular en células turgentes.

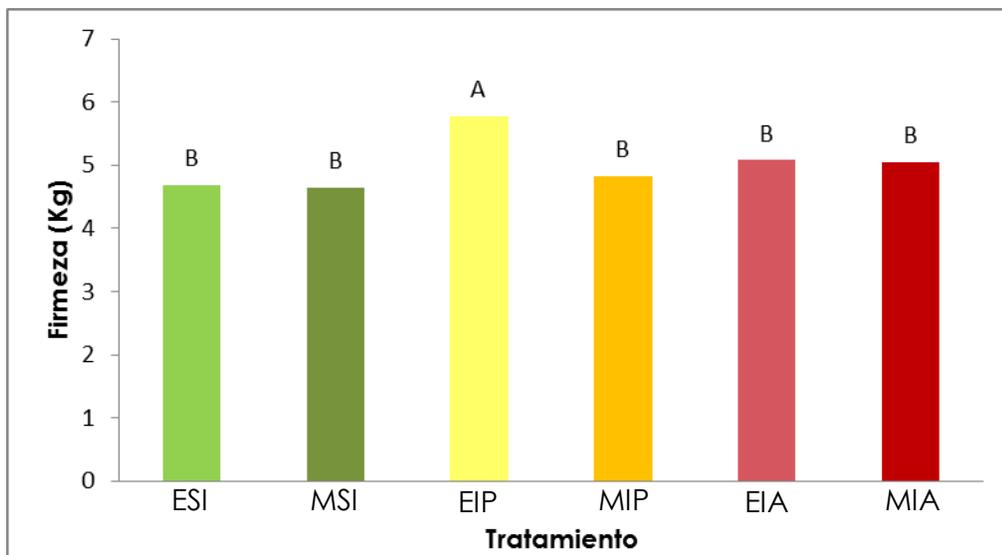


Figura 7. Firmeza en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.7 Rendimiento

Para el caso de rendimiento del cultivo de pepino, obtuvimos una mejor respuesta en aquellas plantas de la variedad modán (factor variedad) en cada uno de los tratamientos, pero destacando en las que fueron injertadas por el método de púa (factor injerto) (T4), teniendo una mayor respuesta ante este método. Teniendo como resultado estadístico una diferencia significativa. Esto concuerda con estudios que se obtuvieron en tomate injertado donde al controlar con esto la marchitez bacteriana y el nematodo de la raíz se incrementa significativamente el rendimiento (Rivard 2010). Se sabe a través de Colla *et al.*, (2010) que el injerto es una herramienta valiosa para reducir las pérdidas de rendimiento causadas por estrés por salinidad, ya que con esto la planta tiene un mayor contenido de fotosíntesis y de agua de hojas, mayor cantidad de raíces y menor acumulación de Na + y / o Cl⁻ en brotes que plantas no injertadas o auto injertadas.

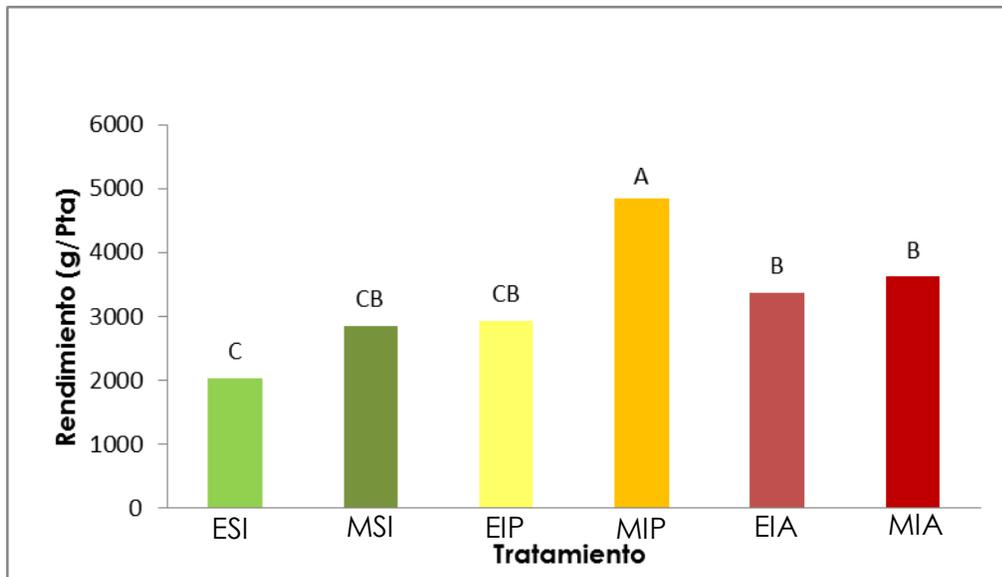


Figura 8. Rendimiento en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.8 Altura de la planta

Para el caso de la variable de altura tenemos que los resultados, que se obtuvieron a lo largo del experimento, muestran una diferencia altamente significativa para ambos factores. El injerto de aproximación en combinación con la variedad modán muestra un mayor crecimiento de planta. Esto coincide con los resultados obtenidos por López et al., (2005 y 2008), quienes mencionan que la diferencia en altura se debe principalmente al retraso en el crecimiento, propiciado por la eliminación del sistema radical de la sandía al momento de realizar los injertos de empalme y púa, al igual que a las condiciones ambientales prevalecientes durante el proceso de fusión y aclimatación de las plantas injertadas.

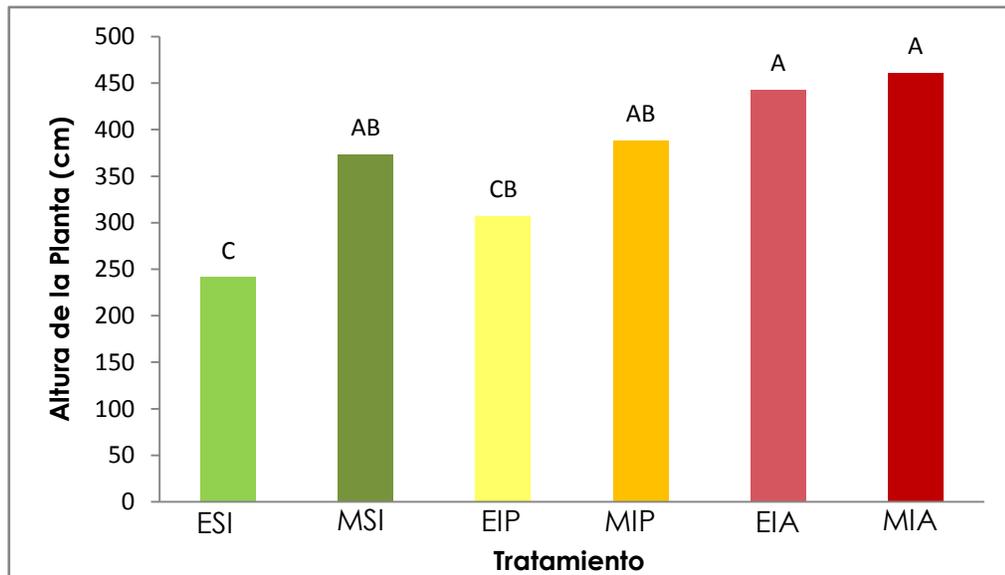


Figura 9. Altura de la planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.9 Diámetro del tallo

Se encontraron diferencias altamente significativas, donde el mejor resultado para el factor variedad está dado por la variedad modán con injerto de aproximación (factor injerto), conformando una interacción de factores que favorecen al injerto de aproximación con variedad modan. Por otro lado, en la gráfica podemos observar cómo es que difiere de un tipo de injerto a otro, aun manejándose la misma variedad de pepino. Aquí coincidimos con lo que dice López *et al.*, (2015) donde destaca que el uso del injerto conlleva a una reducción en el número de nudos por tallo, con una ampliación en la longitud de entre nudos y que el diámetro del tallo se incrementa parcialmente a comparación con plantas no injertadas; lo cual representa resultados similares con los de Na *et al.*, (2012), quien apoya que habrá un mayor diámetro de tallo en plantas injertadas.

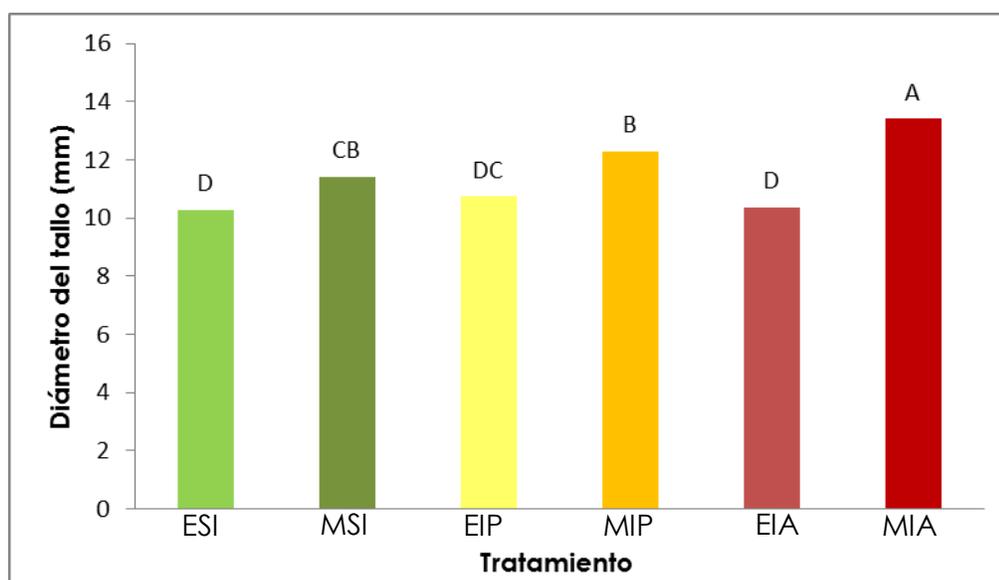


Figura 10. Diámetro del tallo de la planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

4.10 Peso fresco

Para la variable de peso fresco los datos que se obtuvieron marcan una diferencia estadística altamente significativa. El factor variedad está dado por la variedad modán, mientras que en el factor injerto se incrementa esta variable al emplear el método de púa. Lo cual nos lleva a diferir en cuantos a los resultados obtenidos por López Elías *et al.*, (2008), donde se obtenían mayores resultados con el injerto de aproximación en cuanto las variables de crecimiento de planta y número de hojas (tomando en cuenta que estas variables dan como resultado el peso fresco de la planta), donde él atribuye esta respuesta a que en el tipo de injerto por aproximación, se da una menor deshidratación del injerto propiciado por el sistema radical de ambas plantas, hasta completada la unión del injerto.

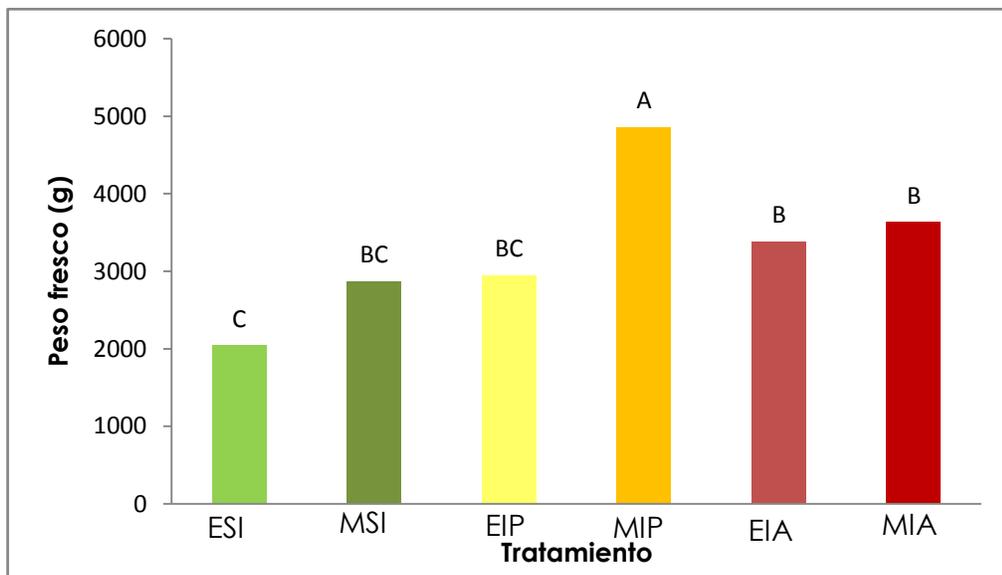


Figura 11. Peso fresco de la planta en el cultivo de pepino en cuanto a dos variedades comerciales y dos tipos de injerto.

V. CONCLUSIÓN

Las características morfológicas del fruto, así como de la planta la mejor variedad a emplear es la modán; por otro lado, se vio que el injerto no influye en el tamaño, peso y diámetro del fruto, más sin embargo, al tener plantas injertadas con el método de aproximación se consigue tener plantas más vigorosas, lo cual nos ayudará a que estas alcancen una mayor tasa fotosintética.

Las variables dadas para calidad (Sólidos Solubles Totales y firmeza) van a estar estrechamente relacionadas con las variedades con las que se trabaje; al injertar las plantas se consigue mayor firmeza de fruto, lo cual nos ayuda a dar una vida de anaquel más prolongada.

Considerando las variables de rendimiento y número de frutos por planta, nos encontramos que la variedad modán con injerto de púa nos dará una mayor producción.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Ali, A.D.H.,**(2012). Performance of Watermelon Grafted onto Different Rootstocks. Thesis is Submitted in for the Degree of Master of Plant Production, Faculty of Graduated Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine.
- 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.
- Barrett C E, X Zhao** (2012) Grafting for root-knot nematode control and yield improvement in organic heirloom tomato production. *HortScience* 47(5): 614-620.
- Bolaños, Alfredo.**(2001). Introducción a la Iericultura. Primera. San José: Universidad Estatal a Distancia, 2001. págs. 156 - 158. ISBN: 9977-64967-7.
- Choi J. S., K. R. Khang, K. H. Khang and S. S. Lee** (1992) Selection of cultivars and improvement of cultivation techniques for promoting export of cucumbers (in Korean with English summary). Res. Rpt. Min. Sci. Technol. Seoul, Republic of Korea.p. 74.
- Coliman B F R, D J H da Silva, P C Stringheta , P C R Fontes, G R Moreira, A P Mattedi** (2008) Relation between plant yield and fruit quality characteristics of tomato. *Biosci. J.*, Uberlândia, 24(1): 46-52.
- Colla G, Roupheal Y, Cardelli M.**(2012). Vegetable crops: improvement of tolerance to adverse chemical soil conditions by grafting. In: Tuteja N, Gill SS, Tiburcio AF, Tuteja R, editors. Improving crop resistance to abiotic stress. Weinheim: Wiley; p. 979–994. Colla G, Roupheal Y, Cardelli M, Temperini O, Rea E, Salerno A,
- Colla G, Roupheal Y, Leonardini C, Bie Z.**(2010). Role of grafting in vegetable crops grown under saline conditions. *SciHortic.* 127:147–155.
- CONABIO.** (2008). *Cucumis sativus*. Sistema de Información de Organismos Vivos Modificados (SIOVM). Proyecto GEF-CIBIOGEM de Bioseguridad. CONABIO. photosynthesis. *Acta Horticulturae*, v.328, p.219-228, 1993.

- Challa, H.; Heuvelink, E.; Van Meeteren, U.**(1995) Crop growth and development. Long-term responses. Crop growth. In: Bakker, J.C.; Bot, G.P.A.; Challa, H.; Van de Braak, N.J. Greenhouse climate control: an integrated approach. Wageningen: Wageningen Pers. p.62-84
- Casaca, Á. D.**(2005). El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.). Guías tecnológicas de frutas y verduras, volumen 15, 13p.
- Davis, R. A., C.L. Webber , P. Perkins-Veazie, V. Ruso and S. L. Galarza,** (2008)a. A review of production systems on watermelon quality. Proceedings of the IXth EUCARPIA meeting on genetics and breeding of Cucurbitaceae, INRA, Avignon (France), May 21-24th, 2008.
- Duran, F. 2009.** Cultivos rentables de clima cálido. Primera. Cali: Grupo latino, (2009). págs. 99 -108.
- Etman, A.A.**(1995). "Response of cucumber to plant density". Agric. Sci. 7:199-208.
- Filgueira, F.A.R.**(2000). Nuevo manual de olericultura: Agrotecnología moderna para productores y comercialización de hortalizas. Vicoso: UFV. 402 p.
- FAO.** Dirección de Producción y Protección Vegetal 90, Manual preparado por el Grupo de Cultivos Hortícolas. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, Roma, (2002).
- FAO.**(2008). Ecología de los cultivos en el mundo. Disponible en <http://ecocrop.fao.org/ecocrop/srv/en/dataSheet?id=5008>.
- Garza, U. E.** (2001). El minador de la hoja *Liriomyza* spp y su manejo en la Planicie Huasteca. INIFAP. CIRNE. Campo Experimental Ebano. Folleto Técnico.
- Gaytán, M. A. y Chew-Madinaveitia, Y. I.** Primer reporte del uso de injertos en melón y sandía a nivel comercial en la región norte-centro de México. Campo Experimental La Laguna. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. INIFAP, (2015).
- González, J.M., F. RADILLO, F. DE J. MARTÍNEZ y M. BAZÁN.** (2003). Evaluación de diferentes portainjertos en el desarrollo vegetativo del cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus*) variedad Tri-x 313. Memorias del

X Congreso Nacional de la Sociedad de Ciencias Hortícolas. México. p. 43.

Green M. J., Flores L. M. y Sánchez V. M.(2012) Inteligencia del mercado del pepino. Edit. Centro de investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz Baja California Sur, México. Pp 85.

Grijalva, R.L.; Robles, F.(2003). Avances en la producción de hortalizas en invernaderos. Publicación Técnica No. 7. INIFAP-CIRNO-CECAB. Caborca, Sonora. México. 14-18.

Harry S. Paris, Marie-Christine Daunay, Jules Janick; Occidental diffusion of cucumber (*Cucumis sativus*) 500–1300 CE: two routes to Europe, *Annals of Botany*, Volume 109, Issue 1, 1 January (2012), Pages 117–126, <https://doi.org/10.1093/aob/mcr281>

Hernández, M.G.(2006). Manejo del pepino en invernadero. Módulo 5. En: Diplomado internacional en horticultura protegida. Cd. Obregón, Sonora, México. 49pp.

Hochmut, R.C.; Leon, L.L.C.; Hochmuth, G.J. “Evaluation of twelve greenhouse cucumber cultivars and two training systems over two seasons in Florida”. Proc. Fla. State Hort. Soc. (1996). 109: 174-177.

Inayama M. (1989) Influences and problems of 'bloomless' cucumber [in Japanese]. *Asai Engei Gijyutu* 16:7-39. Kang K. S., S. S. Choi and S. S. Lee (1992) Studies on rootstocks for stable production of cucumber. *Korean Society of Horticultural Science* 19:122-123.

Jaime, G., M. Lucero, F., J.M. Sánchez, V., C. (2012). Inteligencia de mercado de pepino. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S.C. La Paz Baja California Sur, México. Pp. 85.

Jiménez-Martínez, E., & Mejía, M. P. (2010). Efectos de dos técnicas de manejo agronómico del pepino (*Cucumis sativus* L.) sobre la ocurrencia poblacional de insectos plagas, benéficos y el rendimiento en Tisma, Masaya. *La Calera*, 10(15), 16-27.

Juárez-Hernández, M. J.; Baca-Castillo, G. A.; Acevesnavarro, L. A.; Sánchez-García, P.; Tirado-Torres, J. L.; Sahagún-Castellanos, J.; Colinas-León, M. T.2006. Propuesta para la formulación de soluciones nutritivas en estudios de nutrición vegetal. *Revista Interciencia* 31(4): 246-253.

- Kader, A.A.**(1996). Maturity, ripening, and quality relationships of fruit-vegetables. *ActaHorticultrae* 434: 249-256.
- Khankahdani, H.H., E. Zakeri, G. Saeedi and G. Shakerdargah,** (2012). Evaluation of Different Rootstocks and Grafting Techniques on Graft Union Percent, Yield and Yield Components of Watermelon CV. 'Crimson Sweet'. *World Applied Sciences Journal* 18(5): 645-651.
- Kubota, C., McClure, N., Kokalis-Burelle, M. y Bausher, E.** (2008). Injerto de hortalizas: Historia, uso y estado actual de la tecnología en América del Norte. *HortScience*, 43(6) ,1664-1670.
- Ladrón, G., V.R. Quiroz, S., C. Acosta, P., J.C. Pimentel, A., L.A. Quiñones, R., E.I.**(2004). Hortalizas, las llaves de la energía. *Revista digital universitaria*. Vol. 5. Num.7. coordinación de publicaciones digitales. DGSCA-UNAM. Pp.30. ISSN: 1067-6079.
- Lee, J.M.**(1994). Cultivation of grafted vegetables 1. Current status, grafting methods and benefits. *HortScience* 29 (4): 235-239
- Lee, J.M, Kubota C., Tsao S.J., Bie Z., Hoyos Echeverria P., Morra L. y Oda M.**(2010). Current status of vegetable grafting: Difusion, grafting techniques, automation. *ScientiaHorticulturae* 127:93-105
- López E. J., Garza O.S., Huez L. M.A., Jiménez L. J., Rueda P.O. y Murillo** densidad de plantación en condiciones de invernadero. *EuropeanScientificJournal*. Vol. 11, No. 24.A. B.(2015). Producción de pepino (*Cucumissativus L.*) en función de la
- López-Elías, J., A. Romo y E. Zamora.** (2005^a). Evaluación del uso del injerto en la propagación de sandía. *Memorias del VIII Congreso Internacional en Ciencias Agrícolas*. UABC. Mexicali, B.C. México. p. 256-259
- 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.
- Maroto, L.**(2000). Manejo del cultivo de pepino. Ed. Madrid. ES. P. 87-90.

- Martínez-Ballesta M C, C Alcaráz-López, B Muries, C Mota-Cadenas, M Carvajal** (2010) Physiological aspects of rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*. 127: 112-118.
- Miguel de A. y M. Martín.**(2007). Injerto de hortalizas Ministerio agricultura, pesca y alimentación. España pp.63-92
- Na L, B Z Li, H Jing, L Bo, Z W Min.,** (2012). Biological characteristics of grafted eggplant on tomato rootstocks. *Afr. J. Agric. Res.*, 7(18): 2791-2799.
- Oliveira, A.N.P; Oliveira, A.P; Leonardo, F.A.P; Cruz, I.S; Silva, D.F.**(2009). Yield of gherkin in response to doses of bovine manure. *Horticultura Brasileira*. 27: 100-102.
- Oztekin GB, Giuffrida F, Tuzel Y, Leonardi C.**(2009). Is the vigour of grafted tomato plants related to root characteristics? *J Food Agric Environ*. 7:264–368.
- Paris HS, JanickJ, Daunay MC.** Medieval herbal iconography and lexicography of *Cucumis* (cucumber and melon, Cucurbitaceae) in the Occident, 1300–1458, *Annals of Botany*, (2011), vol. 108 (pg. 471-484)
- Pérez, Miguel G. E.**(1997). Fertirrigación NPK en pepino (*Cucumissativus L.*) Con – sin espaldera usando cintilla de goteo, bajo acolchado plástico. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 1997. UAAAN. Tesis.
- Pérez, W. F.** Efecto de los ácidos húmicos y fulvicos de en la germinación de pepino (*Cucumissativus L.*). Tesis de Licenciatura de Ingeniero Agrónomo en Producción. UAAAN. Saltillo, Coahuila.
- Pierandrei F.**(2008). Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annum L.*) grown under greenhouse conditions. *Acta Hort.* 782:359–363.
- Plaut, Z., Grava, A., Yehezkel, Ch., and Matán, E.**(2004). How do salinity and water stress affect transport of water assimilates and ions to tomato fruits. *Physiolplant*. 122: 429-442.
- Reche, M., J.**(2011). Cultivo de pepino en invernadero. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Madrid. Pp. 50. ISBN: 978-84-491-1112-9.

- Rivard CL.**(2010). Grafting tomato with interspecific rootstock to manage diseases caused by *Sclerotium rolfsii* and southern root-knot nematode. *Plant Dis.* 94:1015–1021.
- Rivero RM, Ruiz JM, Romero L.**(2003). Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *J Food Agric Environ.* 1:70–74.
- Rivero RM, Ruiz JM, Sanchez E, Romero L.**(2003). Does grafting provide tomato plants an advantage against H₂O₂ production under conditions of thermal shock? *Physiol Plant.* 117:44–50.
- Schwarz D, Roupael Y, Colla G, Venema JH.**(2010). Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, water stress and organic pollutants. *SciHortic.* 127:162–171.
- Sebastian PM, Schaefer H, Telford IRH, Renner SS.** Cucumber and melon have their wild progenitors in India, and the sister species of *Cucumis melo* is from Australia, *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, (2010), vol. 107 (pg. 14269-14273).
- Steiner, A.A** (1961). A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil* 15:134-154.
- Steward.**(2001). Fertilizantes y el ambiente. *Informaciones agronomicas.* P.7, 8.
- Té, E.** Producción orgánica de tres variedades de pepino bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Querétaro. Facultad de Ingeniería. México.(2008).
- T-Nissini P., G. Colla, E. Granati, O. Temperini, P. Crino and F. Saccardo** (2002) Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. *Scientia Horticulturae* 93:281-288.
- Torres, M.A.**(2007). Producción de hortalizas todo el año. Disponible desde: http://www.entwicklung.at/uploads/media/5_Manual_f%C3%BCr_Gemuesebau.pdf. [consulta 10 de marzo del 2016].
- Traka-Mavrana E. M., M. Koutsika-Sotiriou and T. Pritsa** (2000) Response of squash (*Cucurbita spp.*) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae* 83:353-362.

- Tüzel, Y., Yagmur B. and Gümüs M.**(2003). Organic tomato production under greenhouse conditions. Ege Univ. Fac of Agric. Dept of Horticulture and Soil Science & Plant Protection, İzmir/Turkey.
- Ugás R., S. Siura, F. Delgado de la Flor, A. Casas y J.Toledo** (2000). Datos básicos de hortalizas, Programa de hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 202 págs.
- 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.
- Vegetable.**SyngentaSeedsS.p.A. Italia.www.sg-vegetables.com
- Velasco Alvarado Mario de Jesús.** Anatomía y manejo agrónomico de plantas injertadas de jitomate (*Solanumlycopersicum*). Mayo (2013). Tesis.
- Villasana R. A.**(2010). Efecto del injerto en la producción de tomate (*LycopersiconesulentumMill.*)bajo condiciones de invernadero en Nuevo León. Tesis de Maestría. Facultad de Agronomía de la UANL pp. 9-18.
- Zhou BL, Ly N, Wang ZH, Ye XL.,**(2010). Effect of grafting to eggplant growth and resistance physiology under NaCl.Chin Veg. 20:42–46.

VII. APÉNDICE

Cuadro 1: ANOVA del número de frutos por planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		102.71	5	20.54	5.94	0.0021
Injerto		81.08	2	40.54	11.72	0.0005
Variedad		15.04	1	15.04	4.35	0.0515
Injerto*Variedad		6.58	2	3.29	0.95	0.4046
Error		62.25	18	3.46		
Total		164.96	23			

Cuadro 2: Comparación de medias para la variable del número de frutos por planta de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.			
Púa	12.5	8	0.66	A		
Aproximación	10.38	8	0.66		B	
Sin injerto	8	8	0.66			C

Cuadro 3: Comparación de medias para la variable del número de frutos por planta de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.	
Modán	12.5	8	0.66	A
Esparón	10.38	8	0.66	A

Cuadro 4: Comparación de medias para la variable del número de frutos por planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.			
Púa	Modán	14	4	0.93	A		
Aproximación	Modán	11	4	0.93		B	
Púa	Esparón	11	4	0.93		B	
Aproximación	Esparón	9.75	4	0.93		B	C
Sin injerto	Modán	8.25	4	0.93		B	C
Sin injerto	Esparón	7.75	4	0.93			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 5: ANOVA de peso del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	29931.87	5	5986.372533.44	2.39	0.079
Injerto	5066.89	2	12220.3	1.01	0.3836
Variedad	12220.3	1	6322.34	4.88	0.0404
Injerto*Variedad	12644.68	2	2505.6	2.52	0.1081
Error	45100.74	18			
Total	75032.61	23			

Cuadro 6: Comparación de medias para la variable de peso del fruto de pepino, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.
Aproximación	338.22	8	17.7 A
Púa	310.76	8	17.7 A
Sin injerto	304.88	8	17.7 A

Cuadro 7: Comparación de medias para la variable de peso del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.
Modán	340.52	12	14.45 A
Esparón	295.39	12	14.45 B

Cuadro 8: Comparación de medias para la variable de peso del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.
Aproximación	Esparón	347.77	4	25.03 A
Sin injerto	Modán	347.59	4	25.03 A
Púa	Modán	345.3	4	25.03 A
Aproximación	Modán	328.67	4	25.03 A B
Púa	Esparón	276.23	4	25.03 A B
Sin injerto	Esparón	262.17	4	25.03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 9: ANOVA del diámetro del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	181.04	5	36.21	1.56	0.2225
Injerto	41.49	2	20.74	0.89	0.4272
Variedad	92.47	1	92.47	3.98	0.0615
Injerto*Variedad	47.08	2	23.54	1.01	0.3833
Error	418.65	18	23.26		
Total	599.69	23			

Cuadro 10: Comparación de medias para la variable del diámetro de fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.	
Aproximación	49.59	8	1.71	A
Sin injerto	47.23	8	1.71	A
Púa	46.52	8	1.71	A

Cuadro 11: Comparación de medias para la variable del diámetro de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.	
Modán	49.74	12	1.39	A
Esparón	45.82	12	1.39	A

Cuadro 12: comparación de medias para la variable del diámetro de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.		
Sin injerto	Modán	50.87	4	2.41	A	
Aproximación	Modán	49.81	4	2.41	A	B
Aproximación	Esparón	49.38	4	2.41	A	B
Púa	Modán	48.54	4	2.41	A	B
Púa	Esparón	44.49	4	2.41	A	B
Sin injerto	Esparón	43.58	4	2.41		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 13: ANOVA de la longitud del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		40.77	5	8.15	3.22	0.03
Injerto		26.45	2	12.23	5.22	0.0163
Variedad		1.5	1	1.5	0.59	0.4524
Injerto*Variedad		12.82	2	6.41	2.53	0.1076
Error		45.62	18	2.53		
Total		89.39	23			

Cuadro 14: Comparación de medias para la variable de la longitud del fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.		
Púa	23.84	8	0.56	A	
Aproximación	23.36	8	0.56	A	
Sin injerto	21.41	8	0.56		B

Cuadro 15: Comparación de medias para la variable de la longitud del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.		
Modán	23.12	12	0.46	A	
Esparón	22.62	12	0.46	A	

Cuadro 16: Comparación de medias para la variable de la longitud del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.		
Púa	Modán	24.27	4	0.8	A	
Aproximación	Esparón	24.08	4	0.8	A	
Púa	Esparón	23.4	4	0.8	A	
Aproximación	Modán	22.63	4	0.8	A	B
Sin injerto	Modán	22.45	4	0.8	A	B
Sin injerto	Esparón	20.37	4	0.8		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 17: ANOVA de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	4.57	5	0.91	7.6	0.0005	
Injerto	1.54	2	0.77	6.38	0.008	
Variedad	0.14	1	0.14	1.12	0.3034	
Injerto*Variedad	2.9	2	1.45	12.05	0.0005	
Error	2.17	18	0.12			
Total	6.73	23				

Cuadro 18: Comparación de medias para la variable de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.		
Sin injerto	3.31	8	0.12	A	
Aproximación	3.09	8	0.12	A	
Púa	2.7	8	0.12		B

Cuadro 19: Comparación de medias para la variable de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.		
Modán	3.11	12	0.1	A	
Esparón	2.96	12	0.1	A	

Cuadro 20: Comparación de medias para la variable de Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.			
Sin injerto	Modán	3.85	4	0.17	A		
Aproximación	Esparón	3.1	4	0.17		B	
Aproximación	Modán	3.08	4	0.17		B	
Púa	Esparón	3	4	0.17		B	
Sin injerto	Esparón	2.78	4	0.17		B	C
Púa	Modán	2.4	4	0.17			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 21: ANOVA de la firmeza del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

	F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.		3.47	5	0.69	3.4	0.0244
Injerto		1.66	2	0.83	4.07	0.0347
Variedad		0.67	1	0.67	3.27	0.0873
Injerto*Variedad		1.14	2	0.57	2.8	0.0875
Error		3.67	18	0.2		
Total		7.14	23			

Cuadro 22: Comparación de medias para la variable de firmeza del fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.		
Púa	5.3	8	0.16	A	
Aproximación	5.06	8	0.16	A	B
Sin injerto	4.66	8	0.16		B

Cuadro 23: Comparación de medias para la variable de firmeza del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.	
Esparón	5.18	12	0.13	A
Modán	4.84	12	0.13	A

Cuadro 24: Comparación de medias para la variable de firmeza del fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.		
Púa	Esparón	5.78	4	0.23	A	
Aproximación	Esparón	5.08	4	0.23		B
Aproximación	Modán	5.05	4	0.23		B
Púa	Modán	4.83	4	0.23		B
Sin injerto	Esparón	4.68	4	0.23		B
Sin injerto	Modán	4.65	4	0.23		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 25: ANOVA del rendimiento de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17750145.8	5	3550029.16	6.59	0.0012
Injerto	8971538.97	2	4485769.49	8.33	0.0027
Variedad	5914305.19	1	5914305.19	10.98	0.0039
Injerto*Variedad	2864301.63	2	1432150.82	2.66	0.0973
Error	9693747.06	18	538541.5		
Total	27443892.85	23			

Cuadro 26: Comparación de medias para la variable de rendimiento de fruto de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.		
Púa	3888.02	8	259.46	A	
Aproximación	3494.16	8	259.46	A	
Sin injerto	2439.76	8	259.46		B

Cuadro 27: Comparación de medias para la variable de rendimiento de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.		
Modán	3770.4	12	211.85	A	
Esparón	2777.56	12	211.85		B

Cuadro 28: Comparación de medias para la variable de rendimiento de fruto de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.			
Púa	Modán	4843.74	4	366.93	A		
Aproximación	Modán	3615.71	4	366.93		B	
Aproximación	Esparón	3371.61	4	366.93		B	
Púa	Esparón	2932.3	4	366.93		B	C
Sin injerto	Modán	2850.75	4	366.93		B	C
Sin injerto	Esparón	2028.78	4	366.93			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 29: ANOVA de altura de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	138412.7	5	27682.54	5.15	0.0042
Injerto	89400.33	2	44700.17	8.32	0.0028
Variedad	35960.04	1	35960.04	6.69	0.0186
Injerto*Variedad	13052.33	2	6526.17	1.21	0.32
Error	96718.25	18	5373.24		
Total	235131	23			

Cuadro 30: Comparación de medias para la variable de altura de la planta de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.		
Aproximación	452.13	8	25.92	A	
Púa	347.38	8	25.92		B
Sin injerto	307.38	8	25.92		B

Cuadro 31: Comparación de medias para la variable de altura de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.		
Modán	407.67	12	21.16	A	
Esparón	330.25	12	21.16		B

Cuadro 32: Comparación de medias para la variable de altura de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.			
Aproximación	Modán	461.25	4	36.65	A		
Aproximación	Esparón	443	4	36.65	A		
Púa	Modán	388.25	4	36.65	A	B	
Sin injerto	Modán	373.5	4	36.65	A	B	
Púa	Esparón	306.5	4	36.65		B	C
Sin injerto	Esparón	241.25	4	36.65			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 33: ANOVA del diámetro del tallo de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	30.37	5	6.07	13.49	<0.0001
Injerto	4.4	2	2.2	4.89	0.0201
Variedad	21.89	1	21.89	48.63	<0.0001
Injerto*Variedad	4.07	2	2.04	4.53	0.0256
Error	8.1	18	0.45		
Total	38.47	23			

Cuadro 34: Comparación de medias para la variable de diámetro del tallo de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.		
Aproximación	11.88	8	0.24	A	
Púa	11.51	8	0.24	A	B
Sin injerto	10.85	8	0.24		B

Cuadro 35: Comparación de medias para la variable de diámetro del tallo de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.		
Modán	12.37	12	0.19	A	
Esparon	10.42	12	0.19		B

Cuadro 36: Comparación de medias para la variable de diámetro del tallo de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.				
Aproximación	Modán	13.41	4	0.34	A			
Púa	Modán	12.18	4	0.34		B		
Sin injerto	Modán	11.42	4	0.34		B	C	
Púa	Esparón	10.74	4	0.34			C	D
Aproximación	Esparón	10.36	4	0.34				D
Sin injerto	Esparón	10.28	4	0.34				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 37: ANOVA del peso fresco total de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	17778819.38	5	3555763.88	6.6	0.0012
Injerto	8981690.49	2	4490845.25	8.34	0.0027
Variedad	5937082.81	1	5937082.81	11.02	0.0038
Injerto*Variedad	2860046.07	2	1430023.04	2.65	0.0977
Error	9698267.84	18	538792.66		
Total	27477087.22	23			

Cuadro 38: Comparación de medias para la variable de peso fresco total de la planta de pepino con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Medias	n	E.E.	
Púa	3899.53	8	259.52	A
Aproximación	3506.04	8	259.52	A
Sin injerto	2450.61	8	259.52	B

Cuadro 39: Comparación de medias para la variable de peso fresco total de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón.

Variedad	Medias	n	E.E.	
Modán	3782.76	12	211.89	A
Esparón	2788.02	12	211.89	B

Cuadro 40: Comparación de medias para la variable de peso fresco total de la planta de pepino de dos variedades: modán y esparón, con injerto de púa, de aproximación y sin injertar.

Injerto	Variedad	Medias	n	E.E.		
Púa	Modán	4856.02	4	367.01	A	
Aproximación	Modán	3630.12	4	367.01		B
Aproximación	Esparón	3381.97	4	367.01		B
Púa	Esparón	2943.04	4	367.01		B C
Sin injerto	Modán	2862.16	4	367.01		B C
Sin injerto	Esparón	2039.06	4	367.01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$)

Cuadro 21: Fuentes y cantidad de fertilizante (g) utilizado.

Concentración de nutrientes	Fertilización	Cantidad de fertilizante			
		25%	50%	75%	100%
Nitrógeno 167ppm	Nitrato de calcio	0.2655	0.531	0.7965	1.062
Fósforo 31ppm	Nitrato de potasio	0.07575	0.1515	0.22725	0.303
Magnesio 49ppm	Sulfato de magnesio	0.123	0.246	0.369	0.492
Potasio 277ppm	Sulfato de potasio	0.06525	0.1305	0.19575	0.261
Calcio 183ppm	Fosfato de potasio	0.034	0.068	0.102	0.136
Azufre 67ppm	Ácido-etilien-diamin-dihidroxifenil	0.0125	0.025	0.0375	0.05
Hierro 3ppm	Quelato de fierro	0.0125	0.025	0.0375	0.05
Manganeso 1.97ppm	Sulfato de manganeso hidratado	0.0007	0.0014	0.0021	0.0028
Boro 0.44ppm	Ácido bórico	.00005425	0.000109	0.000163	0.000217
Zinc 0.11ppm	Sulfato de zinc heptahidratado	0.0000975	0.000195	0.000293	0.00039
Cobre 0.02ppm	Sulfato de cobre pentahidratado	0.00001975	0.0000395	0.00005925	0.000079
Molibdeno 0.007ppm	Molibdato de sodio	0.000045	0.000045	0.0000675	0.00009

Fertilización química Steiner (1961).

CE: 1.8 a 2.0 dSm, pH: 6.8, Ac. Fosfórico para ajustar pH.

Cuadro 22: fotografías del injerto de pepino en cámara de prendimiento y planta ya aclimatada.



Plantas injertadas en cámara de prendimiento



Planta de pepino injertada
ya aclimatada