

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Conductancia Estomática, Producción y Calidad de Pepino Injertado Cultivado en dos Sistemas de Fertilización

Por:

ROBERTO GIL OLEA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Diciembre 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Conductancia Estomática, Producción y Calidad de Pepino Injertado Cultivado en
dos Sistemas de Fertilización.

Por:

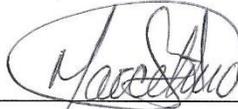
ROBERTO GIL OLEA

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. Francisca Ramírez Godina
Coasesor



M.C. Rocío Maricela Peralta Manjarrez
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre 2016

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Por haberme regalado la vida, por darme a los padres que tengo, hermanos y demás familia. Gracias Dios por la oportunidad de haber conseguido otro logro más en la vida, por cuidarme, con tú fe me diste fuerza para salir adelante de todas las circunstancias adversas, mil gracias.

AL Dr. MARCELINO CABRERA DE LA FUENTE

Por darme la oportunidad de entrar a este proyecto para poder realizar el trabajo de investigación y así poder realizar la tesis, por brindarme sus conocimientos tanto en materias impartidas, así como durante el desarrollo del trabajo y por aclarar todas mis dudas, muchísimas gracias.

A MIS COASESORES

A la Dra. Francisca Ramírez Godina y a la M.C. Rocío Maricela Peralta Manjarrez, gracias a ellas se pudo concretar este trabajo, por la revisión de literatura y a sus conocimientos impartidos en clase.

A T.L.Q. MARIA GUADALUPE PÉREZ OVALLE

Gracias a ella por permitirme y ayudarme a hacer las determinaciones de unas variables en su laboratorio que está a cargo, gracias por su tiempo y su paciencia.

A MIS AMIGOS Y COMPAÑEROS DE CARRERA

Julen Adrián Abundes Sánchez, Miguel castillo, José Manuel Elías Soto, Victorino Cervantes Parra, por ser parte de mi vida aquí en UAAAN y en especial a Luis Rubén Ruiz Ríos, que siempre estuvo presente conmigo en las buenas y en las malas, gracias por ayudarme a solucionar cada uno de los problemas que te he llevado sin que en ningún momento me hayas echado de tu vida por molestarte, gracias por tu aliento para que siga adelante cada vez que la duda se instalaba en mi mente, tú solo sabes comprenderme y si no fuese con tus palabras nunca hubiese logrado lo que quería.

A MISCOMPAÑEROS DE CUARTO

Omar Nájera Pedraza y a Eduardo Pérez Torres quienes compartieron parte de su tiempo conmigo, gracias por brindarme su ayuda y sus conocimientos en lo personal.

DEDICATORIAS

A MIS PADRES

Daniel Gil Sandoval y Antonia Olea Pérez, primeramente, por haberme dado el obsequio de la vida, por cuidar de mi hasta ahora y enseñarme lo que es correcto, por su gran y enorme cariño hacia mi persona, por esa gran paciencia que me tuvieron, por sus consejos, correcciones de lo que estaba mal. A ustedes les debo mucho de lo que soy en este momento y lo que puedo llegar hacer en la vida, por su gran apoyo incondicionalmente que todo estuviera bien y que no me faltara nada, se los agradezco de todo corazón.

A MIS HERMANOS

Daniel Gil Olea y Mariela Gil Olea quien estuvieron ahí apoyándome en todo lo que pudieron, por estar ahí en las buenas y malas, especialmente a mi hermano Daniel por sus enseñanzas en campo, por compartir sus conocimientos conmigo, por forjarme y ayudarme a sedimentar bien lo que he aprendido en campo, esos consejos y regaños que me sirvieron de mucho.

A MIS ABUELAS Y ABUELOS

Isabel Sandoval y Teresa Pérez que siempre se alegran al verme de nuevo cada vez que voy de vacaciones, por darme su apoyo, consejos y a Juan Gil y Ramón Olea que a pesar de que ya no están conmigo y de que no tengo muchos recuerdos de ellos también les doy mil gracias por ser parte de mi familia.

A MIS TIOS Y TIAS

A mis tíos (as): Martín Gil, Pedro Gil, Estaban Gil, Beatriz Gil y Manuela Olea que de una u otra forma me ayudaron a formar parte de mi persona, por darme trabajo cuando lo necesite, su cariño y la motivación para que le echara ganas al estudio y terminar la carrera.

A MI *ALMA TERRA MATER*

Por abrirme las puertas y albergarme en estos 4 años y medio que fue mi segunda casa, por ayudarme a aprender nuevas cosas en sus aulas y biblioteca cada día, su internado Palomar 2 cuarto 1, todas sus instalaciones, en especial al Departamento de Horticultura, a todos esos lugares los llevare en el fondo de mi corazón.

DEPARTAMENTO DE MONITOREO Y OTROS DEPARTAMENTOS DE “PRIME HARVEST”

A ustedes chicas: Lezli, Laura, Yolis, Lulú, Rosario, Ivon, Carmen, Ana, etc, por brindarme toda su hospitalidad, cariño, amistad y así como el conocimiento adquirido con ustedes en toda la estancia, los llevare siempre en un rinconcito de mi corazón.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	1
DEDICATORIAS	2
Índice de Figuras.....	6
Índice del Apéndice	7
RESUMEN	9
I. INTRODUCCIÓN	10
1.1.1 Objetivo General.....	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
1.1.3 Hipótesis.....	11
II. REVISIÓN DE LITERATURA	12
2.1 Origen.	12
2.2 Clasificación axonómica.....	12
2.3 Características Botánicas	12
2.3.1 Sistema radical.....	12
2.3.2 Tallo	12
2.3.4 Hojas.....	12
2.3.5 Flores	12
2.3.6 Fruto.....	13
2.3.7 Semilla	13
2.4 Tipos de Pepino	13
2.5 Importancia del Cultivo en México y en el Mundo.	13
2.6 Producción de Pepino en México.....	14
2.7 Propiedades, Composición Nutricional del Pepino.	14
2.8 Los Injertos en Hortalizas.....	15
2.9. Tipos de Injerto	15
2.10 Injerto de Púa en Hendidura	15
2.11 Manejo Pre-Injerto.....	15
2.12 Manejo Post-Injerto	15
2.13 Nutrición de Cultivos	16
2.14 Nutrición mineral (química)	16

2.15 Nutrición Orgánica	16
2.16 Parámetro de Calidad en Frutos	17
2.16.1 °Brix	17
2.16.2 Firmeza	17
2.16.3 Vitamina C.....	18
III. MATERIALES Y MÉTODOS	19
3.1 Localización Geográfica del Experimento	19
3.2 Material Vegetal	19
3.3 Variedades.....	19
3.4 PORTA-INJERTO	19
3.5 Establecimiento del Cultivo	19
3.5.1 Siembra (variedad y patrón)	19
3.5.2 Riego	20
3.5.3 Manejo Pre Injerto.....	20
3.5.4 Realización del Injerto.....	20
3.5.5 Manejo de Plántulas Post injerto	20
3.5.6 Trasplante	21
3.6 Control de Plagas.	21
3.7 Control de Enfermedades	21
3.8 Nutrición.....	21
3.9 Manejo del Cultivo	22
3.10 Tratamientos Evaluados.	22
3.11 Variables Evaluadas	23
3.11.1 Peso Fresco Aéreo	23
3.11.2 Peso Seco Aéreo	23
3.11.3 Longitud de Tallo	23
3.11.4 Diámetro de Tallo.....	24
3.11.5 Aérea Foliar Específica	24
3.11.6 Longitud de Raíz.....	24
3.11.7 Peso Seco de Raíces.	24
3.11.7 Número de Frutos por Planta.....	24
3.11.8 Conductancia Estomática.	24

3.11.9 Peso del Fruto.....	24
3.11.10 Rendimiento total de fruto.....	25
3.11.11 Firmeza de Fruto.....	25
3.11.12 Sólidos solubles totales	25
3.11.13 Vitamina C.	26
3.12 Diseño Experimental.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	27
4.1 Peso fresco de plantas de pepino.....	27
4.2 Peso seco de plantas de pepino.	28
4.4 Diámetro de tallo en plantas de pepino.....	30
4.5 Área foliar en plantas de pepino.....	31
4.6 Longitud de raíz en plantas de pepino.	32
4.7 Peso seco de raíces de plantas de pepino.	33
4.8 Número de frutos por planta en pepino.....	34
4.9 Conductancia estomática para plantas de pepino.....	35
4.10 Peso de frutos en planta de pepino.....	36
4.11 Rendimiento en plantas de pepino.....	37
4.12 Firmeza en fruto de plantas de pepino.....	38
4.13 °Brix en frutos.....	39
4.14 Contenido de vitamina C en plantas de pepino.....	40
V. CONCLUSIONES.....	41
VI. LITERATURA CITADA	42
VII. APÉNDICE	48

Índice de Figuras

Figura		
1	Peso fresco en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.....	19
2	Peso seco fresco en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.....	20
3	Longitud de tallo en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.....	21
4	Diámetro de tallo en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.....	22
5	Área foliar en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	23
6	Longitud de raíz en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	24
7	Peso seco de raíz en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	25
8	Número de frutos en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	26
9	Conductancia estomática de plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.....	27
10	Peso de frutos de plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	28
11	Rendimiento de plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	29
12	Firmeza de frutos de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	30
13	Contenido de °Brix en frutos de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	31
14	Contenido de vitamina C en frutos de pepino, con y sin injerto, bajo dos formas de fertilización química y orgánica.	32

Índice del Apéndice

Cuadro		Página
1	Análisis de varianza para la variable peso fresco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización.....	40
2	Comparación de medias para la variable peso fresco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización.....	40
3	Análisis de varianza para la variable peso seco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización.....	40
4	Comparación de medias para la variable peso seco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización química y orgánica.	41
5	Análisis de varianza para la variable longitud de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización.....	41
6	Comparación de medias para la variable longitud de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización química y orgánica.....	41
7	Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización.....	42
8	Comparación de medias para la variable diámetro de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización química y orgánica.....	42
9	Análisis de varianza para la variable área foliar de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización.....	42
10	Comparación de medias para la variable área foliar de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización química y orgánica.....	43
11	Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos sistemas de fertilización.	43
12	Comparación de medias para la variable longitud de raíz de plantas de pepino de dos ambientes de fertilización química y orgánica.....	43
13	Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización	44
14	Comparación de medias para la variable peso seco de raíz de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.	44

15	Análisis de varianza para la variable número de frutos en plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización.	44
16	Comparación de medias para la variable número de frutos en plantas de pepino, de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.	45
17	Análisis de varianza para la variable conductancia estomática en plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización.....	45
18	Comparación de medias para la variable conductancia estomática en plantas de pepino, de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.	45
19	Análisis de varianza para la variable peso de frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización.	46
20	Comparación de medias para la variable peso de frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.	46
21	Análisis de varianza para la variable rendimiento de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización.	46
22	Comparación de medias para la variable rendimiento de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.	47
23	Análisis de varianza para la variable firmeza en frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización.	47
24	Comparación de medias para la variable firmeza en frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.....	47
25	Análisis de varianza para la variable contenido de °Brix de frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización.	48
26	Comparación de medias para la variable contenido de °Brix de frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.....	48
27	Análisis de varianza para la variable contenido de vitamina C en frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización.....	48
28	Comparación de medias para la variable contenido de vitamina C en frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos ambientes de fertilización química y orgánica.....	49
29	Cantidades de los elementos utilizados para la fertilización química.....	50
30	Cantidades de los elementos utilizados para la fertilización orgánica.....	51

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en un invernadero de mediana tecnología ubicado en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro con el objetivo de determinar el comportamiento productivo, fisiológico y de calidad del pepino (*Cucumis Sativus L.*), en las variedades Modan y Esparon injertadas sobre un patrón híbrido de calabacita criolla (*Cucurbita máxima x Cucurbita moschata*), comparando dos tipos de fertilización, química y orgánica las cuales fueron basadas en la formulación de Steiner. Los tratamientos evaluados en este experimento fueron: variedad Esparon sin injertar y con injerto, variedad Modan sin injertar y con injerto, con fertilización química, las mismas combinaciones fueron para los tratamientos con fertilización orgánica.

Para los tratamientos injertados se utilizó el injerto de púa, el cual después de haberlo realizado se les dio un manejo en la cámara de prendimiento, el manejo consistió en mantener la temperatura en un rango de 28°C y una humedad relativa de 85%, las plantas se trasplantaron en bolsas de 10 kg en una relación de 1:2 de perlita y peat moss, en donde se consideraron 8 tratamientos.

Se cultivó con un sistema de fertirriego, el cual se aplicaba diariamente. Las fertilizaciones fueron químicas y orgánicas de acuerdo a los tratamientos, la concentración de la fertilización fue iniciada con un 25% en el momento de trasplante, 50% en el crecimiento vegetativo, el 75% en la etapa de floración hasta llegar el 100% en la cosecha de frutos. Las variables que fueron evaluadas son las siguientes: Peso fresco aéreo (PFA); Peso seco aéreo (PSA); Longitud de tallo (LT); Diámetro de tallo (DT); Área foliar (AF); Longitud de raíz (LR); Peso seco de raíz (PSR); Conductancia estomática (CE); Número de frutos por planta (NFP); Peso fruto en planta (PFP); Rendimiento (R); Firmeza (F); °Brix (B); Vitamina C (C). Se encontró diferencia estadística significativa entre los diferentes tratamientos, en las variables agronómicas (PFA, PSA, LT, DT, AF, LR, PSR, CE) en las que la fertilización orgánica con injerto presentó los mejores resultados en comparación con la fertilización química con injerto. En cuanto a la calidad nutracéutica el mejor comportamiento fue con la fertilización química con injerto (F, B y C). En cuanto a las variables de rendimiento (NFP, PFP, R), fue la fertilización orgánica con injerto, teniendo un mejor comportamiento la variedad Modan en la mayoría de las variables.

Palabras clave: pepino, injerto, fertilización, orgánica, química.

I. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus*) es un producto que se consume en fresco en ensalada, en curtido en vinagre y para el uso en la industria farmacéutica (Té, 2015), tiene la característica de que está formado en un 95% agua y no llega a las veinte calorías por cada cien gramos, características que lo hacen adecuado para combatir la obesidad (SIAP, 2016), además el consumo de frutos como el pepino son de alto valor nutricional (De La Torre, *et al.*, 2008).

Grandes pérdidas se producen por mal manejo del cultivo, factores ambientales y enfermedades de suelo como *Phytium sp*, *Fusarium oxysporum*, entre otras, causan necrosis sobre el sistema radicular (haces vasculares) ocasionando así la obstrucción de paso de nutrientes y agua que van a generar la marchitez de la planta y por lo tanto la muerte, esto conlleva a decrementos al final de la producción (Gómez y Melero, 2011).

El uso desmedido de plaguicidas ha ocasionado daño al medio ambiente, así como también representa peligro para los agricultores durante su manipulación, preparación y aplicación de los mismos (Montoro *et al.*, 2009). Para disminuir el uso de plaguicidas se han utilizado numerosas alternativas de manejo que han sido empleadas con éxito, entre ellas, destaca el injerto que es una práctica cultural que constituye un importante componente en el manejo integrado de plagas tanto en cucurbitáceas como en solanáceas (Gonzales *et al.*, 2008), esta técnica reduce los daños causados por patógenos que están presentes en el suelo y sequía, además mejora la absorción de agua y nutrientes (Hernández *et al.*, 2013), donde los cultivos en general muestran altas respuestas en cuanto a rendimiento a las aplicaciones de estos. Los nutrientes pueden ser aplicados mediante fertilizantes químicos y orgánicos (Martínez, *et al.*, 1999). En base a lo planteado anteriormente se considera de gran utilidad la producción de pepino mediante injerto, así como también evaluar el comportamiento productivo del cultivo en dos ambientes de fertilización.

1.1.1 Objetivo General

Determinar el comportamiento productivo, calidad de los frutos y la conductancia estomática de dos variedades de pepino injertadas.

1.1.2 Objetivos Específicos

Identificar el tipo de fertilización mejora los rendimientos en el cultivo de pepino injertado.

Cuantificar el rendimiento total de fruto en plantas de pepino injertado.

Evaluar los parámetros de calidad del fruto de pepino injertado.

1.1.3 Hipótesis

Los diferentes tratamientos se comportarán de manera heterogénea en función del injerto y de la fertilización.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Descripción del cultivo del pepino.

2.1 Origen.

El pepino (*Cucumis Sativus* L.), pertenece a la familia de las cucurbitáceas y se considera originario de la India en donde existen vestigios de ser cultivado desde hace más de 3,000 años, más tarde fue domesticado en Asia y después fue introducido a Europa, posteriormente fue llevado a América por Cristóbal Colon (Wehner y Maynard, 2003).

2.2 Clasificación axonómica

Según el sistema integrado de información taxonómica (ITIS) reporta la clasificación taxonómica del pepino (USA).

El cultivo del pepino (*Cucumis sativus* L.) pertenece al reino vegetal su división es Tracheophyta así como su subdivisión Spermatophyta. El pepino tiene clase Magnoliopsida y su orden es Cucurbitales. Ya se sabe que el pepino es del género *Cucumis* y tiene como especie *sativus* y es por ello que su nombre científico es *Cucumis sativus* L. y nombre común de pepino.

2.3 Características Botánicas

2.3.1 Sistema radical

La raíz principal del pepino puede llegar hasta 1.10m de profundidad y medir hasta 65cm lateralmente, donde la mayor parte de la raíz se puede encontrar entre los 25 y 30 cm de profundidad. Esta hortaliza posee un sistema radicular muy compactado, con lo cual aumenta los requerimientos hídricos en comparación con las demás cucurbitáceas (Veladez, 1998).

2.3.2 Tallo

El tallo es anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo; en la axila de cada hoja emite un brote lateral y una o varias flores (Bolaños, 1998).

2.3.4 Hojas

Las hojas son alternas, simples y acorazonadas, pero opuestas a los zarcillos, de color verde oscuro y cubierto con un bello fino, poseen de 3 a 5 lóbulos angulados y triangulares con una epidermis con cutícula que evita la pérdida de agua excesivamente (López, 2003).

2.3.5 Flores

Las flores emergen de las axilas de las hojas y estas se caracterizan por tener un pedúnculo corto, cuenta con una corola que consta de 5 pétalos amarillos. El cáliz

está formado por sépalos de color verde. En los inicios las plantas eran monoicas, masculinas o femeninas de polinización cruzada. Posteriormente se obtuvieron plantas con flores masculinas y femeninas que requerían polinización por insectos. En la actualidad hay híbridos comerciales de pepino que se usan intensivamente bajo cubiertas de plástico (invernadero) son del tipo ginóicos, es decir, plantas que solo producen flores femeninas (de ovario ínfero, fruto pequeño de pepino) y formados por partenocarpia. Si ocurre la polinización por insectos en este tipo de plantas, los frutos serán deformes que ya no son comerciales (Rodríguez, 1986).

2.3.6 Fruto

El fruto de esta hortaliza largo, cilíndrico y carnoso, su tamaño depende mucho de la variedad o tipo de fruto (americano o europeo). EL pericarpio 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 originarios por polinización y ausentes en los frutos que son partenocárpicos. (Mármol, 2011).

2.3.7 Semilla

Las semillas son de color blanco, aplanadas, ovaladas, miden alrededor de 8 a 10 mm, con un grosor aproximado de 3.5 mm. Existen materiales que no producen semillas, estas plantas no necesitan ser polinizadas para formar frutos si no que se reproducen por partenogénesis (Mateo, 2004).

2.4 Tipos de Pepino

Zamudio y Félix (2014), señalan que hay varios tipos de pepino entre los cuales destacan los siguientes:

Pepino tipo corto (pepinillo): En este grupo se incluyen todas las variedades de pepino pequeño, de piel verde o rayada de amarillo o blanco. No sobrepasa los 15 cm de longitud.

Pepino tipo francés: Grupo que engloba las variedades de longitud media, entre 20 y 25 cm.

Pepino tipo holandés: En este apartado se agrupan las variedades cuyos frutos superan los 25 cm de longitud. Exceptuando algún caso, son todas ginoicas, de frutos totalmente partenocárpicos y piel lisa, más o menos asurcada. El tamaño de las hojas es mucho más grande en estas variedades cuando se someten a forzado.

2.5 Importancia del Cultivo en México y en el Mundo.

El cultivo del pepino es una hortaliza de alto valor de exportación, además de que se consume en todas 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 generan divisas a los agricultores mexicanos alrededor de \$ 278,965.00 (Green *et al.*, 2012).

2.6 Producción de Pepino en México.

La superficie sembrada del cultivo de pepino en México en el año 2014 fue de 16,902.26 hectáreas en las cuales se obtuvo una producción de 707,631.94 toneladas (SIAP, 2014). En la actualidad los mercados se van haciendo cada vez más exigentes en cuanto a inocuidad, presentación de los productos, calidad y certificación de estos mismos bajo diferentes normas de calidad como pueden ser la ISO 900, ISO 1400, por mencionar algunas (Formoso *et al.*, 2006). Debido a esto, se ha incrementado considerablemente el uso de cubiertas plásticas en la agricultura, no siendo la excepción el cultivo del pepino, ya que este instrumento ha permitido modificar o alterar parcialmente el ciclo del cultivo y las condiciones climáticas dentro de este, además de disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, así como también contrarrestar condiciones adversas del medio ambiente como lluvias, heladas, vientos, etc. (Casilimas *et al.*, 2012).

2.7 Propiedades, Composición Nutricional del Pepino.

La composición nutricional del fruto del pepino puede destacar los siguientes nutrientes por cada 100 g de producto fresco:

Energía (Kcal) 13 Proteínas (g) 0,7, lípidos totales (g) 0,2, AG saturados (g) 0,07, AG monoinsaturados (g) 0,01, AG poliinsaturados (g) 0,09, v-3 (g)* 0,042, C18:2 Linoleico (v-6) (g) 0,046, Colesterol (mg/1000 kcal) 0 0 35 >25, Agua (g) 96,7, Calcio (mg) 17 , Hierro (mg) 0,3, Yodo (μ g) 1 1,0, Magnesio (mg) 9 8,7, Zinc (mg) 0,16 , Sodio (mg) 3 2,9 (Moreiras *et al.*, 2013).

Algunas de las propiedades que puede aportar el pepino son:

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

2.8 Los Injertos en Hortalizas

El uso de injerto herbáceo en plantas ayuda a presentar una resistencia a cuanto a enfermedades del suelo, evitando así el uso desmedido de plaguicidas, además ayuda a presentar una mayor precocidad en cuanto a producción (Pérez *et al.*, 2005).

2.9. Tipos de Injerto

Los diferentes injertos que existen en hortalizas se manejan de acuerdo a la familia que pertenezcan, en el caso de las cucurbitáceas el más común es el injerto de aproximación, pero hay más tipos de injertos los cuales son: doble injerto, injerto de púa en hendidura, injerto de cuña y adosado (Mascorro *et al.*, 2013).

2.10 Injerto de Púa en Hendidura

Este injerto se debe realizar cuando el patrón tenga una longitud aproximadamente entre 6 a 7cm y de 0.4 a 0.5cm de diámetro del tallo, ya con los dos cotiledones bien desarrollados la segunda hoja apuntando; la variedad es injertada sobre el patrón cuando se cuenta con la primera hoja verdadera bien desarrollada e igualmente que el patrón, con un diámetro de 0.25 a 0,35cm de tallo. Se decapita el brote del patrón y sobre el corte se hace una perforación inclinada de unos 2 a 2.5cm de profundidad desde la parte superior, justo en el centro del tallo; el corte de la variedad es de 1.5 a 2 cm por debajo de los cotiledones con una inclinación de unos 30° por los dos lados dejando expuesto el cambium. Se introduce el tallo de la variedad en la perforación del tallo del patrón intentado que el bisel conecte con el parénquima del patrón. Mantener la unión con pinzas que quitaremos en el momento de finalizar la ventilación de la cámara de prendimientos, las medias de rendimientos a plantar obtenidos son 85.7% (Cruz, 1990).

2.11 Manejo Pre-Injerto

Se suelen poner a sembrar la variedad a injertar, sembrando entre 5-7 días después del patrón, esto depende de la especie o cultivo, el objetivo es que a la hora de realizar el injerto las dos plantas tengan el tallo de diámetro similar. Al 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 (De la Torre, 2005).

2.12 Manejo Post-Injerto

Dentro de los factores que influyen en la cicatrización de la unión del injerto están las condiciones ambientales: temperatura, humedad relativa y oxígeno. La temperatura tiene un marcado efecto en la formación del tejido del callo y la diferenciación de nuevos haces vasculares, la temperatura óptima en la fase de unión es de 25 a 28°C, el contenido de humedad del aire es muy importante para la unión del injerto, debido a que las células del parénquima que forman el tejido del callo son paredes delgadas y sensibles a la deshidratación. La presencia de

una película de agua sobre la superficie de enclavamiento es más estimulante que mantener 100% la humedad relativa. Debido a que la unión del injerto es un proceso en el cual se produce una división y crecimiento celular importante, acompañado de una respiración celular elevada, el oxígeno es altamente necesario para la optimización de este proceso, por esto, es importante que la ligadura del injerto permita el acceso de aire en la zona de unión (Hartmann *et al.*, 2002).

2.13 Nutrición de Cultivos

La fertilización es uno de los rubros con más peso dentro de los costos totales de producción: cerca del 39%, la utilización de fertilizantes o elementos esenciales para los cultivos (nutrición) son considerados como parte importante en la agricultura, mediante el entendimiento de su actividad e importancia de estos en el ciclo de vida de la planta, así como el rendimiento que puedan tener los diferentes cultivos (Porras, 2005).

En la actualidad se consideran 16 elementos para el crecimiento y desarrollo de las plantas en todos los cultivos y en general para las plantas superiores. Estos pueden clasificarse atendiendo a caracteres estructurales, de los que dependen los tipos de enlaces en que intervienen o también por el papel biológico que desempeñan (Mengel y Kirkby, 2001), sin embargo, una fertilización con dichos elementos solo puede ser exitosa cuando todos los nutrientes requeridos por la planta están disponibles en cantidades suficientes en el suelo (Guerrero *et al.*, 2000).

2.14 Nutrición mineral (química)

Los fertilizantes químicos son productos industriales elaborados de diversas formas expresando el contenido de los nutrientes en base a porcentaje existente en un porcentaje de la calidad total, siendo esta que determina la calidad de un fertilizante químico (Castillo, 2009).

La solución nutritiva (SN) consiste en agua con oxígeno y los nutrimentos esenciales en forma iónica. Algunos compuestos orgánicos como los quelatos de fierro forman parte de la SN (Steiner, 1968). Para que la solución nutritiva tenga disponibles los nutrimentos que contiene, debe ser una solución verdadera, todos los iones se deben encontrar disueltos. La pérdida por precipitación de un o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua entre los iones (Steiner, 1961).

2.15 Nutrición Orgánica

La producción orgánica es una forma de producción basada en la utilización óptima de los recursos naturales (suelo y agua) y es una alternativa para resolver dichos problemas, además que no se emplean productos de síntesis química (Gómez *et al.*, 2005). La agricultura orgánica es una alternativa para la producción sostenida de alimentos limpios y sanos, puesto que es un sistema de producción,

en el cual no se utilizan insumos contaminantes para las plantas, ser humano, agua, suelo y ambiente. La agricultura orgánica es un sistema de producción que evita o excluye el uso de componentes sintéticos como; fertilizantes, pesticidas y agroquímicos en general que deterioran los suelos y la rentabilidad de los cultivos. La implementación de este sistema de producción ayuda a mantener las mejores condiciones de las propiedades del suelo, ya que en este método no se utilizan productos químicos o sintéticos que dañen al suelo (Rodríguez *et al.*, 2007).

Además, la producción orgánica de alimentos es una alternativa para los consumidores que prefieren alimentos libres de agroquímicos y fertilizantes sintéticos y con alto valor nutricional (Márquez *et al.*, 2005).

2.16 Parámetro de Calidad en Frutos

Normalmente los frutos de pepino tipo francés son cortos, 25 cm máximo, en el diámetro no son muy precisos, pero pueden oscilar entre los 4.5 a 5.5 cm de diámetro. El peso puede variar, esto va a depender del momento de la recolección, pero suelen pedirlos en el mercado entre los 150 a 250 gramos, y en cuanto al contenido nutricional no se tienen valores establecidos ya que los estándares los antepone los mercados farmacéuticos y cada uno de los diferentes mercados tiene sus variaciones (Nuhems, 2011).

2.16.1 °Brix

El contenido de sólidos solubles totales es sinónimo de calidad interna (Montaño y Méndez, 2009). La cantidad de sólidos solubles totales es empleada comercialmente como índice de calidad del fruto por guardar una alta correlación positiva con el contenido de azúcares (Silva *et al.*, 2003).

El azúcar es uno de los factores más importante que decide la calidad de la fruta. El primer azúcar que se acumula en los tejidos de las frutas es diferente entre las especies de frutas, uno de los motivos del porque es diferente el tipo de azúcar que se acumulan en las distintas frutas, se debe al tamaño de la célula en las frutas maduras, en los pepinos el rango ideal es de 2.2 a 5.4 °brix (Kano, 2002; Kano y Miyamura, 2001).

2.16.2 Firmeza

Esta es un atributo de la textura de las diferentes frutas y vegetales y está relacionada con el punto de cosecha, la calidad de la misma para su comercialización y procesamiento. Este atributo está muy ligado con los cambios físico-químicos y estructurales que ocurren dentro del material biológico (Mohsenin, 1986).

La firmeza de un material se define como la fuerza necesaria para romper los tejidos carnosos, y está relacionada con los diferentes estados durante el proceso de maduración; por lo tanto, la firmeza de la fruta es considerada como un buen indicativo de la madurez. Esta depende del estado de la fruta en el momento de su recolección, la temperatura y forma de color de esta y puede estar estrechamente

relacionada con el color externo (Valero, 2006). La firmeza está asociada a los elementos químicos nutricionales que necesitan las plantas para su desarrollo, exclusivamente al Calcio quien tiene efecto sobre las características organolépticas de las frutas (firmeza). Se recomienda aplicaciones de NO_3Ca combinado con Cl_2Ca como fuente de calcio, por producir efectos positivos en la calidad de la fruta y firmeza de la cáscara. En cuanto a la firmeza del pepino oscila entre los 7 a 12 kg por cada centímetro cuadrado (Castellano *et al.*, 2006).

2.16.3 Vitamina C

La vitamina C activa es el propio ácido ascórbico que actúa como un donador de equivalentes reductores al oxidarse a ácido deshidroascórbico, el nivel de ingesta diaria en adultos es de 70 a 90 mg y en niños de 15 a 45mg diarios. Algunas funciones fisiológicas que desempeñan son las siguientes:

- ❖ Inmunitarias
- ❖ Contra la aterosclerosis
- ❖ Anticancerosas (inhibe la formación de nitrosamina)
- ❖ Antioxidantes (es uno de los principales)
- ❖ Favorece la absorción intestinal de hierro no hemínico, siempre que se ingiera de manera simultanea
- ❖ Participa en la formación y conservación del colágeno

La vitamina C es poco estable, por eso su contenido en alimentos disminuye con el almacenamiento de larga duración. Resulta inestable en soluciones neutras y alcalinas y cuando se expone al aire, luz y el calor (Cardero *et al.*, 2009).

La técnica de Cromatografía líquida de Alta Eficiencia - HPLC con Columna de intercambio iónico es apropiada para la determinación del contenido de vitamina C; presentando valores más exactos debido a la eliminación de interferentes frente a la metodología de Titulometría de Thielman (Zamudio, 2007). El rango óptimo de ácido ascórbico en frutos de pepino es de 7 a 11 mg por cada 100 gramos de peso fresco (Córtes *et al.*, 2011).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Localización Geográfica del Experimento.

El presente trabajo se realizó en invernadero de mediana tecnología ubicado en el Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, que está ubicada en Buenavista Saltillo, Coahuila, México. La cual está localizada a la altitud norte 25° 21' 19.33, longitud oeste 101° 02' 05.91" y una altitud de 1767 msnm, dicho experimento se realizó durante el ciclo abril-septiembre de 2015.

3.2 Material Vegetal

El material vegetal utilizado fueron dos variedades de pepino (*Cucumis Sativus*) las cuales fueron Modan y Esparon, y el portainjerto utilizado fue la calabacita criolla (*Cucúrbita máxima X Cucúrbita moschata*).

3.3 Variedades

MODAN RZ F1

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.

ESPARON RZ F1: Variedad recomendable para la etapa de producción más temprana (de calor a frío). Alta tolerancia a enfermedades foliares. Color verde oscuro en etapas tempranas y frutos de muy buen tamaño, con espinas suaves. Cuenta con resistencias a CMV/CVYV (Rijk Zwaan, 2016).

3.4 PORTA-INJERTO

FERRO RZ F1: Portainjertos 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 (Rijk Zwaan, 2016).

3.5 Establecimiento del Cultivo

3.5.1 Siembra (variedad y patrón)

Se trataron previamente con un fungicida las semillas de las variedades (Esparon y Modan), posteriormente se sembraron en charolas de 60 cavidades utilizando como sustrato para germinar Peat Moss y perlita (relación 2:1), de igual manera se hizo con el patrón (calabaza criolla), pero la siembra se hizo ocho días después, con el fin de que fueran a la par en cuanto a crecimiento ya que el patrón presenta un vigor más acelerado que las variedades y así para asegurar una intersección de los haces vasculares exitosa.

3.5.2 Riego

En la etapa de germinación de la semilla los riegos fueron diarios de manera manual, aplicando dos litros de agua por charola una vez por día. Posteriormente se colocó el sistema de riego (goteo) para dar el fertirriego. Después de haber realizado el trasplante los riegos eran diarios con agua común y combinada con fertilizantes. En la primera etapa del cultivo (Vegetativa) se le daban dos riegos al día con un tiempo de 10 minutos (500 ml), posteriormente se le aumento a 15 minutos (750 ml) de igual manera dos veces al día, al iniciar la etapa de floración el fertirriego era por la mañana y en la tarde se le suministraba 1.5 litros de agua común con el fina para evitar el estrés a la planta por agua. En la etapa de producción el fertirriego se aumentó hasta 30 minutos y con la combinación de dos litros de agua común por la tarde.

3.5.3 Manejo Pre Injerto.

Se sembró la variedad a injertar 7 días después que se sembró el patrón, esto se hizo en charolas de 60 cavidades, el objetivo es que a la hora de realizar el injerto las dos plantas tengan el tallo de diámetro similar. Durante el crecimiento de la plántula se estuvo regando con solución Steiner al 25% una vez al día. Sé realizó el injerto cuando en el portainjerto apareció el primordio de la primera hoja verdadera y la planta a injertar está apenas desarrollando el primer primordio.

3.5.4 Realización del Injerto

El injerto se realizó con las medidas adecuadas de temperatura y humedad relativa (22-28°C y HR> 80%) además de esterilizar la base donde se trabajó así como el bisturí, pinzas para sujetar y las manos con alcohol con esto para no contaminar el material vegetal y no ocasionar en el futuro una enfermedad que pudiese afectar el desarrollo de este. Se hizo cuando las variedades (Esparon y Modan) tenían 22 días de emergido y el patrón (calabaza criolla) 15 días respectivamente, este último ya tenía desarrollo las dos primeras hojas verdaderas, se utilizó el injerto de púa en hendidura (simple) debido a que presentaban condiciones apropiadas para este tipo de injerto.

3.5.5 Manejo de Plántulas Post injerto

Posteriormente después de haber hecho el injerto se pasaron las plántulas a una cámara de prendimiento durante 4 días que estaba cubierta con polietileno negro para tener absoluto oscuridad, las condiciones ambientales que se tenían dentro de la misma eran de una humedad relativa arriba de 85% y con una temperatura de 28°C y se les asperjo Tecto 60 (0.2g·L) de manera preventiva, posteriormente se pasó a otra cámara de prendimiento con polietileno transparente durante tres días, esta actividad con la finalidad de que las plántulas injertadas se fueran adaptando poco a poco a condiciones del exterior, gradualmente las condiciones ambientales se fueron disminuyendo hasta llegar el punto de que se aclimataran, enseguida fueron sacadas de la cámara y fueron expuestas a baja intensidad solar

durante 4 días, y finalmente se pusieron en el medio ambiente que se tenía dentro del invernadero.

3.5.6 Trasplante

Para realizar el trasplante primeramente se llenaron las bolsas de 10 litros con peat moss que sirvió como sustrato, al momento de ir realizando el trasplante se iban mojando las raíces de las plantas con solución que contenía un producto antiestrés (Delfan Plus) a razón de 2.5 ml-litro y se acomodaron a una distancia de 25 centímetros entre plantas, para esto se hicieron cuatro bloques los cuales dos bloques eran fertilizados con solución química y dos con solución orgánica. Densidad de 5.3 plantas por metro cuadrado.

3.6 Control de Plagas.

Para el control de la plaga que se presentó que fue mosquita blanca de los invernaderos (*Trialeurodes vaporariorum*) se aplicó extracto de ajo (2.5ml-litro) para plantas de fertilización orgánica y para las plantas de fertilización química se aplicó Imidacron (1 ml-litro).

3.7 Control de Enfermedades

La enfermedad que se presentó en el cultivo fue oídio del pepino (*Leveillula taurica*) y mildiu vellosa del pepino (*Pseudoperonospora cubensis*) que fueron controladas con Tecto 60 1 g-litro (Thiabendazol) y extracto de ajo a razón de 1ml/litro que se aplicaron foliarmente y al suelo con intervalos de 5 días.

3.8 Nutrición

La fertilización que se utilizó en el cultivo fueron de dos tipos, fertilización química y orgánica, la fertilización química fue la fórmula de Steiner y la orgánica se hizo similar a la de Steiner con productos TRADECOPR.

La solución orgánica fue en fue similar en que contiene los mismos elementos que la solución Steiner mientras que diferencio en que no se ajustó al 100% como la química, solo se ajustó en un 90%.

La fertilización era aplicada diariamente, en la etapa vegetativa se aplicaba la fertilización a una concentración del 25%, las primeras dos semanas con un intervalo de 15 minutos al día, después se incrementó a 50% durante tres semanas por un periodo de 20 minutos al día, posteriormente se subió a 75% cuando el cultivo estaba en floración y el tiempo a 30 minutos, cuando el cultivo llego a la etapa de producción la concentración se subió al 100% con un tiempo de

35 minutos, eso se hacía con la combinación añadiéndole de 1.5 a 2 litros de agua común a cada planta durante todo el ciclo que se tuvo.

3.9 Manejo del Cultivo

El pepino es una planta que puede sobre pasar los 2 metros fácilmente, por esta razón se hizo la colocación de polines en los extremos de las plantas para poner líneas de alambre para ser utilizadas para el tutoreo, las plantas fueron tutoradas en contra de las manecillas del reloj (dándole un giro al tallo) con una rafia, esto se iba haciendo conforme al crecimiento de la planta hasta llevarla hasta la parte superior del alambre.

Al cultivo se le dio el manejo holandés el cual se iba quitando las flores, frutos y tallos secundarios hasta que este alcanzara una altura de 50 centímetros, se le hizo dos podas al cultivo durante todo el ciclo eliminando las hojas viejas y enfermas, así como también frutos curvados.

Para el control de las enfermedades que se presentaron en esta etapa del cultivo se utilizaron productos como “Tecto 60 (0.2g·lt) y Mancozeb (1.2 g·lt)” para los tratamientos químicos y para los tratamientos orgánicos se utilizó extracto de ajo (2.5ml·lt) como preventivo.

El inicio de la cosecha fue 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 el ultimo corte se le hizo a los ochos días después, sumando en total 4 cuatro cortes en todo el ciclo (6 meses).

3.10 Tratamientos Evaluados.

Los diferentes tratamientos fueron distribuidos en el invernadero a manera de seis repeticiones por tratamiento, en total fueron ocho tratamientos.

Tratamientos evaluados

Número	Tratamientos
1	Variedad Esparon, sin injerto-fertilización química(EQ-S/I)
2	Variedad Modan sin injerto- fertilización química (MQ-S/I)
3	Variedad Esparon con injerto- fertilización química (EQ-C/I)
4	Variedad Modan con injerto- fertilización química (MQ-C/I)
5	Variedad Esparon sin injerto- fertilización orgánica (EO-S/I)
6	Variedad Modan sin injerto- fertilización orgánica (MO-S/I)
7	Variedad Esparon con injerto- fertilización orgánica (EO-C/I)
8	Variedad Modan con injerto- fertilización orgánica (MO-C/I)

3.11 Variables Evaluadas

Se determinaron variables de producción y calidad del fruto:

Peso fresco aéreo (PFA); Peso seco aéreo (PSA); Longitud de tallo (LT); Diámetro de tallo (DT); Área foliar específica (AFE); Longitud de raíz (LR); Peso seco de raíz (PSR); Número de frutos por planta (NFP); Conductancia estomática (CE); Peso fruto en planta (PFP); Rendimiento (R); Firmeza (F); °Brix (B); Vitamina C (C).

3.11.1 Peso Fresco Aéreo

Se determinó el peso fresco aéreo al momento de retirar el cultivo del invernadero por medio de una balanza granataria marca Scout® Pro, obteniendo el peso de cada planta por cada tratamiento, el resultado se registró en gramos (g).

3.11.2 Peso Seco Aéreo

Para la determinación de esta variable se puso a secar las seis plantas de cada tratamiento durante cinco días dentro del invernadero en el cual las temperaturas eran de 28-32°C y humedad relativa de 20-50%, posterior a esto, se pesó cada una de las plantas de los diferentes tratamientos en una balanza granataria marca Scout® Pro lo obtenido se registró en gramos (g).

3.11.3 Longitud de Tallo

La longitud del tallo se determinó mediante un flexómetro, tomando como base de donde se cortó el tallo y terminando hasta el ápice de la planta, se hizo por cada planta de cada tratamiento, el resultado se registró en centímetros (cm).

3.11.4 Diámetro de Tallo.

Se midió el tallo de cuatro plantas de cada uno de los diferentes tratamientos con un vernier, lo obtenido se registró en milímetros (mm).

3.11.5 Área Foliar Especifica

Para determinar esta variable se calcularon las hojas de las ocho plantas de cada tratamiento en papel reciclado para después pasarlas por medio de un medidor portátil de área foliar modelo LI-500 lo obtenido se reportó en cm^2 .

3.11.6 Longitud de Raíz.

La longitud de la raíz se determinó mediante un flexómetro, midiendo desde la base donde se cortó el tallo hasta el ápice más alejado de la raíz, esto se hizo en cada una de las raíces de todas plantas (6) de los diferentes tratamientos, el resultado se reporte en centímetros (cm).

3.11.7 Peso Seco de Raíces.

Esta variable se determinó cinco días después de que se dejaron secar dentro del invernadero con la balanza granataria marca Scout® Pro, esto se hizo con cada una de las raíces (6) de todos los tratamientos, lo obtenido se reportó en gramos (g).

3.11.7 Número de Frutos por Planta.

Esta variable se determinó mediante el conteo acumulado de frutos por planta de todas las cosechas realizadas.

3.11.8 Conductancia Estomática.

Esta variable se determinó mediante el porómetro digital leaf porometer modelo SC-1, tomando 3 lecturas por tratamiento una por planta en hojas totalmente desarrolladas ubicadas en la parte media de la planta y del lado donde le da más el sol, al medio día con el sol despejado para que no hubiera factores que intervinieran en la toma de datos, lo obtenido se reportó en $\text{mmol}\cdot\text{m}^2\cdot\text{seg}$.

3.11.9 Peso del Fruto.

Esta variable se determinó mediante el peso de cada fruto cosechado de los diferentes tratamientos por medio de la balanza granataria marca Scout® Pro, el resultado se registró en gramos (g).

3.11.10 Rendimiento total de fruto

Se determinó al momento de cosecha pesando en una báscula Scout® Pro, todos los frutos producidos por planta, estimado de una muestra aleatoria de 6 plantas en cada uno de los tratamientos, considerando la suma de 4 cortes con intervalos de 9 días promedio entre uno y otro corte, se estimó el rendimiento total en Kg·planta.

3.11.11 Firmeza de Fruto.

Se determinó firmeza de fruto con un penetrómetro con soporte marca (Frut Pressure Tester) equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 Kg FT-327, y puntilla de 8 mm de diámetro, en la parte del ecuador del fruto se introdujo la puntilla de un solo impulso para medir la fuerza necesaria para penetrar 1 cm del tejido de la pulpa del fruto de pepino, se reportaron en (Kg·cm²). La estimación de la firmeza es importante en la evaluación de la susceptibilidad de la fruta a daños físicos o mecánicos o manejo de poscosecha.

$$\text{Área de la puntilla} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{(3.1416)(0.8\text{cm})^2}{4} = 0.502656 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de 1 cm} = \frac{(1 \text{ cm})(0.502656 \text{ cm}^2)}{0.8\text{cm}} = 0.62832 \text{ cm}^2$$

$$\text{Firmeza de fruto en Kg/cm}^2 = \frac{(\text{ACM})(\text{LP})}{(\text{AP})}$$

Donde:

ACM= Área de 1cm

LP= Lectura del Penetrómetro directo

AP= Área de la puntilla

3.11.12 Sólidos solubles totales

Para medir esta variable se utilizó un refractómetro Hanna modelo HI 96801 y expresada en (°Brix), se tomaron 3 frutos al azar de cada una de las 6 plantas, de cada tratamiento. El procedimiento fue el siguiente; se cortó el fruto a la mitad y se colocaron varias gotas sobre la superficie del prisma, se cerró la cubierta del prisma y se apuntó el refractómetro hacia una fuente de luz, se observa un campo circular a través de una mirilla que tiene una escala vertical, con el líquido en el prisma, el campo se divide en dos porciones: clara y oscura. El punto, en el cual la línea de marcación entre estas dos porciones cruza la escala vertical, da la lectura de °Brix o el porcentaje (%) estimado de SST.

3.11.13 Vitamina C.

Para determinar esta variable se utilizó el siguiente procedimiento según la AOAC, 1990:

1. Se pesaron 20 g de muestra y se colocaron en un mortero.
2. Se trituro hasta formar una papilla con 10ml de HCL al 2%.
3. Se añaden 100 ml de agua destilada y se homogeniza.
4. Se filtró el contenido del mortero a través de una gasa, se recibió el filtrado en un matraz Erlenmeyer y medir el volumen exacto.
5. Se tomaron 10 ml del filtrado y se pusieron en otro matraz Erlenmeyer.
6. Con la bureta se midió un volumen conocido de reactivo de Thielman.
7. Se tituló la alícuota hasta la aparición de una coloración rosa que no desaparezca durante 30 segundos y se toma lectura en mililitros gastados del reactivo del Thielman.
8. Se hizo el cálculo de vitamina C con la siguiente formula:

$$\text{Vitamina C} = \frac{\text{ml gastados} \times 0.088 \times \text{vol. total} \times 100}{\text{peso muestra} \times 10\text{ml}}$$

Dónde:

0.088= miligramos de ácido ascórbico equivale a 1 ml de reactivo de Thielman.

VT=Volumen total en ml de filtro de vitamina C en HCL.

VA=Volumen en ml de la alícuota valorada.

P= Peso de la muestra en gramos.

3.12 Diseño Experimental.

Los tratamientos obtenidos fueron el resultado de un diseño factorial de tratamientos 2x2x2 dando lugar a ocho tratamientos con síes repeticiones cada uno, que estos fueron establecidos bajo un diseño experimental completamente al azar. Los datos obtenidos se les aplico el análisis estadístico en el cuál se obtuvieron los Anovas respectivos y se procedió a utilizar la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha=0.05$). Para esto se empleó el paquete estadístico SAS (Statiscal Analysis System) versión 9.4.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Peso fresco de pantas de pepino.

Para esta variable se puede observar que, si hubo diferencia significativa entre las plantas injertadas y no injertadas, y también entre los dos tipos de fertilización, pero solo en la variedad modan porque en la esparon muestra una tendencia similar ya sea con el injerto y la fertilización, se puede observar en la Figura 1 que el mejor resultado lo obtuvo el tratamiento ocho (variedad Modan con injerto y fertilización orgánica). Lo anterior concuerda con Godoy *et al.*, (2009) quienes encontraron un incremento de hasta 9% más de peso fresco en plantas de tomate injertadas a comparación a las que no se injertaron. Fiesco (2004) menciona que las plantas sometidas a fertilización orgánica tienen un efecto positivo en el desarrollo de la planta, además de que también tiene un efecto positivo en las propiedades físico, químicas y biológicas en los frutos, eso se debe a que la fertilización orgánica es de liberación lenta y pone a más disposición de nutrientes a la planta en todo su ciclo.

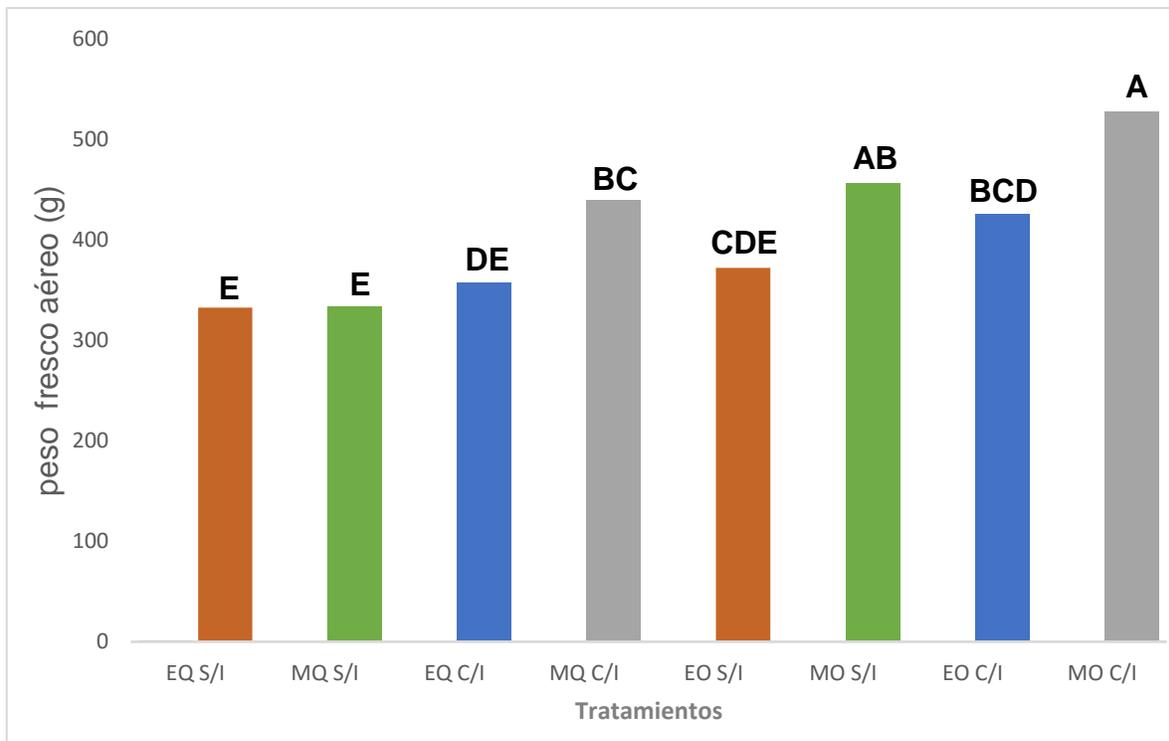


Figura 1. Peso seco fresco en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.2 Peso seco de plantas de pepino.

Los datos obtenidos en el experimento nos muestran que no hubo diferencia significativa entre plantas injertadas y no injertadas, así como en la fertilización entre los tratamientos, todos son estadísticamente iguales, pero el más alto resultado lo dio el tratamiento siete (Esparon con injerto y fertilización orgánica). Esto no concuerda con García *et al.*, (2010) quien obtuvieron menor peso seco en plantas de chile ancho injertadas, 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) pone en manifiesto el papel que juegan los nutrimentos en la parte aérea de la planta, especialmente en la concentración de elementos, tienen especial significancia en la producción, y por lo tanto una mayor absorción de nutrimentos las plantas tendrán mayor vigor y por consiguiente una mayor acumulación de materia seca (Cardona, 2015).

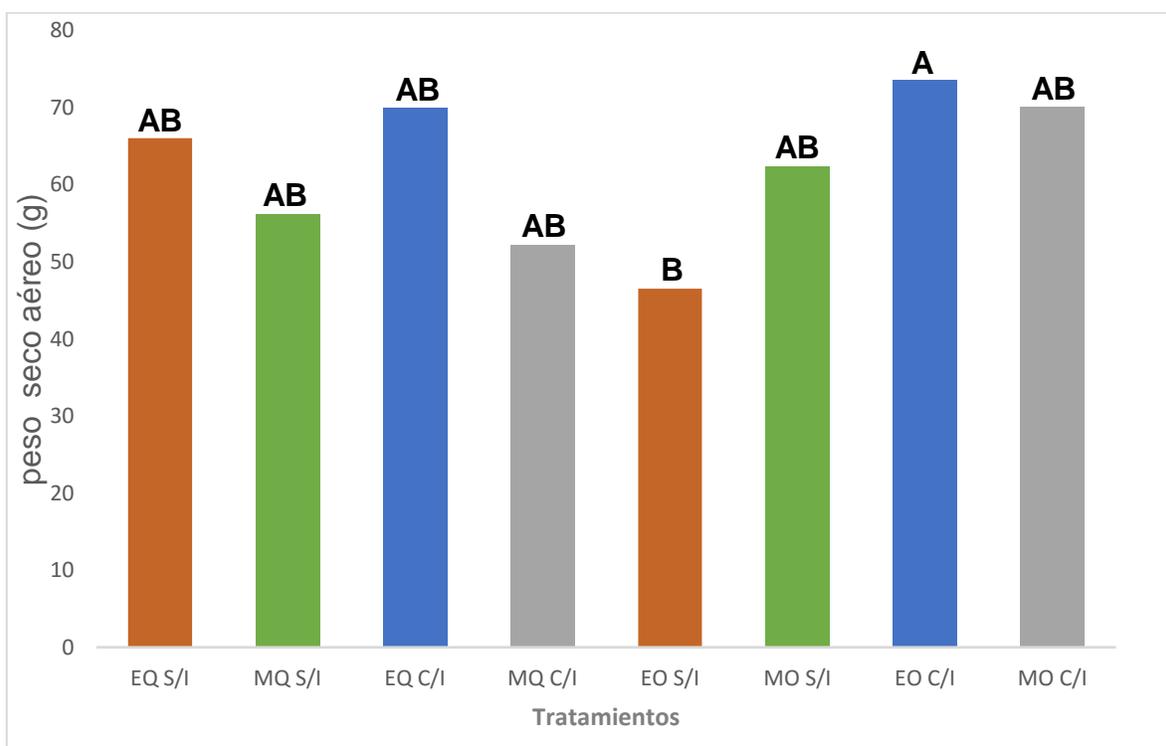


Figura 2. Peso seco aéreo en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.3 Longitud de tallo en plantas de pepino.

En la (figura 3) nos muestra que si hubo diferencia significativa pero solo en la variedad Esparon y solo en el tipo de fertilización, así mostrando el mejor resultado la variedad Esparon y Modan con injerto y fertilización orgánica obtuvieron la mayor longitud de tallo, lo cual coincide con López *et al.*, (2008) donde compararon diferentes tipos de injerto en sandía y mencionan que al utilizar injerto se obtiene mayor longitud de tallos, por otra parte, López *et al.*, (2005) obtuvo resultados similares quien comparo tipos de injertos en dos cultivares de sandía.

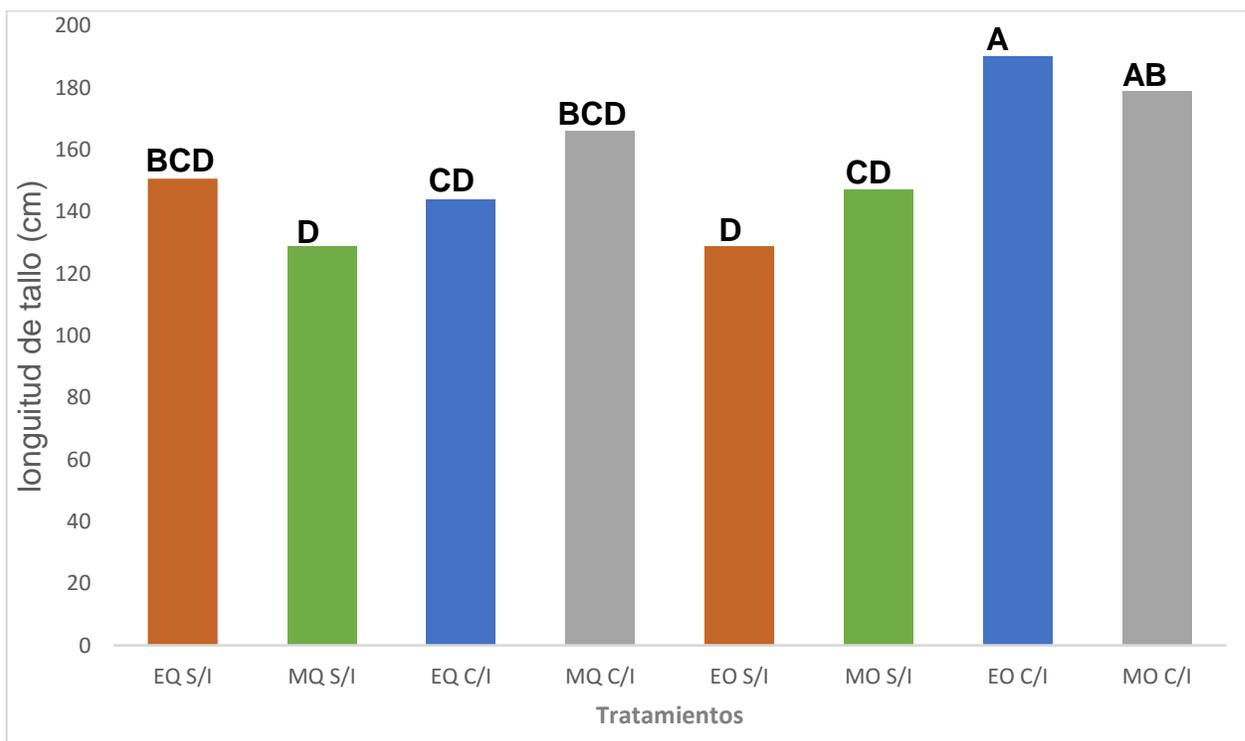


Figura 3. Longitud de tallo en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.4 Diámetro de tallo en plantas de pepino.

Los resultados obtenidos en la variable de diámetro de tallo nos muestran que no hubo diferencia estadísticamente entre plantas injertadas y no injertadas teniendo un comportamiento similar, así como en el tipo de fertilización utilizada entre las variedades, siendo el mejor tratamiento la variedad Modan sin injerto y fertilización orgánica. Esto no concuerda con Echeverría (2000) donde sus resultados obtenidos en los diámetros fueron superiores de las plantas injertadas a comparación con las que no se injertaron. 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 entre nudos y que el diámetro del tallo se incrementa parcialmente a comparación de plantas no injertadas. Rojas y Rivero (2001) quienes trabajaron con melón mencionan que el aumento del diámetro del tallo en plantas injertadas puede ser modificado por efectos simples de la variedad o el tipo de injerto realizado.

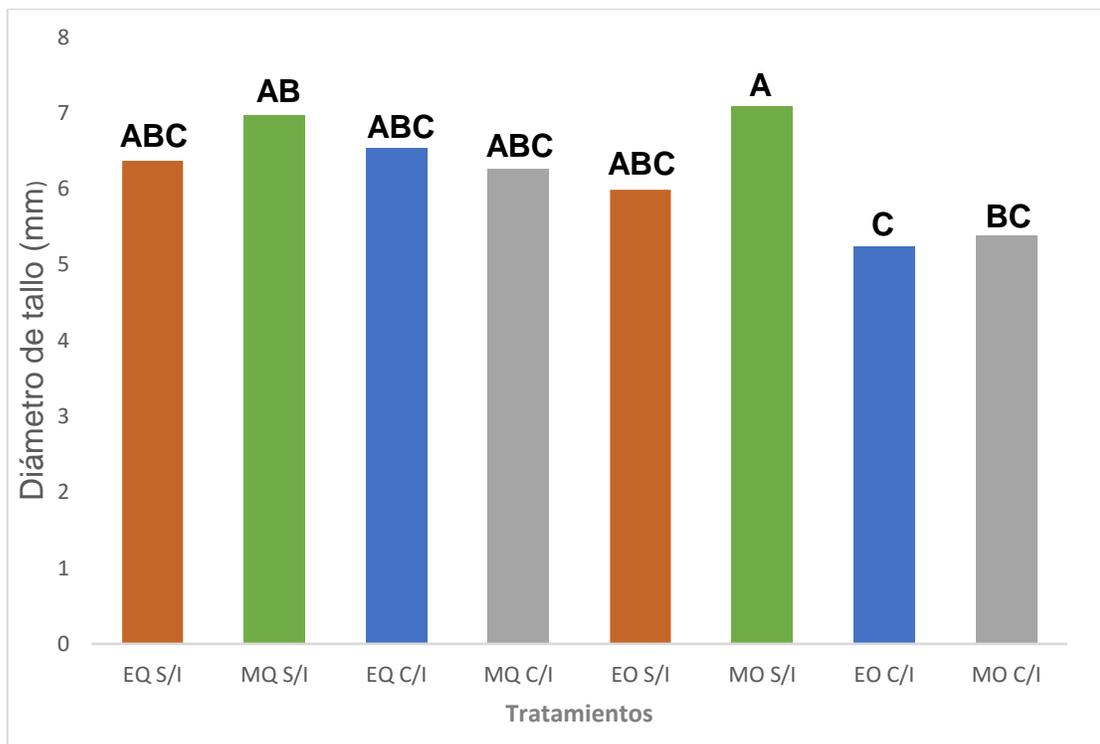


Figura 4. Diámetro de tallo en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.5 Área foliar en plantas de pepino.

En cuanto a la variable área foliar se muestra que no hubo diferencia estadísticamente en cuanto al injerto ni a la fertilización orgánica, pero si hubo un comportamiento similar en cuanto a la fertilización química y el tratamiento con valores más altos fue el ocho (Modan con injerto y fertilización orgánica), esto concuerda con Sánchez (2015) quien menciona que plantas suplementadas con productos orgánicos ayudan a obtener una mayor área foliar que las que no se suplementan, por otra parte Maathuis (2009) menciona que al proporcionar fertilizantes inorgánicos incrementa la salinidad del medio radical, con lo que se disminuye la absorción de agua, nutrientes afecta el metabolismo de la planta. Hernández *et al.*, (2014) reportaron que se produce mayor área foliar en plantas injertadas que las que no se injertaron.

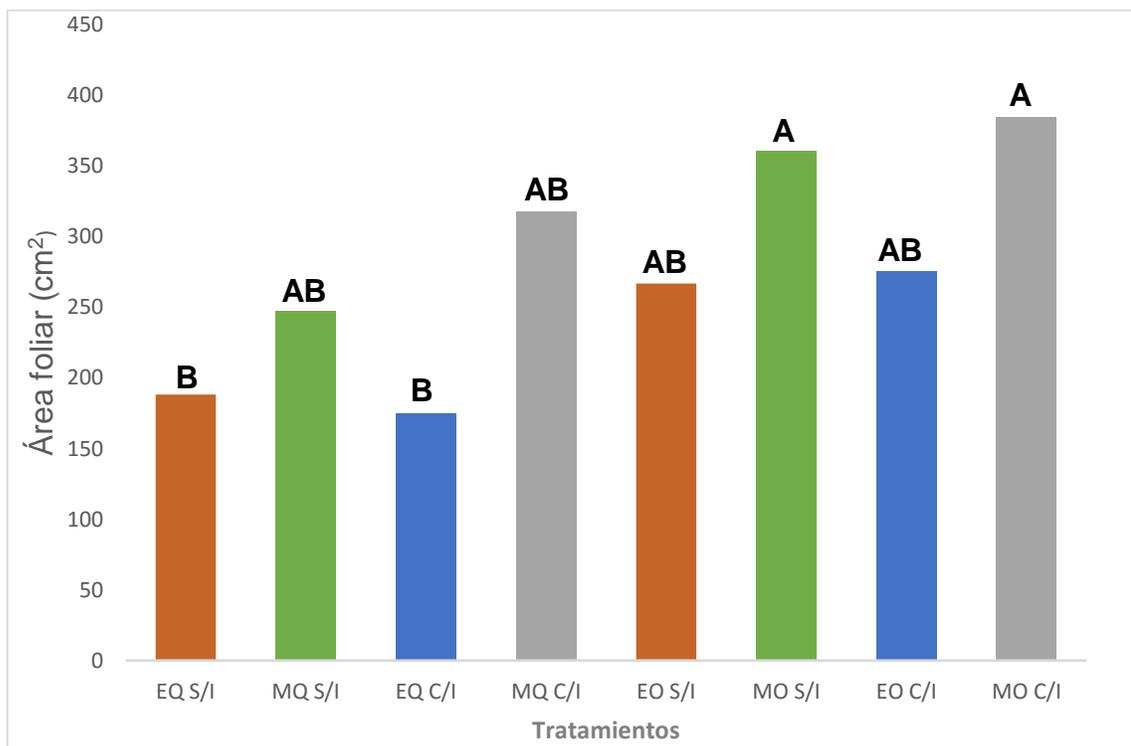


Figura 5. Área foliar en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.6 Longitud de raíz en plantas de pepino.

Respecto a la longitud de la raíz, se observa que, solo hubo diferencia estadísticamente en la variedad esparon con injerto y todas las demás son completamente iguales, así como en el injerto y en la fertilización en los diferentes tratamientos, dando como mejor resultado al tratamiento tres (Variedad Esparon con injerto y fertilización química). Giles (2009) menciona que la implementación de injertos en hortalizas nos favorece en el desarrollo radicular, y Trotin, (2011) dice que al tener un buen desarrollo de la raíz se tendrá una mejor absorción de nutrientes y agua para la planta ya que el patrón que se usa es poco exigente y muy eficaz a la hora de absorber agua y nutrientes.

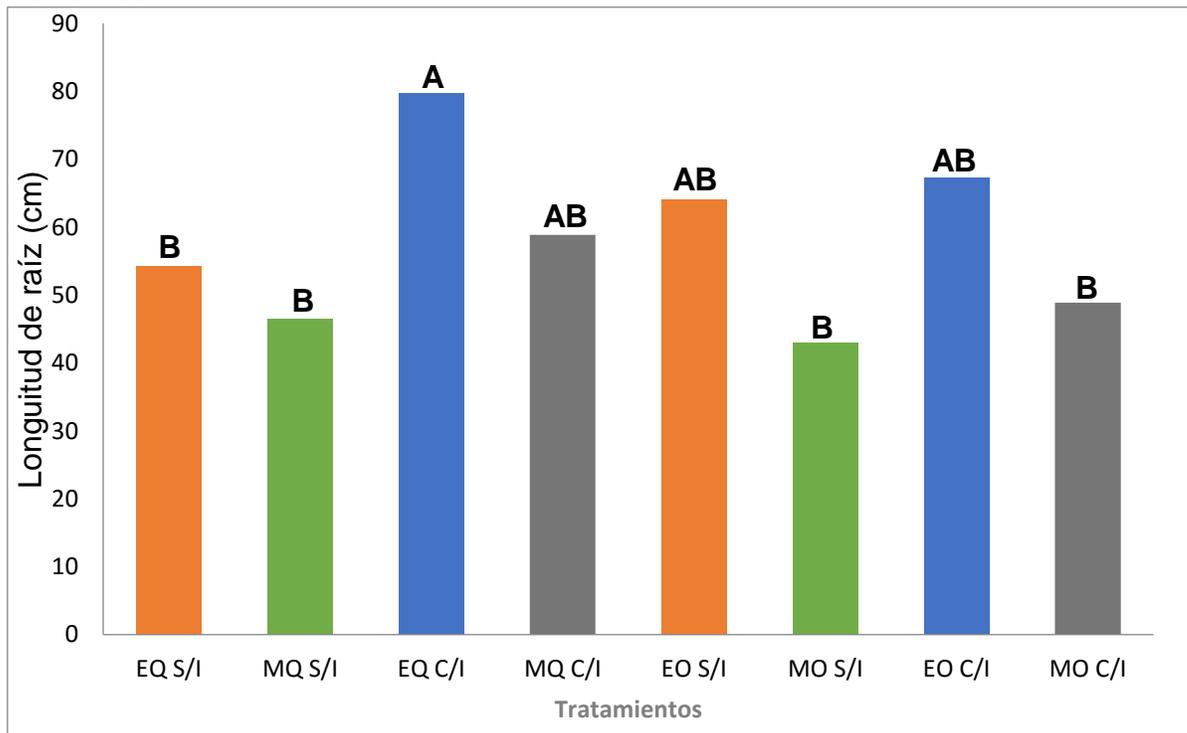


Figura 6. Longitud de raíz en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.7 Peso seco de raíces de plantas de pepino.

Para la variable peso seco de las raíces se encontró diferencia significativa en cuanto a las plantas que, si se les realizó el injerto contra a las que no se le realizó, tanto como en el tipo de fertilización, pero solo en la variedad Modan, así obteniendo el mayor resultado el tratamiento dos (variedad Modan sin injerto y con fertilización química), lo anterior no concuerda con Díaz (2013) quienes encontraron peso seco de raíces en plantas de pepino valores inferiores a los encontrados en este experimento. Santiago (2014) Menciona que la acumulación de biomasa (raíz, hoja, tallo, etc) se obtienen una mejor respuesta cuando las soluciones nutritivas están más balanceadas como en el caso de la química, por lo contrario, un déficit o desbalance de las soluciones nutritivas puede dar como resultado menor área foliar, tallos delgados, raíz pobre, palidez, flores débiles y amarillamiento de follaje (Yáñez, 2012).

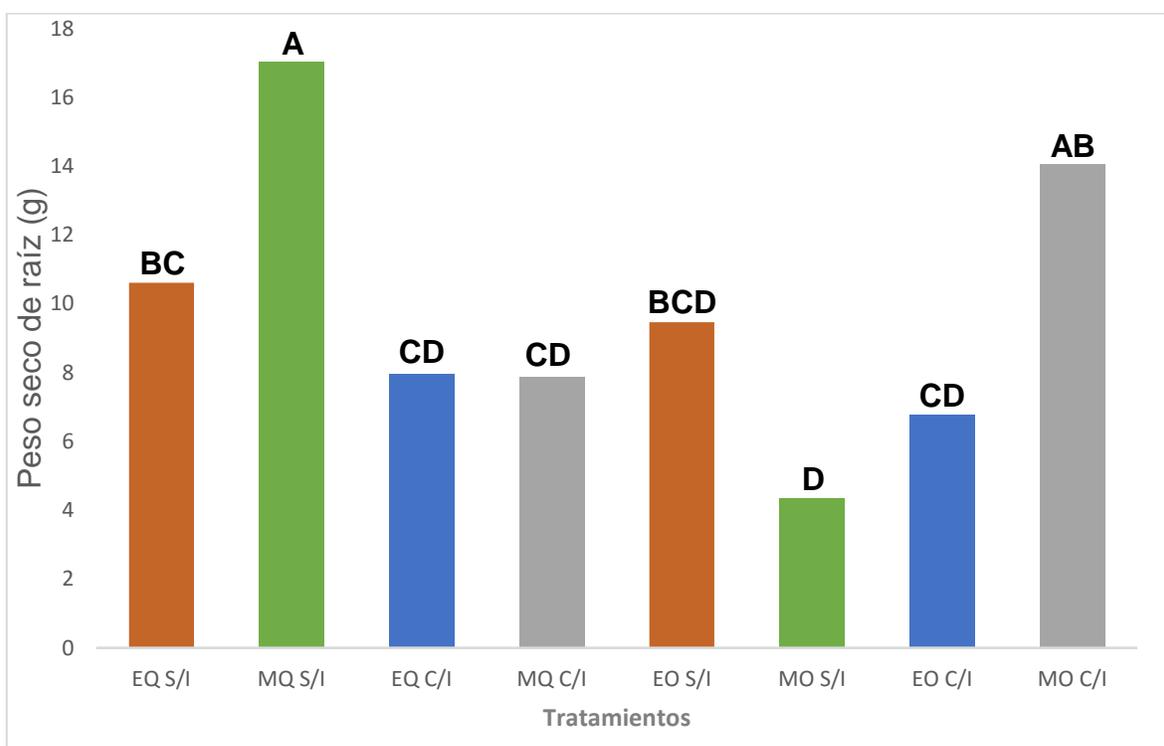


Figura 7. Peso seco de raíces en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.8 Número de frutos por planta en pepino.

Para esta variable de número de frutos por planta de pepino se muestra que no hubo significancia alguna, pero el tratamiento 4 (variedad Modan con injerto y fertilización química) mostro mayor número de frutos. Los datos obtenidos concuerdan con Vrcek, *et al.*, (2011) quien trabajo con tomate y dijo que el uso del injerto se traduce a un aumento de número de frutos comerciables por planta, hasta un 30% más. El uso del injerto en plantas de tomate aumenta la absorción de nutrientes (N y P) y mejora la actividad fotosintética, esto conduce a más amarre de frutos por plantas (por fosforo) y más producción de foto-asimilados que ayudan a un mejor desarrollo de los frutos, esto según Salazar y Alonso (2014).

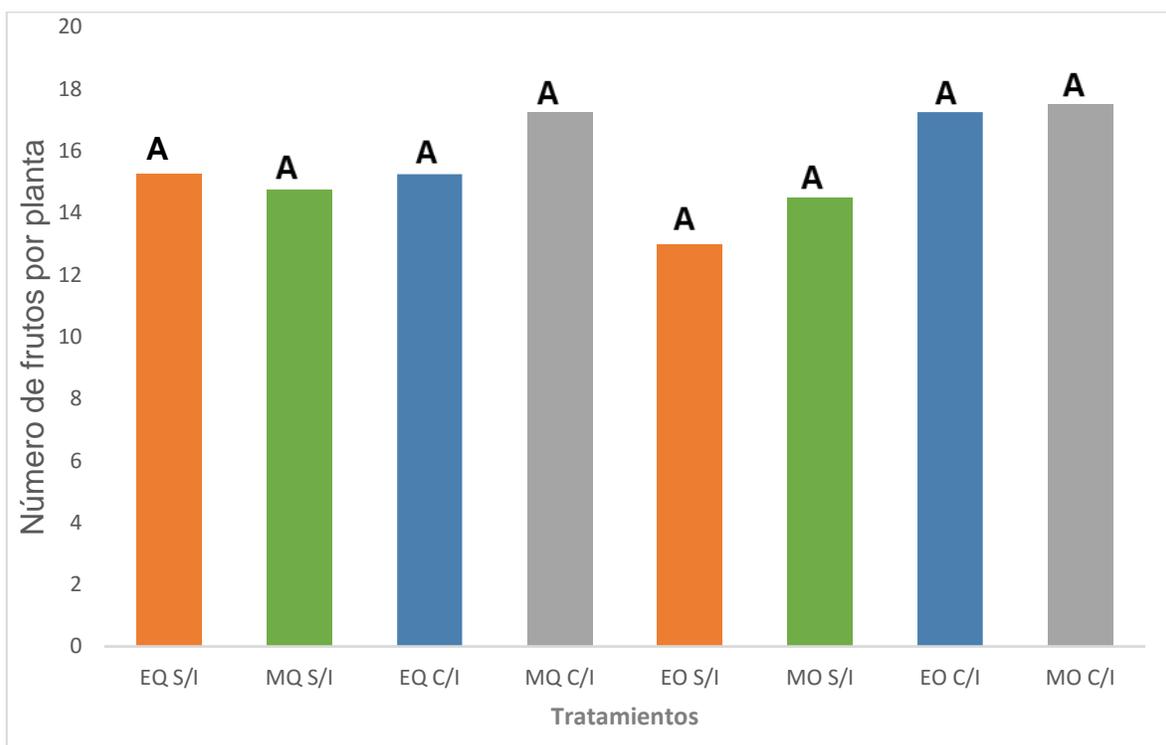


Figura 8. Número de frutos por plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.9 Conductancia estomática para plantas de pepino.

Los resultados obtenidos para la variable de conductancia estomática mostraron diferencia significativa en cuanto a plantas injertadas y no injertadas en las dos variedades, destacando el tratamiento 2 (variedad Modan sin injerto con fertilización química), los resultados no concuerdan con (Rouphael *et al.*2008; He *et al.*,2009) quienes sus resultados obtenidos en plantas de calabacín y de tomate injertadas sugieren que la parte aérea tiene efecto en la función estomática, produciendo una elevada tasa de fijación de CO₂ y una menor resistencia estomática que las plantas no injertadas.

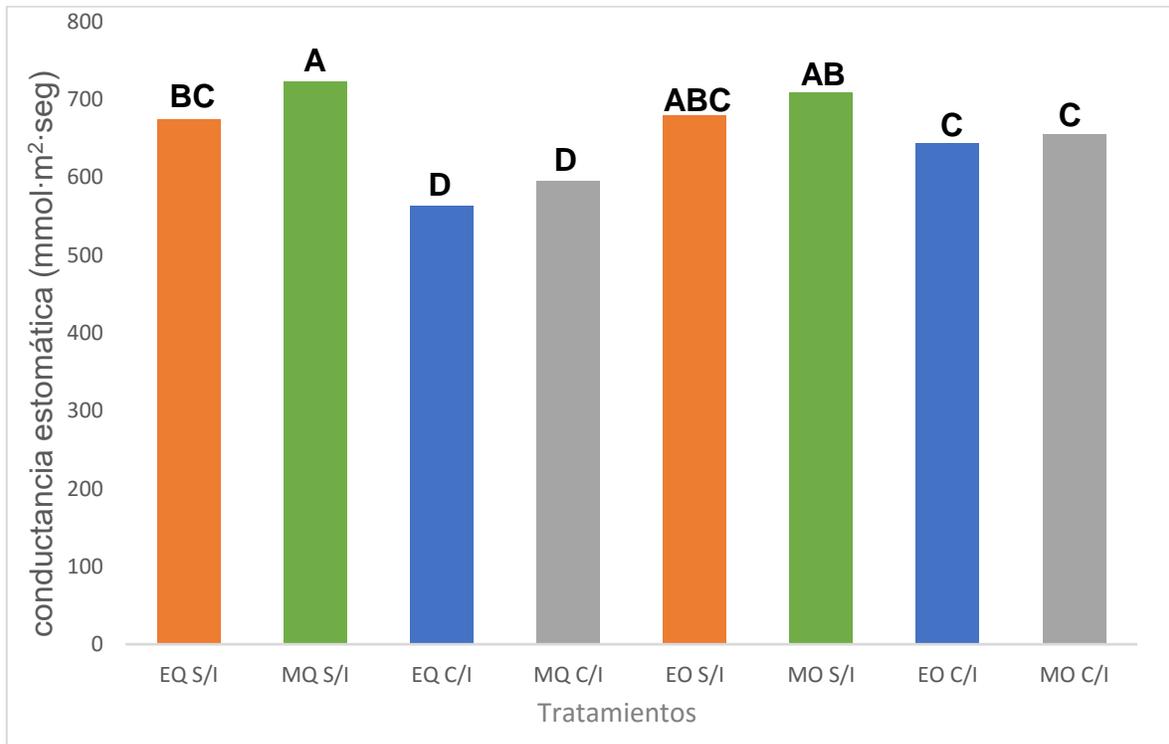


Figura 9. Conductancia estomática en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.10 Peso de frutos en planta de pepino.

Para esta variable de peso de fruto solo hubo diferencia estadísticamente entre la esparon que se le injerto y la que no se le injerto, dando como mejor resultado el tratamiento 8 (variedad Modan con injerto y fertilización orgánica) estos datos no concuerdan con Grijalva *et al.*,(2011) quien dice que el promedio de peso de fruto en pepino tipo francés oscila entre los 319-350 gramos, sin embargo Ríos *et al.*,(2003) obtuvo mayor peso de frutos en plantas de pepino fertilizadas con Humus de lombriz que en las que no se aplicó, dicen que esto se debe a que los productos orgánicos tienen la mayor disponibilidad de nutrientes que los inorgánicos.

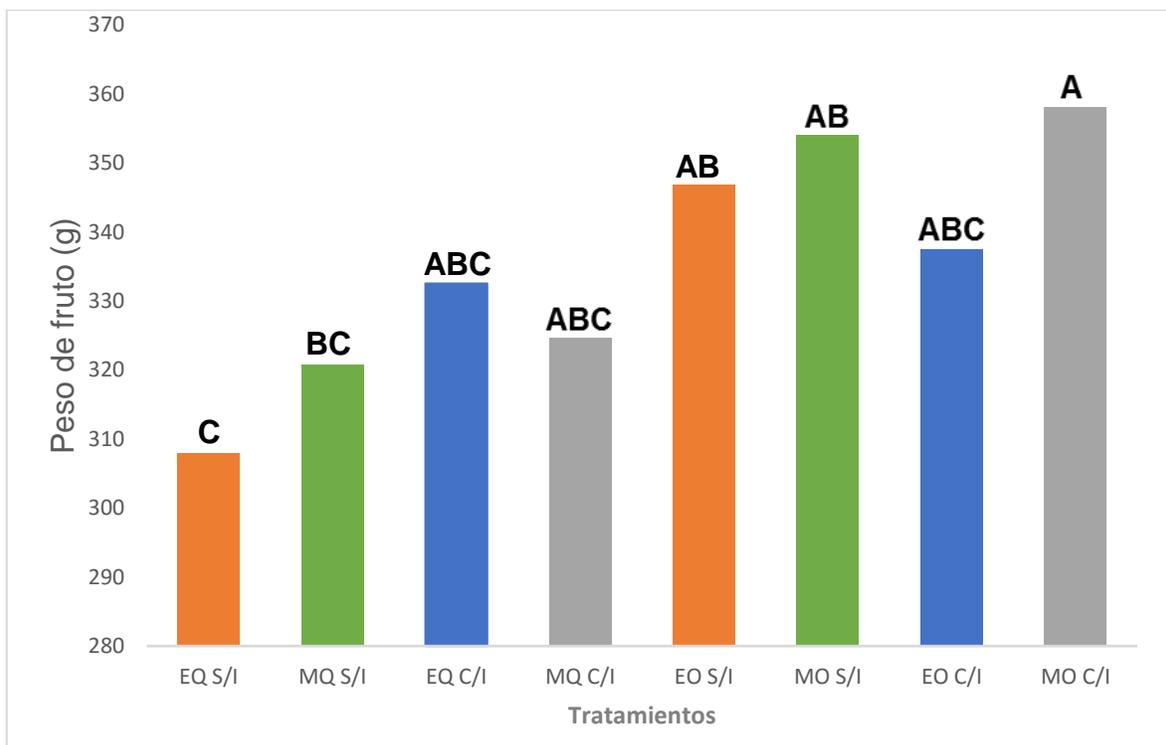


Figura 10. Peso de frutos en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.11 Rendimiento en plantas de pepino.

Para la variable rendimiento por planta de pepino solo hubo diferencia estadísticamente entre los tratamientos EOS/I y MOC/I hablando entre plantas injertadas y no injertadas así como en las fertilización que se utilizó, pero siendo el mejor resultado el tratamiento 8 (variedad Modan con injerto y fertilización orgánica), esto concuerda con Ruíz (2002) quien obtuvo rendimientos más altos en plantas de melón injertadas y que esto se debe a que el genotipo de raíz determina el rendimiento, por otra parte Colla *et al.*,(2010) reportan que plantas de sandía injertadas exudan más ácidos orgánicos que ayudan a una mejor absorción de nutrientes y esto con lleva a un mayor rendimiento.

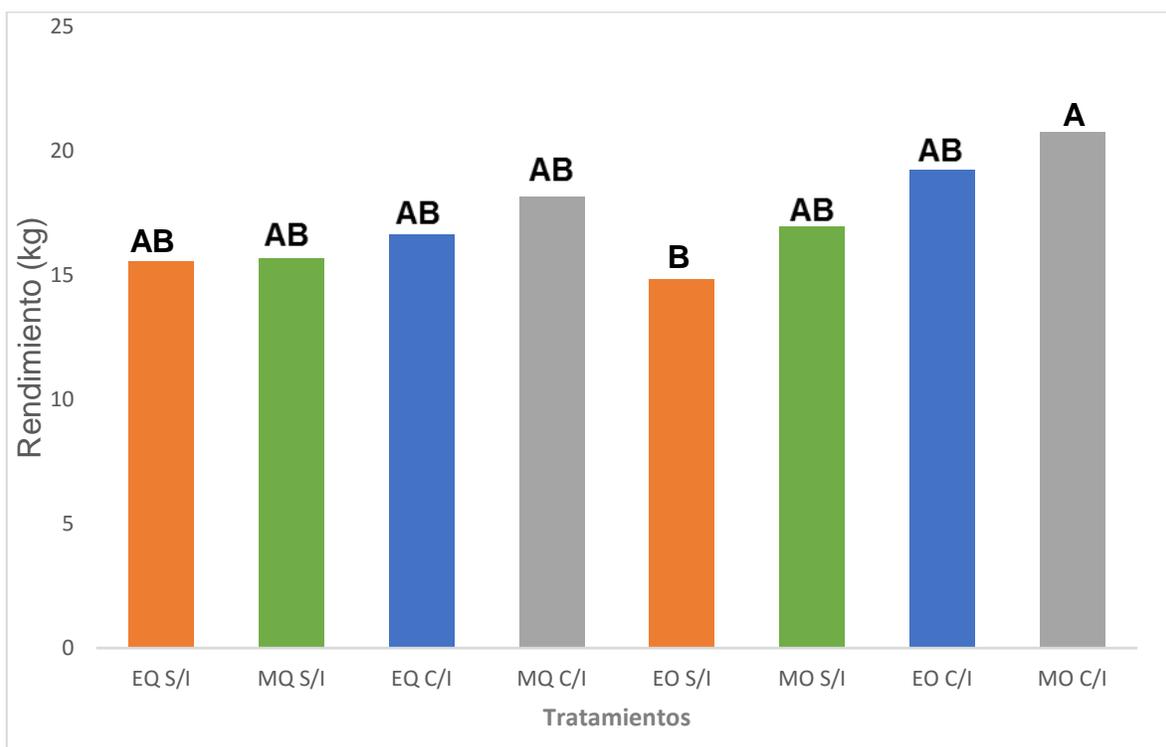


Figura 11. Rendimiento en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.12 Firmeza en fruto de plantas de pepino.

Para la variable firmeza en frutos de pepino si mostraron diferencia estadísticamente en cuanto a plantas injertadas y no injertadas para la variedad modan así como en el tipo de fertilización utilizado, siendo mejor el injerto también hubo diferencia estadística en cuanto al tipo de fertilización, pero solo en la variedad modan, obteniendo el mejor resultado con la orgánica y el tratamiento 4 fue el que más sobre salió (variedad Modan con injerto y fertilización química), estos resultados no concuerdan con los obtenidos por Franquez (2016) y Martin (2010) quienes encontraron una mayor firmeza en los frutos cosechados de plantas que no se le realizó el injerto a comparación a plantas injertadas. López *et al.*, (2008) dice que se debe a la poca cantidad de agua en el fruto lo cual favorece la firmeza del mismo.

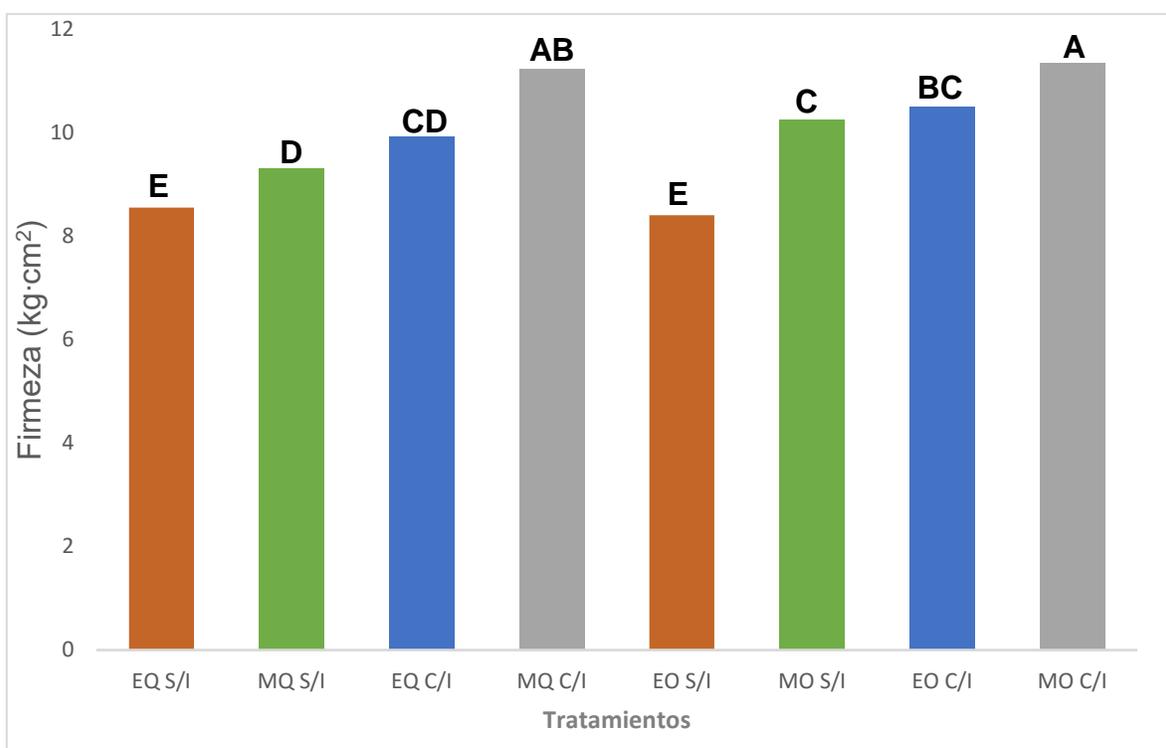


Figura 12. Firmeza en frutos de plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.13 °Brix en frutos.

En esta variable de °Brix en los frutos de pepino si se encontraron diferencia estadísticamente en cuanto a la realización del injerto y también al tipo de fertilización utilizada entre los diferentes tratamientos, siendo la mejor la química, obteniendo como mejor resultado el tratamiento 4 (Variedad Modan con injerto y fertilización química), estos datos obtenidos se encuentran entre los rangos indicados por Gándara (2016) y Anjanappa *et al.*, (2012) que van desde los 2.2 a 5.4 °Brix ya que los pepinos son frutos no climatéricos y se caracterizan por tener un bajo nivel de solidos solubles. Rodríguez (2016) encontró más incrementos de solidos solubles totales en plantas de pepino injertadas y no injertadas con fertilización química que plantas injertadas y no injertadas con fertilización orgánica, dice que esto se debe a que la fertilización química tiene un mejor balance de nutrientes y a la relación de N con el K ya que este último influye directamente en la cantidad de solidos solubles totales.

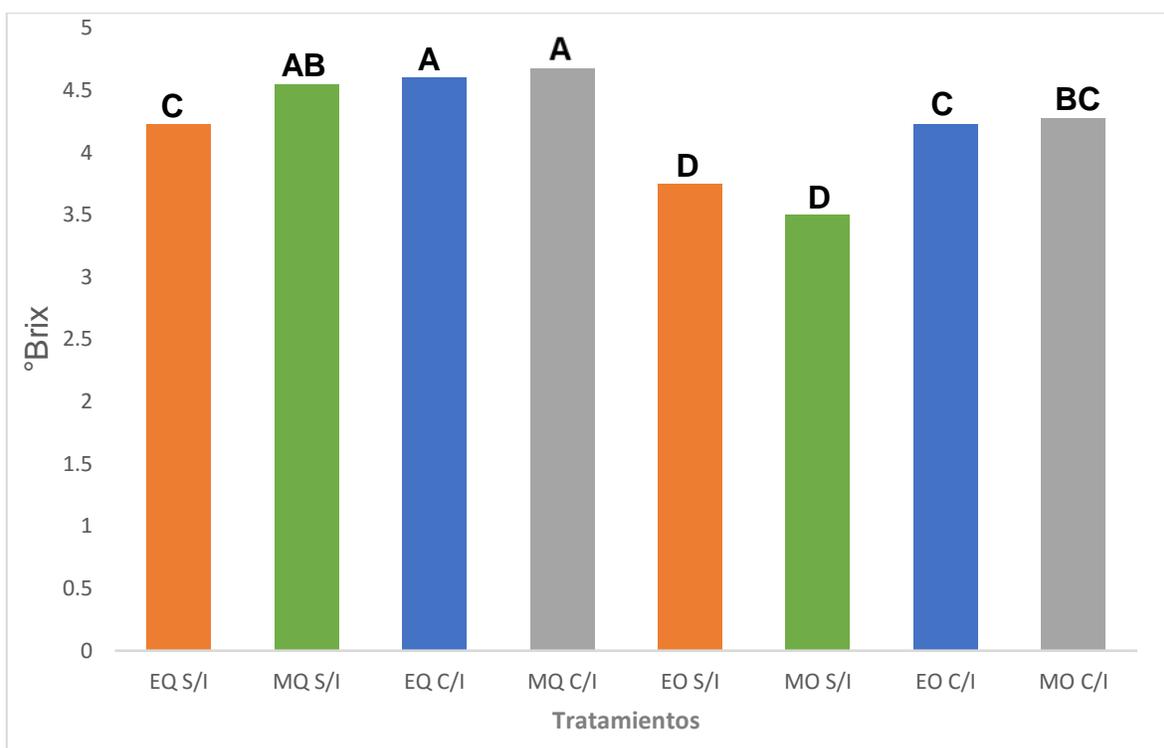


Figura 13. Grados Brix en frutos en plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

4.14 Contenido de vitamina C en plantas de pepino.

Para la variable vitamina C en frutos de pepino solo hubo diferencia estadísticamente en la fertilización para la variedad Modan, siendo la mejor la química, pero entre injerto y no injerto son estadísticamente iguales, dando con mejor resultado el tratamiento 2 (variedad Modan sin injerto con fertilización química) Deepa *et al.*, (2006) mencionan que la concentración de ácido ascórbico en los frutos depende de muchos factores como lo pueden ser las condiciones climáticas, tipo de cultivar y fertilización, pero esta y algunos otros parámetros de calidad de la frutos se puede incrementar mediante el injerto de aproximación y también se sugiere que el aumento de la calidad de la fruta también puede atribuirse a la reducción del contenido de agua en ellos, Wenjun *et al.*, (2015).

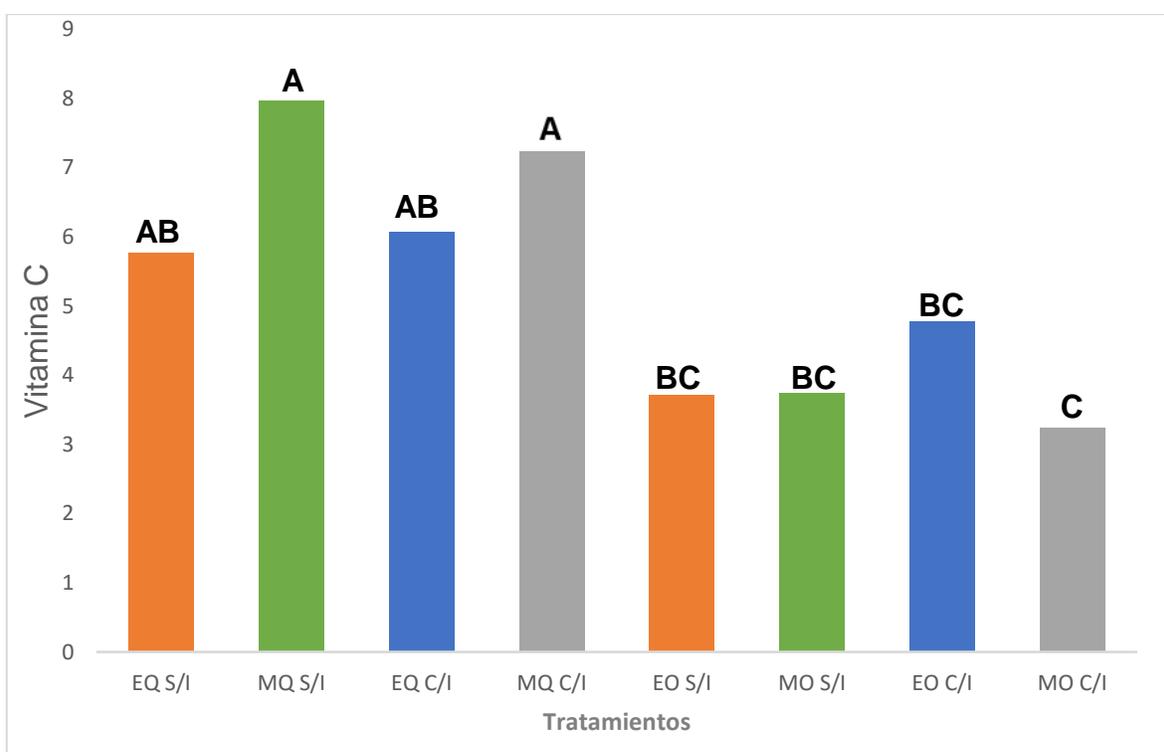


Figura 14. Contenido de vitamina C en frutos de plantas de pepino, con y sin injerto, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

V. CONCLUSIONES

El cultivo de pepino fue mejor favorecido con la fertilización orgánica en cuanto a la ganancia de biomasa.

Se obtuvo más rendimiento total de fruto en las plantas que se suministró la fertilización orgánica.

La mejor calidad del fruto en cuanto a calidad nutracéutica (vitamina C) se obtuvo con el injerto y la fertilización química para ambas variedades.

La variedad Modan fue la que mejor respondió que la Esparon en cuanto a la calidad comercial del fruto (°Brix, Firmeza).

En cuanto a la conductancia estomática se obtuvieron valores más bajos en condiciones del injerto para las dos variedades, con esto una disminución de pérdida de agua.

El injerto y los dos tipos de fertilización influyeron sobre el comportamiento de todos los tratamientos en cuanto al comportamiento tanto en el desarrollo del cultivo como en la producción y calidad de los frutos.

VI. LITERATURA CITADA

- Anjanappa M., Venkatech J. y Kumara S.** 2012. Growth, yield and quality attributes of cucumber (Cv. Hassan local) as influenced by integrated nutrient management grown under protected condition. *Veg. Sci.* 39, Pp 47-50.
- Bolaños, H.A.**1998. Introducción a la olericultura, Editorial Universal Estatal a Distancia, San José, C. R.
- Cardero R. Y., Sarmiento G. R. y Selva C. A.** 2009. Importancia del consumo de hierro y vitamina C para la prevención de anemia ferropénica. *MEDISAN:* 13(6).
- 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
- Casilimas H., Monsalve O., Bojacá R., Gil R., Villagrán E., Arias L. A. y Fuentes L. S.** 2012. Manual de producción de pepino bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. Editorial UJTL. Pp 53-54
- Castellanos G., Quijada O., Ramírez R. y Sayago E.**2006. Efecto de la fertilización de calcio y el estado de madurez sobre la calidad de la fruta de guayaba (*Psidium guajava L.*). Hermosillo, México. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, vol. 7, núm. 2, Pp. 109-113
- Colla G., Roupahel Y., Cardarelli M., Salerno A. y Rea E.** 2010. La eficiencia del injerto para mejorar la tolerancia a la alcalinidad en la sandía. *Botánica Ambiental y Experimental*. Vol. 68, No. 3. Pp 283-291
- De La Torre I. C., López E. A., Galindo A. Aguilera V., Martínez A. G., Beltrán M. C., Valdés E. y Cárdenas A.** 2008. Efectos de la información nutricional sobre la conducta de consumo de frutas y verduras en niños preescolares. Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento, Universidad de Guadalajara, México. *Diversitas* Vol. 4.
- Deepa N., Kaura C., Singh B., Kapoor A. C.** 2006. Antioxidant activity in some red sweet pepper cultivars. *Journal of food composition and analysis*. Vol.19. Pp 572-578

- 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
- Formoso A., Formoso A. y Formoso J.** 2006. 2000 Procedimientos industriales al alcance de todos. México. Limusa. 13 Edición. Pp 1240
- Franquez, F. M.** 2016. Efectos de dos tipos de injerto en la calidad comercial y producción de pepino en condiciones de malla sombra. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Pp 32
- Fiesco R., H. N.** 2004. Efecto de fertilización química y fertilización orgánica en el crecimiento y desarrollo del cultivo del melón (*Cucumis melo L.*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis. Pp 77-80
- Gándara L., A.** 2016. Crecimiento, calidad y rendimiento de *Cucumis sativus* bajo fertilización con vermicomposta. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis. Pp 20-22
- 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.
- Godoy H. H., Ramos, J. Z. C., González, G. A., Villa, M. S., y Ramos, J. D. J. M.** 2009. Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana*, 27(1), 1-11.
- Gómez C. M. Á. Schwentesius R. R., Gómez T. L. y Lobato G. A. J.** 2005. Alcultura orgánica en México ¿Un panorama verde? III Encuentro mesoamericano y del Caribe de productores experimentadores e investigadores en producción orgánica. Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pp 8.
- Guerrero, R., V. Montenegro y M. Ross.** 2000. Fertilización con magnesio para más y mejores rendimientos en papa. En: Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. Fedepapa. Bogotá. pp. 96- 99.
- 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. Pp85

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

Hartmann, H., Kester D. y Geneve R. 2002. Plant propagation, principles and practices. 7th ed. Prentice Hall. NJ, USA. Pp 411-460.

Hernández G. Z., Sahagún C. J., Espinosa R. P., Colinas L. T. y Rodríguez P. E. 2014. Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño del fruto en pepino injertado. *Revista fitotecnia mexicana*. 37 (1): 41-47

INEGI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

Disponible en <http://www.cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/coah/territorio/clima.aspx?tema=me&e=05>

Consultado en Diciembre del 2015 a las 19:55

Kano, Y. 2002. Relationship between sucrose accumulation and cell size in 4-CPA-treated melon fruits (*Cucumis melo* L.). *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 77 (5): 546-550.

Kano, Y. y C. Miyamura. 2001. Relationship between cell size and sucrose accumulation in 4-CPA treated melon fruits. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 70 (Suppl. 2): 458.

López, A. C. 2003. Guía técnica; cultivo de pepino. Centro Nacional de America. *HortScience* 43:235-239

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

López E. J., Romo A. Fco. R. A. y Domínguez S. J. G. 2008. Evaluación de métodos de injerto en sandía (*Citrullus lanatus* (thunb.) matsum. & nakai) sobre diferentes patrones de calabaza. *IDESIA (Chile)* Vol. 26, N° 2; Pp 13-18

López E. J., Romo J. A. y Zamora Y. E. 2005. 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.

- Mateo M., I.** 2004. Uso de la Azadiractina (*Azadirachta indica* A. Juss) para reducir poblaciones de mosquita blanca en pepino (*Cucumis sativud* L.) en Jojutla, Morelos, México. Tesis profesional. Parasitología Agrícola. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 61
- Moreno D., Cruz W., García E., Ibáñez A., Barrios J. y Barrios B.** 2013. Cambios fisicoquímicos postcosecha en tres cultivares de pepino con y sin película plástica. Rev. Mex. Cienc. Agric. 4, Pp 909-920
- Maathuis FJ** (2009). Physiological functions of mineral macronutrients. Current Opinion in Plant Biology 12: 250-258.
- Mármol R. J.** 2011. Cultivo del pepino en invernadero. Edit. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino. Madrid, España. Pp 22
- Márquez, H.C. Cano, R.P. y Martínez, C.V.** 2005. Fertilización orgánica para la producción de tomate bajo invernadero. In: Olivares S.E. (ed.). Tercer simposio internacional de producción de cultivos en invernadero. UANL. Facultad de agronomía. Monterrey, N.L. México, p 14.
- Martín F., M.** 2010. Influencia del injerto sobre la producción y calidad de cuatro cultivares de melón tipo piel de sapo. Universidad Politécnica de Madrid. Tesis. Pp 95-98
- Mengel K. y Kirkby E. A.** 2001. Principles of Plant Nutrition. 5th. Ed. Kluwer Academic Pub. Neterlands. Pp 849
- Moreiras O., Carvajal A., Cabrera L. y Cuadrado C.** 2013. Tablas de composición de alimentos. Editorial Pirámide. 16° Edición. Pp 193-194.
- Porras, P.** 2005. Problemática general del sistema productivo de papa con énfasis en fisiología y manejo de suelos. En: Fisiología y nutrición vegetal en el cultivo de la papa. Cevipapa, Bogotá. 99 p.
- Rodríguez, D. N., cano, R.P., Favela, C.E., Figueroa, V. U., de paúl, A.V., Palomo, G.A., Márquez, H.C y Moreno, R.A.** 2007. Vermicomposta como alternativa orgánica en la producción de tomate en invernadero. Revista chapingo serie horticultura 13(2):185-192.
- Rijk Zwaan.** Disponible en:
[http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Products_and_Services/Products/Crops/Pepino.](http://www.rijkszwaan.es/wps/wcm/connect/RZ%20ES/Rijk%20Zwaan/Products_and_Services/Products/Crops/Pepino)
 Consultado en febrero del 2016 a las 20:40

- Riquero L., R. A.** 2015. Industrialización del pepino dulce. Tesis Profesional. Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. Pp. 13
- Ríos del A., O. y Gonzales, P. R.** 2003. Humus de lombricultura proveniente de diferentes insumos orgánicos y su efecto en el rendimiento de pepino en un ultisol degradado de pucallpa. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana Vol. 5, *Folia Amazónica*, Pp. 38-46.
- Rodríguez, B. Y.** 2016. Calidad comercial y producción de frutos de pepino injertado y cultivado en dos modalidades de fertilización. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Pp 28
- Rodríguez C., E.** 1986. El cultivo de pepino (*Cucumis sativus*) en hidroponía bajo el sistema de grava con subirrigación. Tesis Profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de Fitotecnia. Pp 92
- 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
- Rouphael Y, Cardarelli M, Colla G, Rea E.** 2008. Yield, mineral composition, wáter relations, and wáter use efficiency of grafted mini-watermelon plants under defifit irrigation. HortiScience 43, 730-736.
- Ruíz J. M., Belakbir A., López C. I. y Romero L.** 2002. El contenido de hojas de macronutrientes y rendimiento de plantas de melón injertado. Un modelo para evaluar la influencia del genotipo porta injertos. Scientia Horticulturae. Vol 71, temas 3 y 4. Pp 227-234
- Sánchez A. G.** 2015. Fertilización química suplementada con nutrición orgánica en la producción de pepino bajo condiciones de invernadero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis, Pp 46-47
- Santiago H. A. D.** 2015. Uso de sustancias húmicas comerciales y experimentales en la capacidad de intercambio catiónico de la raíz de pepino (*Cucumis sativum*). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Tesis. Pp 23-26
- Silva Junior J. M., Castro E. M., Rodríguez M, Pascual M., Bertolucci S.K.V.** 2012. Variaciones anatómicas de *Laelia purpurata* var. Carneá cultivada in vitro sobre diferentes intensidades de cualidades espectral de luz. Ciencia Rural, Santa María 42: 480-486.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera.

Disponible en:

<http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>

Consultado en febrero del 2016 a las 21:02

Steiner, A. A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil* 15: 134-154.

Steiner, A. A. 1968. Soilles culture. *In: Proceedings of the 6th Colloquium of the International Potash Institute.* Florence, Italy. Pp. 324-341.

Valero UC, Ruíz Ma. 2006. Técnicas de medida de la calidad de frutas. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Ingeniería Rural. Pp 33-37

Veladez, L. A. 1998. Producción de Hortalizas, Editorial Limusa, México, D.F.

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

Wehner, T.C.; Maynard, D.N. 2003. Cucumbers, melons, and other cucurbits. Vol. 1. *Encyclopedia of food and culture.* New York, USA. Pp 474-479.

Wenjun H., Liao S., Haiyan Lv., Jaldún ABM. Y Wnag Y. 2015. Caracterización de la calidad del crecimiento y fruto de tomate injertado en unaplanta medicinal leñosa, *Lycium chinense*. *Scientia Horticulturae.* Vol. 197. Pp 447-453

Yáñez, R.J.N. 2002. Nutrición y regulación del crecimiento en hortalizas y frutales. 22 Pág.

Zamudio, G. B. y Félix R. A. 2014. Producción de pepino bajo invernaderos en valles altos en el estado de México. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES FORESTALES, AGRÍCOLAS Y PECUARIAS. Pp 9-12

Zamudio, L. H. B. (2009). Caracterização de Vitamina C em frutos de Camu-camu *Myrciaria dubia* (HBK) em diferentes estágios de maturação do Banco Ativo de Germoplasma de Embrapa.

VII. APÉNDICE

Cuadro 1: Análisis de varianza para la variable peso fresco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	131949.5747	18849.9392	7.75	0.0001
Rep	3	10466.0172	3488.6724	1.44	0.2608
Error	21	51053.6859	2431.1279		
Total	31	193469.2778			
		CV: 12.15062		Media: 405.7938	

Cuadro 2: Comparación de medias para la variable peso fresco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
E	332.70	1
E	333.91	2
DE	357.52	3
BC	439.29	4
CDE	372.20	5
AB	456.97	6
BCD	426.05	7
A	527.72	8

Cuadro 3: Análisis de varianza para la variable peso seco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización.

Fuente	GL	SC	CM	F C	Pr > F
Tratamientos	7	2610.028588	372.861227	1.85	0.1303
Rep	3	1036.520612	345.506871	1.71	0.1949
Error	21	4235.268988	201.679476		
Total	31	7881.818188			
		CV: 22.86835		Media: 62.10063	

Cuadro 4: Comparación de medias para la variable peso seco aéreo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
AB	66.03	1
AB	56.10	2
AB	70.02	3
AB	52.13	4
B	46.52	5
AB	62.33	6
A	73.61	7
AB	70.07	8

Cuadro 5: Análisis de varianza para la variable longitud de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización.

Fuente	GL	SC	CM	F C	Pr > F
Tratamientos	7	13967.57969	1995.36853	5.51	0.0011
Rep	3	2394.12906	798.04302	2.20	2.20
Error	21	7608.35844	362.30278		
Total	31	23970.06719			
	CV: 12.32913		Media: 154.3844		

Cuadro 6: Comparación de medias para la variable longitud de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
BCD	150.66	1
D	128.90	2
CD	144.04	3
BCD	166.19	4
D	128.94	5
CD	147.25	6
A	190.20	7
AB	178.90	8

Cuadro 7: Análisis de varianza para la variable diámetro de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización

Fuente	GL	SC	CM	F C	Pr > F
Tratamientos	7	12.64509688	1.80644241	1.80	0.1414
Rep	3	1.76003438	0.58667813	0.58	0.6327
Error	21	21.13314062	1.00634003		
Total	31	35.53827188			
CV: 16.09974			Media: 6.230938		

Cuadro 8: Comparación de medias para la variable diámetro de tallo de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
ABC	6.3700	1
AB	6.9725	2
ABC	6.5425	3
ABC	6.2600	4
ABC	5.9875	5
A	7.0900	6
C	5.2425	7
BC	5.3825	8

Cuadro 9: Análisis de varianza para la variable área foliar de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	157956.9045	22565.2721	2.33	0.0631
Rep	3	90227.6146	30075.8715	3.11	0.0484
Error	21	203327.4136	9682.2578		
Total	31	451511.9327			
		CV: 35.53165	Media:276.9319		

Cuadro 10: Comparación de medias para la variable área foliar de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
B	188.24	1
AB	247.54	2
B	174.84	3
AB	317.54	4
AB	266.84	5
A	360.77	6
AB	275.27	7
A	384.42	8

Cuadro 11: Análisis de varianza para la variable longitud de raíz de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	4198.750000	599.821429	2.81	0.0312
Rep	3	1413.750000	471.250000	2.21	0.1169
Error	21	4478.37500	213.25595		
Total	31	10090.87500			
CV: 25.25974		Media: 57.81250			

Cuadro 12: Comparación de medias para la variable longitud de raíz de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
B	54.25	1
B	46.50	2
A	79.75	3
AB	58.88	4
AB	64.00	5
B	43.00	6
AB	67.25	7
B	48.88	8

Cuadro 13: Análisis de varianza para la variable peso seco de raíz de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	468.1027469	66.8718210	4.79	0.0024
Rep	3	32.7124594	10.9041531	0.78	0.5181
Error	21	293.4432156	13.9734865		
Total	31	794.2584219			
		CV: 38.29420	Media: 9.761563		

Cuadro 14: Comparación de medias para la variable peso seco de raíz de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
BC	10.61	1
A	17.02	2
CD	7.96	3
CD	7.86	4
BCD	9.46	5
D	4.34	6
CD	6.77	7
AB	14.05	8

Cuadro 15: Análisis de varianza para la variable número de frutos por plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	71.96875000	10.28125000	1.19	0.3520
Rep	3	27.84375000	9.28125000	1.07	0.3825
Error	21	181.9062500	8.6622024		
Total	31	281.7187500			
		CV: 18.87398	Media: 15.59375		

Cuadro 16: Comparación de medias para la variable número de frutos por plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
A	15.250	1
A	14.750	2
A	15.250	3
A	17.250	4
A	13.000	5
A	14.500	6
A	17.250	7
A	17.500	8

Cuadro 17: Análisis de varianza para la variable conductancia estomática de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	82233.93219	11747.70460	12.80	<.0001
Rep	3	5189.26094	1729.75365	1.88	0.1632
Error	21	19279.7766	918.0846		
Total	31	106702.9697			
		CV: 4.623095		Media: 655.4031	

Cuadro 18: Comparación de medias para la variable conductancia estomática de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
BC	674.88	1
A	723.48	2
D	563.50	3
D	595.18	4
ABC	679.03	5
AB	708.20	6
C	644.18	7
C	654.80	8

Cuadro 19: Análisis de varianza para la variable peso de frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	8315.585647	1187.940807	2.65	Pr > F
Rep	3	5556.441909	1852.147303	4.14	0.0188
Error	21	9404.58027	447.83716		
Total	31	23276.60782			
		CV: 6.311570		Media: 335.2916	

Cuadro 20: Comparación de medias para la variable peso de frutos de plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
C	307.99	1
BC	320.81	2
ABC	332.55	3
ABC	324.71	4
AB	346.80	5
AB	353.99	6
ABC	337.44	7
A	358.05	8

Cuadro 21: Análisis de varianza para la variable rendimiento de frutos en plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	114.3321875	16.3331696	1.33	0.2843
Rep	3	21.4759375	7.1586458	0.58	0.6321
Error	21	257.4365625	12.2588839		
Total	31	393.2446875			
		CV: 20.32298		Media:17.22813	

Cuadro 22: Comparación de medias para la variable rendimiento de frutos en plantas de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
AB	15.550	1
AB	15.675	2
AB	16.650	3
AB	18.175	4
B	14.850	5
AB	16.950	6
AB	19.225	7
A	20.750	8

Cuadro 23: Análisis de varianza para la variable firmeza de frutos de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	35.05000000	5.00714286	19.36	<.0001
Rep	3	2.19250000	0.73083333	2.83	0.0635
Error	21	5.43250000	0.25869048		
Total	31	42.67500000			
		CV: 5.118151		Media: 9.937500	

Cuadro 24: Comparación de medias para la variable firmeza de frutos de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
E	8.5500	1
D	9.3000	2
CD	9.9250	3
AB	11.2250	4
E	8.4000	5
C	10.2500	6
BC	10.5000	7
A	11.3500	8

Cuadro 25: Análisis de varianza para la variable °Brix de frutos de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

Fuente	GL	SC	CM	F C	Pr > F
Tratamientos	7	4.81000000	0.68714286	17.23	<.0001
Rep	3	0.09250000	0.03083333	17.23	<.0001
Error	21	0.83750000	0.03988095		
Total	31	5.74000000			
		CV: 4.726678		Media: 4.225000	

Cuadro 26: Comparación de medias para la variable °Brix de frutos de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
C	4.2250	1
AB	4.5500	2
A	4.6000	3
A	4.6750	4
D	3.7500	5
D	3.5000	6
C	4.2250	7
BC	4.2750	8

Cuadro 27: Análisis de varianza para la variable contenido de vitamina C en frutos de pepino de dos variedades “Esparon y Modan” con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

Fuente	GL	SC	CM	F-Valor	Pr > F
Tratamientos	7	84.74842187	12.10691741	5.63	0.0009
Rep	3	5.20933438	1.73644479	0.81	0.5037
Error	21	45.1448406			
Total	31	135.1025969			
		CV: 27.58778		Media: 5.314688	

Cuadro 28: Comparación de medias para la variable contenido de vitamina C en frutos de pepino de dos variedades “Esparon y Modan”, con injerto y sin injertar, bajo dos tipos de fertilización química y orgánica.

DUNCAN AGRUPAMIENTO	MEDIA	TRATAMIENTOS
AB	5.765	1
A	7.973	2
AB	6.075	3
A	7.238	4
BC	3.710	5
BC	3.738	6
BC	4.778	7
C	3.243	8

FERTILIZACIÓN

Química

La nutrición que se utilizó para el cultivo fue la solución Steiner que se dio en diferentes concentraciones de acuerdo al desarrollo del cultivo (cuadro)

Cuadro 29: solución nutritiva Steiner a diferentes concentraciones.

	Cantidad de fertilizante en (g.L)			
	plántula	C. vegetativo	floración	fructificación
Concentración de nutrientes	25%	50%	75%	100%
Nitrógeno 167 ppm	0.2655	0.531	0.7965	1.062
Fósforo 31 ppm	0.07575	0.1515	0.22735	0.303
Potasio 277 ppm	0.123	0.246	0.369	0.492
Magnesio 49 ppm	0.06525	0.1305	0.19575	0.261
Calcio 183 ppm	0.034	0.068	0.102	0.136
Azufre 67 ppm	0.0125	0.025	0.0375	0.05
Hierro 3 ppm	0.0125	0.025	0.75	0.05
Manganeso 1.97 ppm	0.0007	0.0014	0.0021	0.0028
Boro 0.44 ppm	0.0005425	0.001085	0.0016275	0.00217
Zinc 0.11 ppm	0.0000975	0.000195	0.0002925	0.00039
Cobre 0.02 ppm	0.00001975	0.000395	0.00005925	0.000079
Molibdeno 0.007 ppm	0.0000225	0.000045	0.0000675	0.00009

Orgánica

La fertilización orgánica fue similar a la Steiner utilizando productos orgánicos de Tradecorp que de igual manera fueron suministrados en diferentes concentraciones de acuerdo al desarrollo del cultivo (cuadro 2).

Cuadro 30: productos utilizados y aplicados de acuerdo a las etapas.

	Cantidad de producto (ml·200lts)			
Macro-Elem.	Plántula	Vegetativo	Floración	Fructificación
Producto	25%	50%	75%	100%
Nitrógeno orgánico	25	50	75	100
Trafos Cu	15	30	45	60
Boramin Ca	10	20	30	40
Final K	10	20	30	40
Phostrade Mg	10	20	30	40
Aton Fe	25	50	75	100
	Cantidad de producto (g·l)			
Azufre elemental	4	8	12	16
Micros (Aton AZ)	2.5	5	7.5	10