

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Efecto del Portainjerto en el Rendimiento y Calidad
de Fruto de Pimiento Morrón

Por:

RUBNI ABIMAEI RODRÍGUEZ DÍAZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Efecto del Portainjerto en el Rendimiento y Calidad
de Fruto de Pimiento Morrón
Por:


RUBNI ABIMAEI RODRÍGUEZ DÍAZ


TESIS


Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA


Aprobada por el Comité de Asesoría:


Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal


M.C. Neymar Camposeco Montejo
Coasesor


Dr. Armando Hernández Pérez
Coasesor


Dr. Gabriel Gállegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía


Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Mayo, 2018

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, mi **Alma Terra Mater** por todos los conocimientos adquiridos y las experiencias vividas durante cuatro años y medio, nunca olvidare a esta hermosa universidad.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres** por su asesoría prestada y apoyo en la realización de ésta investigación y por su enseñanza en esta carrera, sabiduría y sobretodo su gran amistad, por todo el apoyo y atención prestada gracias.

Al **M.C. Neymar Camposeco Montejo**, por la asesoría y apoyo para el desarrollo de ésta investigación, así como la facilidad otorgada para realizar el trabajo en invernadero.

A mis padres: **Julvio Rodríguez Díaz** y **Glori Marvi Díaz Roblero** por haberme forjado en este camino y sobre todo su inmenso apoyo que con gran cariño fue dada hacia a mi les viviré eternamente agradecido los amo papa y mama.

A mis amigos: por haberme brindado su apoyo en los momentos difíciles a: **Cesar Daniel García, Guillermo Caballero Oliva, Marcelino Quevedo, Ignacio Estrada, Silvia del Carmen Uñate, Deniss Hernández**, Hermanita **Aremi Rodríguez Díaz** y a mi novia **Ursula D' Alba Marroquin López** por haberme acompañado durante la carrera gracias por tu apoyo chaparra.

RESUMEN

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro en Saltillo, Coahuila. Ubicada a 25° 21' 24'' Latitud Norte y 101° 02' 05'' Longitud Oeste, a una altitud de 1762 msnm, precipitación media de 400mm y temperatura media anual entre 12 y 18 °C y un clima BS₀ k(x') (e) (carta de climas No. 14R-VII, 1970).

La siembra se realizó en charolas de poliestireno de 200 cavidades, usando como medio de germinación Peat moss y perlita en una proporción 80:20 respectivamente, el injerto se realizó 45 días después de haber sembrado la variedad a injertar, colocando un clip de soporte. El trasplante se realizó 15 días después de haber realizado el injerto. Se estableció el cultivo en macetas de 10 litros, bajo un arreglo experimental completamente al azar con 2 tratamientos y 5 repeticiones, cada unidad experimental con 10 tallos útiles con competencia completa para evitar el efecto orilla. El manejo se realizó bajo los procesos estándar del cultivo, la solución nutritiva utilizada fue la propuesta por Steiner (1964), utilizando riego por espagueti y piquetas, la solución nutritiva se distribuyó de la siguiente forma, 50% al inicio del cultivo, 75 % a los 30 días después del trasplante, hasta 100% una vez iniciada la floración y fructificación y hasta el término del ciclo. Las variables estudiadas fueron; el número de frutos por parcela útil (NFP), peso promedio de fruto (PPF), diámetro ecuatorial (DEF), diámetro polar (DPF), grosor del mesocarpio del fruto (GM), longitud de entrenudos (LE), longitud de raíz (LR), peso fresco (PFR) y seco de raíz (PSR).

No hubo diferencia estadística significativa para rendimiento y sus componentes, aunque el pimiento injertado supero en 21.6 % al rendimiento del pimiento sin injertar, el número de frutos por planta también se incrementó en 24.9 %, en tanto que el grosor del mesocarpio en 5%, la fruta comercializable de acuerdo a su clasificación fue superior en 12 ton.ha⁻¹ respecto del pimiento sin injertar. El uso de portainjerto permitió mejorar la calidad nutraceutca del fruto de pimiento ya que se incrementó el contenido de vitamina C, en 58.71% respecto al pimiento sin injerto. Sin embargo el uso del portainjertos Foundation no indujo incrementos en la biomasa fresca y seca de la raíz, así como el rendimiento comercial de los frutos de pimiento, por lo tanto y en base a los resultados obtenidos, se concluye que el rendimiento será estadísticamente igual con el uso o sin el uso del portainjertos Foundation.

Palabras clave: Desarrollo radicular, Injertos, *Capsicum annuum*

ÍNDICE

Contenido	
I. INTRODUCCIÓN	8
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	10
II.1. Importancia en México y a Nivel Mundial	10
II.2.1. Origen e Historia del Injerto	13
II.2.2. Tipos de Injerto.....	15
II.3. El injerto en Hortalizas	19
II.4. El injerto en Pimiento.....	21
II.5. Beneficios del Injerto	24
II.6. Perspectivas del Injerto en Pimiento.....	25
III. MATERIALES Y METODOS.....	27
III.1. Área de Trabajo	27
3.2. Material Vegetal.....	27
III.3. Formación de los Injertos.....	28
III.4. Establecimiento en Campo y Manejo del Cultivo.....	28
III.5. Tratamientos y Diseño Experimental	29
III.6. Variables Estudiadas	30
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	32

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Datos de producción de los mayores productores a nivel mundial, según datos de la FAO (2014).....	3
Cuadro 2. Descripción de tratamientos.....	21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de injerto en hortalizas. A B C: injerto de empalme; D E F: injerto de hendidura; G H I: injerto de aproximación.....	10
Figura 2. Injerto de empalme en pimiento.....	15
Figura 3. Localización del experimento.....	19
Figura 4. Comparación de medias para la variable gramos de fruta cosechada por planta.....	24
Figura 5. Comparación de medias para la variable número de frutos por planta.....	25
Figura 6. Comparación de medias para la variable peso promedio de fruto....	26
Figura 7. Comparación de medias para la variable diámetro polar.....	27
Figura 8. Comparación de medias para la variable diámetro ecuatorial.....	28
Figura 9. Rendimiento semanal (S) en ton.ha ⁻¹ de pimiento injertado y sin injerto obtenidos en nueve semanas de cosecha.	29
Figura 10. Comparación de medias para la variable rendimiento total por hectárea en pimiento injertado y sin injerto.....	30
Figura 11. Comparación de medias para la variable longitud de raíz.....	31
Figura 12. Comparación de medias para la variable peso fresco de raíz.....	32
Figura 13. Comparación de medias para la variable peso seco de raíz.....	33

Figura 14. Comparación de medias para la variable Vitamina C.....34

Figura 15. Comparación de medias para la variable solidos solubles totales...34

Figura 16. Porcentajes y códigos de clasificación de pimiento injertado y sin injerto, obtenidos en nueve semanas de cosecha. S= pequeño (de 130 a 149 gr), M= mediano (de 150 a 179 gr), L=grande (de 180 a 219 gr) XL= extra grande (de 220 a 260 gr), XXL= jumbo (>260 gr) R=.rezaga (<130 gr).....35

I. INTRODUCCIÓN

La producción mundial de pimiento se encuentra concentrada en 5 países del mundo, siendo el principal productor china con un 49%, México 8%, Turquía 7%, España 4%, E.U.A. 4% y el resto del mundo con un 28%. México ocupa el segundo lugar en la producción mundial del pimiento, con un volumen estimado en 2, 732,635 toneladas (FAO, 2014).

En México la producción de chile en sus diferentes variedades, alcanzó 2.3 millones de toneladas, con un valor que rebasa los 22 mil 500 millones de pesos y junto con los pimientos se ubica en el quinto lugar dentro de los 20 principales productos que comercializa el país a nivel internacional, mientras que el valor de las exportaciones de chiles y pimientos alcanzó los 789 millones de dólares, en el periodo enero–agosto de 2016, lo que representó un aumento en términos anuales de 31.6%, uno de los crecimientos más destacados entre las hortalizas (SIAP-SAGARPA,2016) .

Una de las alternativas que permiten incrementar la productividad de algunos cultivos, es la técnica de injerto, que es un método de propagación que consiste en unir una parte de una planta a otra que ya está asentada. La planta injertada está constituida por un porta injerto, que generalmente no tiene valor agronómico, pero genéticamente contiene genes de resistencia o tolerancia a estrés biótico (King *et al.*, 2010) o abiótico (Zhao *et al.*, 2011), que reduce las

aplicaciones químicas sin reducir la calidad de los frutos (Colla *et al.*, 2010; Schwarz *et al.*, 2010). Sin embargo debido a la tendencia de mayor uso en la técnica del injerto en las aéreas de producción, surge la necesidad de probar distintos portainjertos que se encuentran en el mercado, a fin de encontrar la combinación ideal portainjerto/variedad que satisfaga los volúmenes de producción que demandan los productores y los parámetros de calidad que demanda el mercado, es por eso que el objetivo del presente trabajo fue determinar el efecto del portainjerto sobre el rendimiento y calidad de la fruta de pimiento morrón con portainjerto, con los objetivos específicos de:

- Determinar el efecto del portainjerto sobre la calidad agronómica de los frutos de pimiento.
- Evaluar la calidad bioquímica de los frutos de pimiento morrón injertado y no injertada

Hipótesis

- Las variedades con portainjertos superaran en rendimiento, calidad de fruta y vigor de las mismas a las de las variedades no injertadas.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

II.1. Importancia en México y a Nivel Mundial

El pimiento es una hortaliza de importancia económica y social a nivel nacional y mundial, de la que se benefician familias de agricultores e industrias de transformación.

La producción mundial de pimientos, sin tener en cuenta los destinados o producto en seco, se elevó en el año 2014 a 48, 471,906 (FAO, 2014). El mayor productor es China, con 16, 147,559 toneladas, que representa más de la mitad de la producción mundial. A China le sigue, México con 2, 732,635 toneladas y Turquía ocupa el tercer lugar con 2, 127,944 toneladas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Datos de producción de los mayores productores a nivel mundial, según datos de la FAO (2014).

Posición	Región	Producción (t)
1	China	16,147,559
2	México	2,732,635
3	Turquía	2,127,944
4	Indonesia	1,875,095
5	España	1,130,340
6	USA	914,490
7	Nigeria	739,599
8	Egipto	601,289
9	Argelia	532,681
10	Túnez	375,000

La producción de chile en sus diferentes variedades en México alcanzó las 2.3 millones de toneladas, con un valor que rebasa los 22 mil 500 millones de pesos y junto con los pimientos se ubica en el quinto lugar, dentro de los 20 principales productos que comercializa el país a nivel internacional. La dependencia federal destacó que el consumo per cápita de chile verde en México es de 16 kilogramos al año y se cultiva en una superficie de 149 mil hectáreas, por lo que se considera una de las principales variedades del país (SIAP- SAGARPA, 2016).

El valor de las exportaciones de chiles y pimientos alcanzó en el periodo enero a agosto de 2016, los 789 millones de dólares, lo que representó un aumento en términos anuales de 31.6 por ciento, uno de los crecimientos más destacados de este grupo (SIAP-SAGARPA, 2016).

II.2. El Injerto

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

década de 1920 en sandía, en países como Japón y Corea, y la utilización de esta técnica ha ido en aumento (Sakata *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2010), tendencias similares se observan en todo el mundo en cultivos como: sandía, melón, pepino, tomate entre otros, que son comúnmente injertados con patrones resistentes a patógenos del suelo principalmente (Sakata *et al.*, 2008).

Originalmente el propósito de la técnica de injerto en cultivos hortícolas era evadir las enfermedades causadas por patógenos del suelo (Louws *et al.*, 2010), actualmente también se utiliza por evitar problemas de estrés abiótico, incrementar rendimientos y extender tiempo de cosecha de los cultivos. La tendencia de la actividad agrícola mundial, es reducir la dependencia de los agroquímicos sintéticos (Ezziyani *et al.* 2005). Por lo que el uso de portainjertos resistentes, en combinación con las prácticas de manejo integrado de plagas y enfermedades, permiten reducir el uso de agroquímicos y dentro de ellos los potentes químicos utilizados para desinfección de los suelos, es por eso que la importancia del injerto ha sido reconocida en todos los ámbitos agrícolas a nivel mundial, puesto que es una técnica muy eficaz, limpia y cuyo uso implica un nulo impacto ambiental (King *et al.*, 2010). El injerto como método de control de los patógenos y parásitos del suelo, tiene como finalidad obtener una planta sana y con determinadas características, a fin de evitar el contacto de la planta sensible con estos organismos, en los sistemas de agricultura protegida se utiliza esta técnica en solanáceas (tomate, pimiento, berenjena) y cucurbitáceas (melón, pepino y sandía) como manejo integrado

para combatir enfermedades causadas por patógenos del suelo, así como las infecciones provocadas por nematodos (Louws *et al.*, 2010).

II.2.1. Origen e Historia del Injerto

El injerto es un método de propagación que consiste en unir una parte de una planta a otra que ya está asentada. El resultado es un individuo autónomo formado por dos plantas y variedades. La planta injertada está constituida por un portainjerto que es la planta que recibe a la porción de tejido llamada injerto. El portainjerto generalmente no tiene valor agronómico, pero genéticamente contiene genes de resistencia o tolerancia a estrés biótico (King *et al.*, 2010) o abiótico (Zhao *et al.*, 2011). La otra parte es el injerto o variedad comercial que es una porción de tallo o yema que se fija al portainjerto para que se desarrollen ramas, hojas, flores y frutos (Hartmann *et al.*, 1997).

Recientemente, cultivos como: sandía, melón, pepino, tomate, pimiento entre otros son comúnmente injertados con patrones resistentes a patógenos del suelo principalmente (Sakata *et al.*, 2008). Originalmente el propósito de la técnica de injerto en cultivos hortícolas era evadir las enfermedades causadas por patógenos del suelo (Louws *et al.*, 2010), actualmente también se utiliza por evitar problemas de estrés abiótico, incrementar rendimientos y calidad, así como extender tiempo de cosecha de los cultivos y reducir aplicaciones agroquímicas (Colla *et al.*, 2010; Schwarz *et al.*, 2010), también se utiliza por evitar problemas de estrés abiótico, incrementar rendimientos y extender tiempo

de cosecha de los cultivos. La tendencia de la actividad agrícola mundial, es reducir la dependencia de los agroquímicos sintéticos (Ezziyani *et al.* 2005).

En México se ha reportado que el cultivar tipo serrano Criollo de Morelos 334 (CM 334) y cuatro patrones comerciales, evaluados *in vivo* e *in vitro* mostraron baja incidencia (1%) a *Phytophthora capsici*, indicando que tiene potencial para producir chile ancho aun en zonas con alta incidencia de *P. capsici*. sin embargo, el rendimiento se ve disminuido en 22%, pero se compensa con la baja incidencia de enfermedad (García *et al.*, 2010). El usar el CM 334 como un portainjerto resistente a *P. capsici* podría formar parte del manejo integrado para controlar la marchitez en chiles jalapeños y chilacas (Osuna *et al.*, 2010). Si ésta técnica se utiliza con las variedades comerciales de pimiento morrón, se podrían reducir de manera significativa las pérdidas cuantiosas, que alcanzan hasta 100% (Guigón *et al.*, 2001; Rico *et al.*, 2004), también podrían lograrse incrementos en rendimiento al utilizar injertos tal como lo describen (Muñoz *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2015) quienes indican incrementos de rendimiento de hasta el 50 % en las híbridos Fascinato y Janette injertados sobre el portainjerto Terrano, con el cual se disminuye la hasta en 44 % la incidencia de *P. capsici*. Mejorando además la calidad del fruto, por lo que se asume que el uso de portainjertos podría ser una técnica viable en la horticultura sustentable del futuro, López *et al.*, (2012) quien también ha reportado incrementos superiores al 25%, en el rendimiento de pimiento injertado.

II.2.2. Tipos de Injerto

El método empleado varía de acuerdo con la especie y en cada una de ellas el porcentaje de prendimiento está relacionado con el método de injertación. En pimiento el más generalizado es el método de empalme y en cucurbitáceas el de aproximación.

II.2.2.1. Injerto de empalme. Este es uno de los métodos más sencillos y utilizados a nivel comercial en tomate, considerando el número de plantas necesarias para una hectárea. El diámetro de tallo recomendado para este método es 1.5 a 2.0 mm, que se alcanza entre 25 y 28 días después de la siembra, dependiendo del material. El portainjerto e injerto deben tener el mismo diámetro para facilitar el prendimiento. Se realiza un corte inclinado en 45°, en el portainjerto puede realizarse por arriba o por debajo de los cotiledones (Figura 1 A). En el injerto se realiza un corte similar en longitud e inclinación (Figura 1 B) por arriba de los cotiledones, de preferencia se debe realizar el corte en un solo movimiento con navajas filosas como las de afeitar (Hartman y Kester, 1984). Las superficies cortadas se colocan juntas procurando poner en contacto a las regiones del cambium, por eso es necesaria la homogenización del diámetro de los tallos. Cuando el tallo de uno de los materiales es considerablemente más grueso o delgado, las zonas del cambium no quedan alineadas, por lo tanto, se reduce el prendimiento. El

portainjerto/injerto se une con pinzas especiales de silicón para agilizar el trabajo y mejorar el porcentaje de prendimiento (Figura 1 C).

II.2.2.2. Injerto de hendidura o púa. Las plántulas del portainjerto son decapitadas y cortadas longitudinalmente, se realiza un corte hacia abajo por el centro del tallo con una longitud de 1 a 1.5 cm (Figura 1 D). Al injerto se le realiza un corte en forma de cuña de 1- a 1.5 cm de largo, procurando que tenga 3 hojas (Figura 1.4 E). El injerto se inserta en el portainjerto de modo que las partes de las superficies cortadas queden en contacto (Figura 1 F) (Lee y Oda, 2003). El injerto de hendidura es un método conveniente para injertar tallos herbáceos (Hartman y Kester, 1984).

II.2.2.3. Injerto de aproximación. La característica que distingue a este método es que se injertan dos plantas independientes entre sí, cada una con su sistema radical (Hartman y Kester, 1984). Es un método muy recurrido cuando el productor no cuenta con una cámara para la fase postinjerto, aunque es más laborioso que los otros dos métodos. Sobre el portainjerto se realiza un corte en forma de lengua hacia abajo (Figura 1 G), esta última recomendación es importante dado que el portainjerto es quien da el soporte a la planta. Al injerto se le realiza un corte similar, pero en dirección contraria; es decir, hacia arriba (Figura 1 H). Del mismo modo que en los métodos anteriores, la unión se realiza tratando de hacer coincidir las partes cambiales (Figura 1 I). Cuando la unión está completa, el injerto es cortado por debajo de la unión y la parte aérea del portainjerto se elimina para formar así una sola planta, en ocasiones este proceso se realiza de forma gradual (Hartman y Kester, 1984; Lee y Oda, 2003).

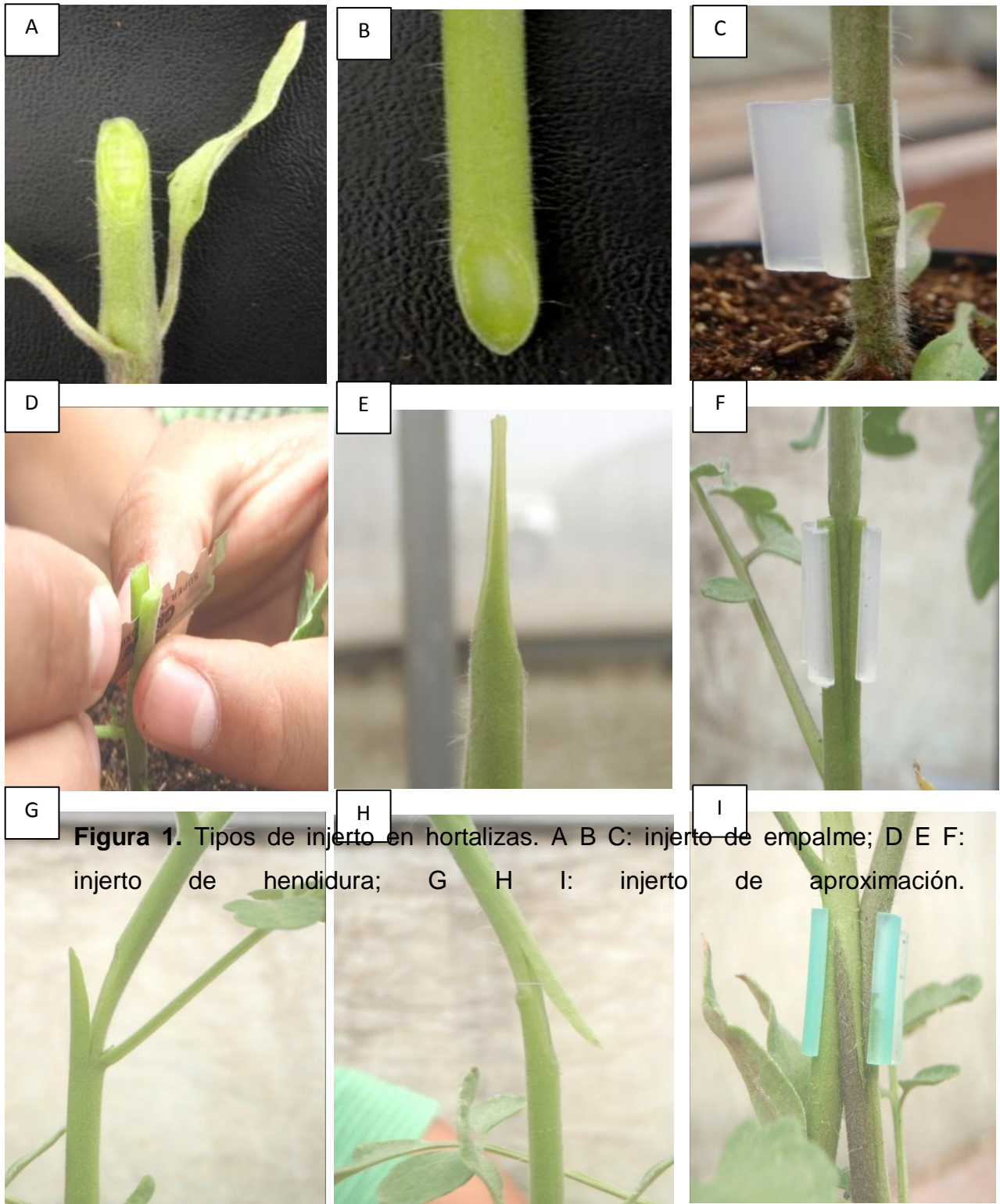


Figura 1. Tipos de injerto en hortalizas. A B C: injerto de empalme; D E F: injerto de hendidura; G H I: injerto de aproximación.

II.3. El injerto en Hortalizas

El injerto de hortalizas es una técnica muy común a nivel mundial no sólo para manejo de enfermedades del suelo, sino también para la mejora de la calidad del fruto y la mejora de la respuesta de la planta a estreses abióticos tales como la sequía, la humedad, la restricción de nutrientes, las temperaturas extremas y la salinidad (King *et al.*, 2010).

La horticultura intensiva tiene como característica primordial, la obtención de altos rendimientos. En este intento de lograr mejores cosechas se puede caer en problemas graves como la infestación del suelo con nematodos, infección por hongos fitopatógenos (*Fusarium*, *Phytophthora*, *Phyium*, *etc.*) y bacterias devastadoras como el *Clavibacter michiganensis*, causante del cáncer bacteriano en tomate. Estos problemas se enfrentaron por mucho tiempo mediante la desinfección del suelo con Bromuro de Metilo; sin embargo, por su alta toxicidad ha sido prohibido para este fin. Actualmente se usan productos de menor toxicidad, pero su mal manejo puede ocasionar daños severos al ambiente y a los seres vivos; además, se requiere tomar cuidados especiales para evitar la toxicidad de las plantas, se han presentado casos que por su uso incorrecto o no respetar los intervalos de seguridad se han perdido plantaciones completas. Otra alternativa viable para hacer frente a problemas por infestación de hongos fitopatógenos, nematodos y bacterias es el uso de injertos. Esta tecnología tiene como principal ventaja que no contamina al ambiente y además incrementa la tolerancia a altas y bajas temperaturas. Tolerancia a la salinidad del suelo y/o agua. Tolerancia a condiciones de sequía. Incrementa el vigor de la planta y el rendimiento. Conlleva una mayor

absorción de nutrientes y contenido mineral en la parte aérea. Esta tecnología en hortalizas se ha llevado a cabo de manera exitosa en cultivos como el tomate, pimiento, sandía, melón y berenjena (INTAGRI, 2013).

El uso de híbridos inter-específicos como portainjertos ha mostrado una mejora en el desarrollo de la planta y en las producciones de muchas solanáceas y cucurbitáceas, incluyendo el tomate, sandía, melón, pepino, pimiento y berenjena (Lee y Oda, 2003; Colla *et al.*,2010).

Diversos autores reportan incrementos en rendimiento de 35% (Chew *et al*, 2012), 8% (Peil y Gálvez, 2004) y 28 a 30% (Báez *et al*, 2010) en el cultivo de tomate, respecto a plantas no injertadas.

En Taiwán se informa el uso de injertos de tomate y chile pimiento sobre berenjena y chiles silvestres respectivamente, reportando resistencia a virus transmitido por mosca blanca. Esta alternativa fue desarrollada por investigadores del Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) con la finalidad de contrarrestar la marchitez bacteriana en tomate, logrando una alta compatibilidad en las líneas evaluadas y patrones resistentes a la marchitez bacteriana (AVRDC, 1971).

Bruton *et al.* (2009) reportan mejoras en la firmeza del fruto en el cultivo de sandía, sin embargo, no se encontró mejora en cuanto a sólidos solubles totales (°Brix) y contenido de licopeno.

En el cultivo de la berenjena uno de los principales objetivos del injerto ha sido obtener resistencia a nematodos, para ello se ha utilizado patrones de tomate *Solanum lycopersicum* L. e híbridos interespecíficos de *Solanum lycopersicum* x *Solanum habrochaites* S. Knapp y D.M o portainjertos de su misma especie silvestre del género *Solanum* (Morra, 1998).

II.4. El injerto en Pimiento

Un modo de sortear los estreses ambientales bajo el punto de vista del manejo integrado y ecológico del cultivo, es la utilización de plantas injertadas como estrategia de adaptación (Miguel *et al.*, 2005).

Existen pocas referencias y estudios sobre injerto en pimiento con lo cual existe un gran desconocimiento en este campo de estudio. Ha sido la prevención de la “secadera” del pimiento, ocasionada por *Phytophthora capsici*, la causa de injertar esta especie. El pimiento solo es compatible con otras especies del género *Capsicum*. Presenta mala afinidad con otras solanáceas e incluso con algunos taxones de su misma especie (Doñas-Ucles, 2014).

En México se ha reportado el injerto de chile tipo ancho, se evaluó *in vitro* e *in vivo* la resistencia a *Phytophthora capsici* en el cultivar tipo serrano Criollo de Morelos 334 (CM 334) y cuatro patrones comerciales, el CM 334 como patrón mostró la más baja incidencia (1%) de la enfermedad, indicando que tiene potencial para producir chile ancho aun en zonas con alta incidencia de *P. capsici*. (García *et al.*, 2010). El usar el CM 334 como un portainjerto resistente a *P. capsici* podría formar parte del manejo integrado para controlar

la marchitez en chiles jalapeños y chilacas (Osuna *et al.*, 2012). Si ésta técnica se utiliza con las variedades comerciales de pimiento morrón, se podrían reducir de manera significativa las pérdidas cuantiosas, que alcanzan hasta 100% (Guijón *et al.*, 2001; Rico *et al.*, 2004), Mejorando además de la calidad del fruto, por lo que asumen que el uso de portainjertos podría ser una técnica viable en la horticultura sustentable del futuro. Incrementos en rendimientos superiores al 25% en pimiento injertado también reportan López *et al.*, (2012).

Se han obtenido híbridos de *Capsicum annuum* que muestran buen comportamiento frente a *Phytophthora* y/o *Meloidogyne*, siendo utilizados como portainjertos de pimiento (Ros *et al.*, 2003; Ros *et al.*, 2004a). La utilización reiterada de estos patrones en el mismo suelo con incidencia de poblaciones de *Meloidogyne incognita* (López *et al.*, 2004) son capaces de remontar la resistencia, provocando similares niveles de daños que en los híbridos sensibles. Bastan dos cultivos sucesivos para que la selección se produzca (Ros *et al.* 2004b).

En pimiento, en la actualidad el injerto de empalme (Figura 2) es el más utilizado (Gongora, 2012). Las operaciones para este tipo de injerto son las siguientes:

Se cortan todos los brotes del patrón por debajo o por encima de las hojas cotiledonales a 2.5 o 3 cm de altura, desde la base del tallo y entre la 3ª y 4ª hoja, con un ángulo aproximado de 45° con el objeto de aumentar la superficie de contacto y facilitar la cicatrización y con una hendidura de hasta una profundidad de 1,5 cm. Hay que tener en cuenta que el tallo del patrón queda a

poca altura del suelo y existe la posibilidad de enraizamiento de la variedad injertada. Se colocan las pinzas de injertar o tubos de silicona en los tallos seccionados cubriendo la superficie que se va a unir con el injerto. A continuación, se cortan las plantas de la variedad a injertar, por lo menos con dos a tres hojas verdaderas, por encima o por debajo de las hojas de los cotiledones, dejando 1.5 a 2 cm de tallo y con ángulo de 45°C similar al corte del porta-injerto y una hendidura similar al patrón.

Una vez realizada la unión se introduce dentro de la pinza, para facilitar el contacto de la corteza con el cilindro medular de uno u otro tallo, hasta dejarlos bien acoplados a fin de favorecer el prendimiento y la cicatrización. La bandeja de plantas injertadas se coloca en la cámara de prendimiento, humedeciendo previamente las plantas con ligera pulverización de agua, se cubren con una lámina de plástico, manteniendo una luminosidad indirecta. Al 4º o 5º día ya se aprecia la soldadura y al 6º día ya está prácticamente consolidado.



Figura 2. Injerto de empalme en pimiento

II.5. Beneficios del Injerto

En general, las ventajas del injerto en hortalizas se han estudiado en algunos experimentos en México; sin embargo, en muchas regiones del país falta información sobre las ventajas económicas de esta práctica (Kubota *et al.*, 2008). Según Godoy y Castellanos (2009), esto está empezando a cambiar como resultado de la eliminación gradual del bromuro de metilo, como se mencionó anteriormente. Por lo que varias instituciones de investigación han iniciado proyectos para evaluar las bondades del injerto y algunas empresas de semillas están validando el posible efecto que pueda tener el patrón sobre la calidad del producto final. Ya que existen investigaciones recientes (Davis *et al.*, 2008), que reportan efectos en las variables: pH, sabor, color, contenido de azúcar, carotenoides y textura, por el tipo de injerto y de los patrones utilizados. Los resultados de dichas investigaciones varían sobre si el injerto es ventajoso o no, pero en general están de acuerdo en que la combinación patrón/variedad debe ser cuidadosamente elegida para una óptima calidad del fruto. Además, es importante estudiar las múltiples combinaciones de patrones/variedades bajo distintas condiciones climáticas y geográficas (Davis *et al.*, 2008). Se han reportado incrementos del rendimiento de hasta el 50 % en los híbridos Fascinato y Janette injertados sobre el portainjerto Terrano y se ha observado una disminución del 44 % en incidencia de *P. capsici*, mejorando además de la calidad del fruto, por lo que asume que el uso de portainjertos podría ser una técnica viable en la horticultura sustentable del futuro (Muñoz *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2015. También se han reportado incrementos en rendimiento superiores al 25% en pimiento injertado (López *et al.*, 2012).

II.6. Perspectivas del Injerto en Pimiento

La producción de plántulas injertadas es una técnica natural, contribuye con la reducción de uso de productos químicos altamente contaminantes que se aplican al suelo, agua y medio ambiente. Estas condiciones favorables de la técnica, así como la prohibición del Bromuro de metilo (Miguel, A., 2005) ha influido enormemente en la expansión de los injertos. Actualmente se realizan injertos hortícolas en muchos de los países productores de hortalizas: Japón, Corea, Francia, Italia, Holanda, Alemania, Marruecos, México, España, etc.

En la horticultura el uso de injertos tiene un gran auge, uno de sus principales objetivos es obtener resistencias a enfermedades del suelo y así cultivar otras variedades que presentan beneficios importantes para el agricultor. Esta resistencia radica en el conjunto raíz-hipocótilo, manteniendo el control del patógeno por parte de la raíz sin que afecte a la planta (Lee y Oda, 2003).

El injerto es muy laborioso ya que consume tiempo, los productores están tratando de reducir la implementación de mano de obra necesaria para esta labor. Se ha intentado mecanizar las operaciones de injerto a partir de 1987. Itagi *et al.*, (1990) han desarrollado el método de injerto de "Tubo" y redujo el tiempo necesario para el injerto manual en por lo menos la mitad. Además, se ha aplicado un adhesivo y un endurecedor de apoyo a la unión del injerto en los cultivos varios (Morita, 1988; Oda y Nakajima, 1992). Otra técnica es el uso de un adhesivo, cinco tapones de tomate en una hoja de dos etapas e injertadas al mismo tiempo, utilizando placas de injerto (Oda *et al.*, 1994).

También se han desarrollado robots de injerto de plantas, combinando el adhesivo y placas de injerto (Kurata, 1994; Oda, 1995). Este robot permite que las ocho plantas de tomate, berenjena o pimiento, puedan ser injertadas al mismo tiempo. El injerto por Robot es de aproximadamente diez veces más rápido que un injerto realizado convencionalmente. Tomate (Oda *et al.* 1995) y berenjena (Oda *et al.* 1997) injertadas por robot ha producido un rendimiento de la fruta similar a la de las plantas injertadas por métodos convencionales.

El porcentaje de supervivencia es alto cuando se utilizan cámaras de curación. Las cámaras de curación con medio ambiente artificialmente controlado, se utilizan en la actualidad por muchos viveros que producen plantas injertadas (Martínez, 2010).

Con el desarrollo de nuevos métodos de injertación, el injerto de cultivos de hortalizas puede llegar a ser popular en todo el mundo. Desde obtener plantas tolerantes o resistentes a enfermedades, aumentar el vigor del injerto, incrementar la producción, además el injerto de hortalizas puede ser útil la horticultura sostenible del futuro (Martínez, 2010).

III. MATERIALES Y METODOS

III.1. Área de Trabajo

El estudio se realizó en las instalaciones de un invernadero de mediana tecnología del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila (ubicada a 25° 21' 24'' Norte y 101° 02' 05'' Oeste, a una altitud de 1762 msnm, con una precipitación media de 400mm y una temperatura media anual de 12 a 18 °C (Figura 3).



Figura 3. Localización del experimento.

3.2. Material Vegetal

El material genético utilizado como portainjerto fue el pimiento Foundation F1 de Rijk Zwaan, el cual es de vigor medio, tiene un sistema radicular potente y confiere a la variedad un porte compacto y tiene un

alto poder generativo (Rijk Zwam 2017). Como variedad injertada se utilizó el pimiento Bambuca F1 de Rijk Zwam de color amarillo tipo blocky.

III.3. Formación de los Injertos

Para la formación de las plantas injertadas, el portainjerto y la variedad se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, usando como medio de germinación Peat moss y perlita en una proporción 80:20 respectivamente, primero se sembró el pimiento Bambuca utilizado como variedad a injertar, tres días después el portainjerto comercial Foundation. El proceso de injerto se realizó 45 días después de haber sembrado la variedad a injertar, el tipo de injerto utilizado fue el de púa o cuña cuyos cortes se realizaron con una navaja cúter nueva y desinfectada con cloro a 20 ppm después de realizar cada injerto, se usaron clips de soporte de 2.5 mm para sujeción, las charolas injertadas fueron llevadas a una cámara de prendimiento, con microclima a una temperatura de 25 a 28 °C y humedad relativa de 85 al 90 %, las primeras 48 horas en oscuridad total y los siguientes 6 días con ciclo normal día-noche pasados los 8 días, las plantas injertadas fueron llevadas a invernadero para adaptación y aclimatación en un ambiente de 23 a 27 °C, con humedad relativa entre 75 y 85%.

III.4. Establecimiento en Campo y Manejo del Cultivo

El trasplante se realizó 15 días después de haber realizado el proceso de injerto, manteniendo en ellos el clip de silicón. Se estableció el cultivo en macetas de 10 litros, en el ciclo primavera-verano de 2016, a una distancia de 25 cm entre plantas y de 1.80 mts entre surcos, con plantas a doble hilera y a

doble tallo por planta. Las plantas fueron establecidas bajo un arreglo experimental completamente al azar con 2 tratamientos y 5 repeticiones, cada unidad experimental con 10 tallos útiles con competencia completa. El manejo del cultivo se realizó bajo los procesos estándar del cultivo, la solución nutritiva utilizada fue Steiner (1984) utilizando riego por goteo localizado, la solución nutritiva se suministró al cultivo de la siguiente manera; fue del 50% al inicio del cultivo, 75 % a los 30 días después del trasplante, hasta 100% una vez iniciada la floración y fructificación y hasta el término del ciclo, se utilizó drenaje de solución de 25 %. Para el control de mosca blanca, trips, paratrioza) se realizaron aplicaciones semanales Spirotetramat al 15.3%, Spiromesifen al 23.1 %, Imidacloprid 17% + cyflutrin 12% a razón de 1 ml/L⁻¹ y metomilo 90%, a razón de 1 gr/l⁻¹.

III.5. Tratamientos y Diseño Experimental

Se estudiaron dos tratamientos (Cuadro 2) con cinco repeticiones distribuidas completamente al azar, cada unidad experimental con 10 tallos útiles con competencia completa.

Cuadro 2. Descripción de tratamientos

Tratamiento	Descripción
1	Bambuca
2	Foundation + Bambuca

El análisis estadístico se realizó con el programa SAS versión 9.1, se empleó el modelo completamente al azar con significancia ($p \leq 0.05$), con comparación de medias LSD ($p \leq 0.05$).

III.6. Variables Estudiadas

Las variables que se evaluaron en el cultivo fueron:

III.6.1. Variables de rendimiento:

III.6.1.1. Gramos de fruta por planta: se estimó pesando todos los frutos de la parcela útil, sumando todos los cortes realizados, mediante una balanza digital de precisión SARTORIUS modelo TS 1352Q37.

III.6.1.2. Número de frutos por planta: se estimó el número total de frutos que se cosecharon por planta a lo largo del ciclo.

III.6.1.3. Peso promedio de fruto: se calculó dividiendo el peso total de frutos por parcela útil entre número total de frutos por parcela.

III.6.1.4. Diámetro polar: se hizo con un vernier digital marca Autotec® tomando la distancia entre el punto del pedúnculo y el punto opuesto del fruto, considerando un fruto de tamaño intermedio a los cosechados.

III.6.1.5. Diámetro ecuatorial: se realizó con un vernier digital marca Autotec® colocándolo horizontalmente sobre el ecuador del fruto considerando un fruto de tamaño intermedio a los cosechados.

III.6.1.6. Rendimiento total por hectárea: se extrapoló rendimiento total por hectárea (ton/ha) multiplicando el rendimiento por planta por el total de plantas que corresponde a cada tratamiento probado.

III.6.2. Variables de calidad

III.6.2.1. Vitamina C, se determinó de acuerdo a la metodología oficial de la Horwitz & Latimer (2000), método de titulación con 2,6 Dicloroindofenol-reactivo de Tihelmann. Expresado en miligramos de vitamina C por 100 gramos de peso fresco de fruto ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$).

III.6.2.2. Contenido de sólidos solubles totales (°Brix): para estimar el contenido de SST se utilizó un refractómetro Atago N-1E[®] y expresada en (°Brix).

III.6.3. Variables radiculares

III.6.3.1. Longitud de raíz: se estimó mediante una cinta métrica.

III.6.3.2. Peso fresco de raíz: se estimó con una balanza digital de precisión SARTORIUS modelo TS 1352Q37.

III.6.3.2. Peso seco de raíz: se estimó con una balanza digital de precisión SARTORIUS modelo TS 1352Q37.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

IV.1. Gramos de Fruta por Planta

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Figura 4), sin embargo el pimiento injertado supero en 21.6 % al rendimiento del pimiento sin injertar, similar a lo reportado por López *et al.*, (2012) quienes indican incrementos del 25% o superiores en pimiento injertado, y ligeramente inferior a lo descrito por (Muñoz *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2015) quienes reportan hasta 50% de incremento en rendimiento en los híbridos Facinato y Janette injertados con el portainjerto Terrano, incrementos en rendimiento también fueron reportados por (Colla *et al.*, 2008; Del Amor *et al.*, 2008). Estos resultados indican que el principal beneficio de los injertos es el incremento del rendimiento y por ello debe de incrementarse su uso.

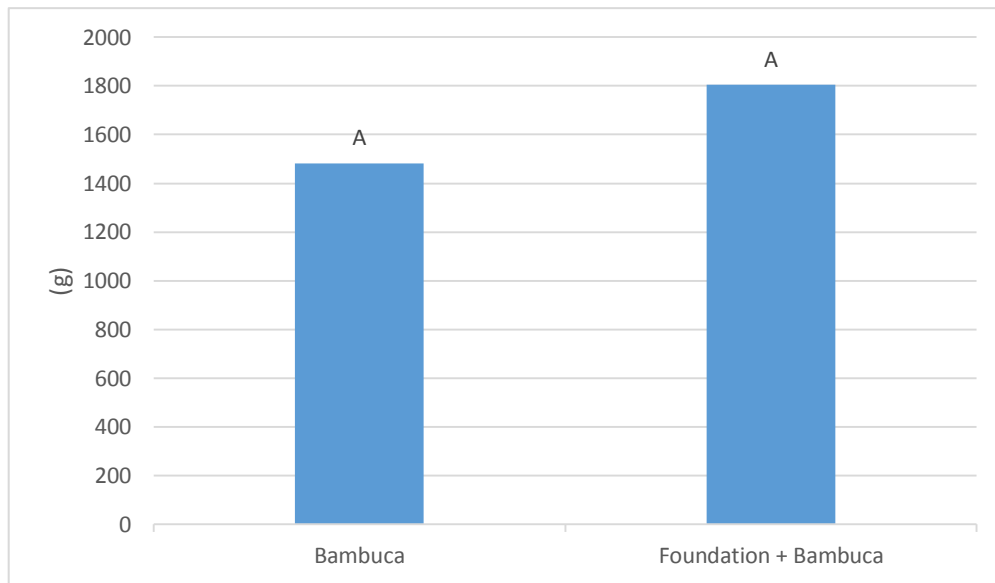


Figura 4. Comparación de medias para la variable gramos de fruta cosechada por planta.

IV.2. Número de Frutos por Planta

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos estudiados (Figura 5), sin embargo, el pimiento injertado supero en 24.9 % al número de frutos por planta del pimiento sin injertar, esto coincide con (Peil y Gálvez, 2004) quienes señalan que el uso de portainjertos genera beneficios a la variedad en cuanto a rendimiento y calidad de fruto. Chew *et al.*, (2012) reportan incrementos en plantas de tomate injertadas de 17.6 % y 5 % respecto a plantas no injertadas. El incremento en el número de frutos por planta se debe a la influencia positiva del portainjerto sobre el vigor de la variedad.

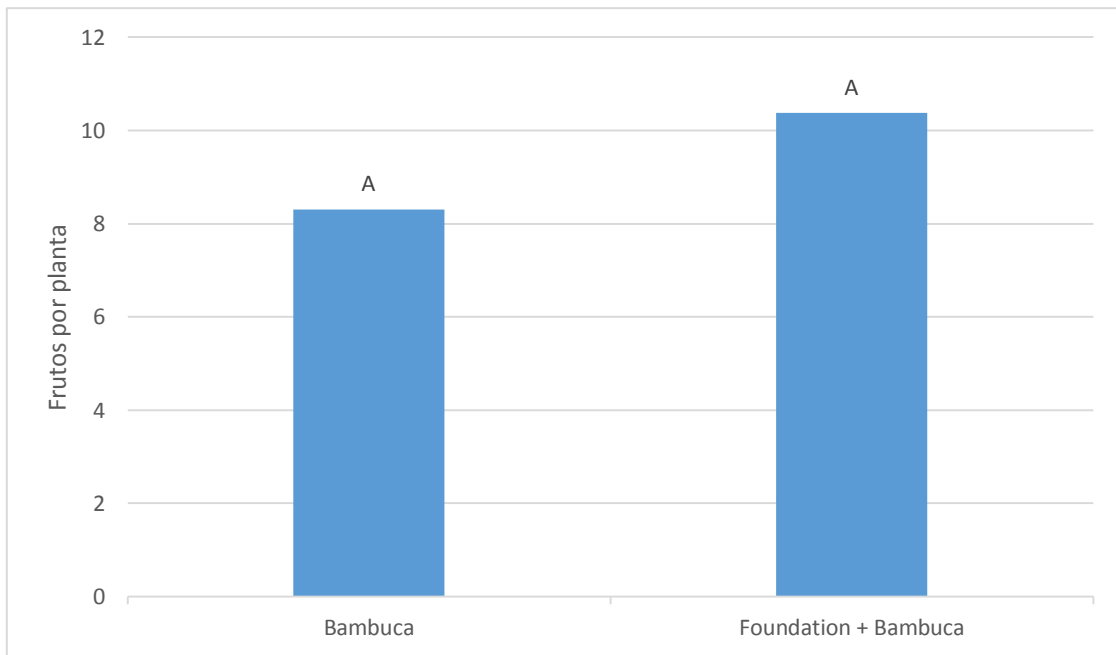


Figura 5. Comparación de medias para la variable número de frutos por planta.

IV.3. Peso Promedio de Fruto

En la variable peso promedio por fruto no se encontró diferencia estadística entre tratamientos (Figura 6), esto coincide con Lacasa *et al.*, (2006) quienes no encontraron diferencia estadística para esta variable entre plantas injertadas y sin injertar. Esta situación es consecuencia de que el portainjerto no aportó vigor al injerto y probablemente en el suelo bajo estudio no se tuvieron problemas con patógenos del suelo, por tal motivo las plantas injertadas y no injertadas tuvieron el mismo comportamiento.

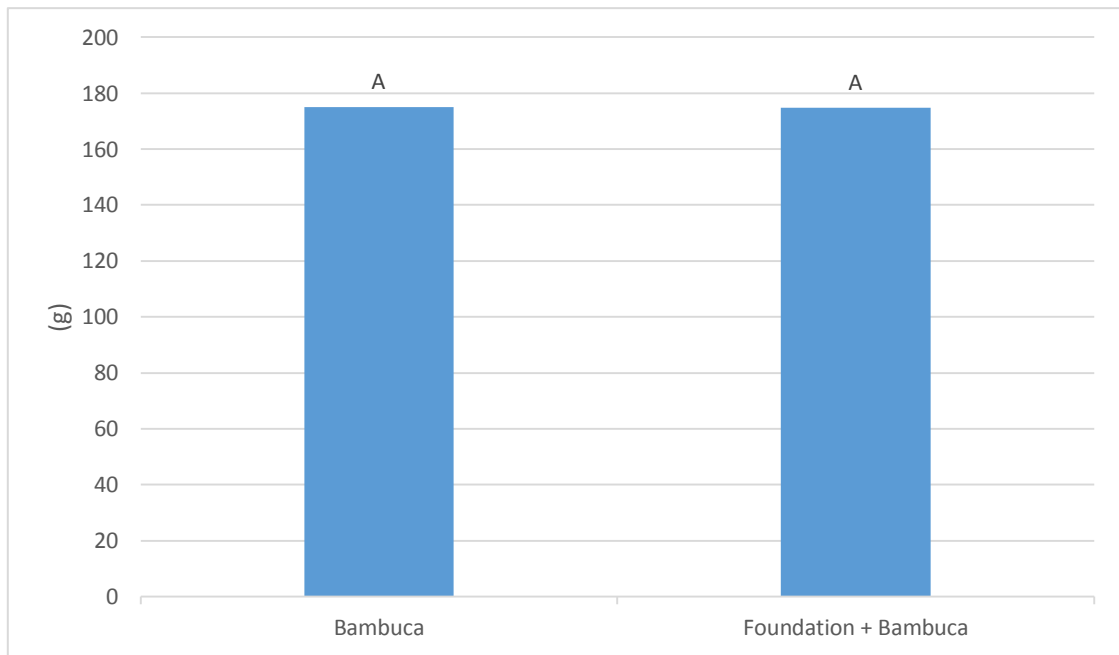


Figura 6. Comparación de medias para la variable peso promedio de fruto.

IV.4. Diámetro Polar de Fruto

Para esta variable no se encontraron diferencias estadísticas (Figura 7), lo que difiere con lo reportado por Sánchez *et al.*, (2015) quienes señalan diferencias de hasta 11% en pimiento injertado respecto al no injertado. Aunque no se encontró diferencia entre tratamientos, se obtuvieron tamaños mayores a los estándares establecidos por SAGARPA para comercialización y exportación de pimiento morrón, los frutos no deben ser menores de 64 mm (2.5 pulgadas) de diámetro y 64 mm (2.5 pulgadas) de longitud (SAGARPA, 2005). Nuevamente el portainjerto no aportó vigor a la especie injertada por lo tanto no se incrementaron los tamaños de fruto en la variedad con portainjerto. Es probable que el portainjerto tenga tolerancia a enfermedades del suelo, sin embargo, si se cultiva en un suelo sin problemas no se presentarán diferencias entre el uso o no del portainjerto.

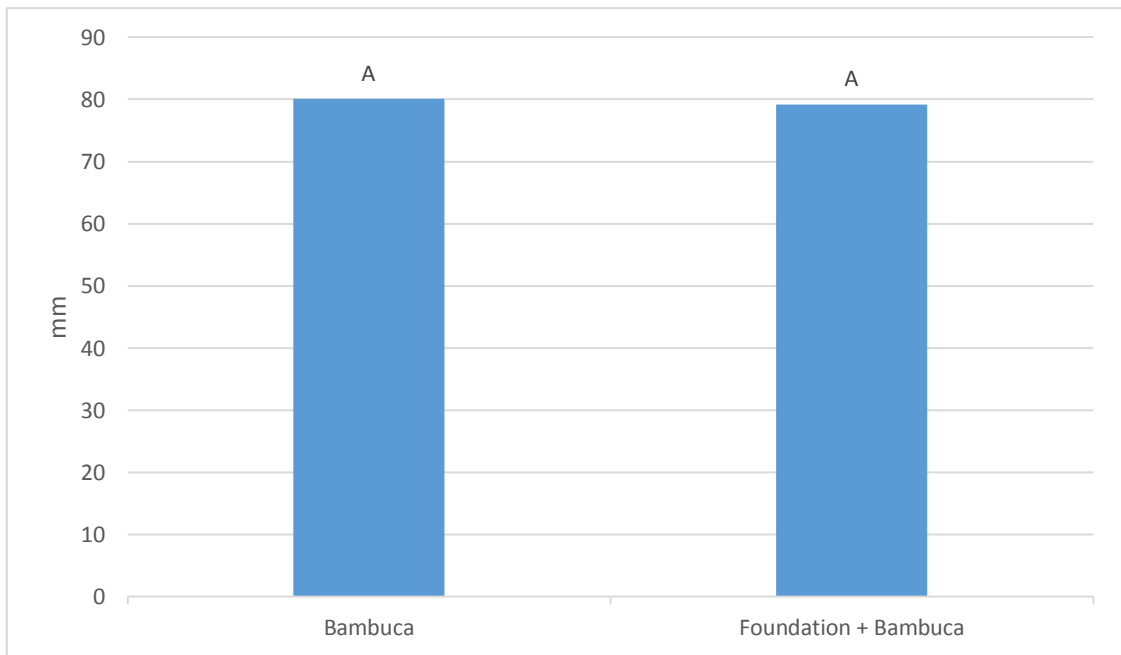


Figura 7. Comparación de medias para la variable diámetro polar.

IV.5. Diámetro Ecuatorial de Fruto

No se encontraron diferencias estadísticas significativas en la variable Diámetro ecuatorial de fruto (Figura 8), lo que difiere con lo reportado por Sánchez *et al.*, (2015) quienes señalan diferencias de hasta 11% en pimiento injertado respecto al no injertado, y coincide con Godoy *et al.*, (2009) quienes indican, las plantas injertadas mostraron una mayor proporción de fruta de calibre grande que las no injertadas, pero el diámetro promedio no mostró diferencias significativas, por lo tanto no se justifica el uso del portainjertos usado en el presente trabajo de investigación.

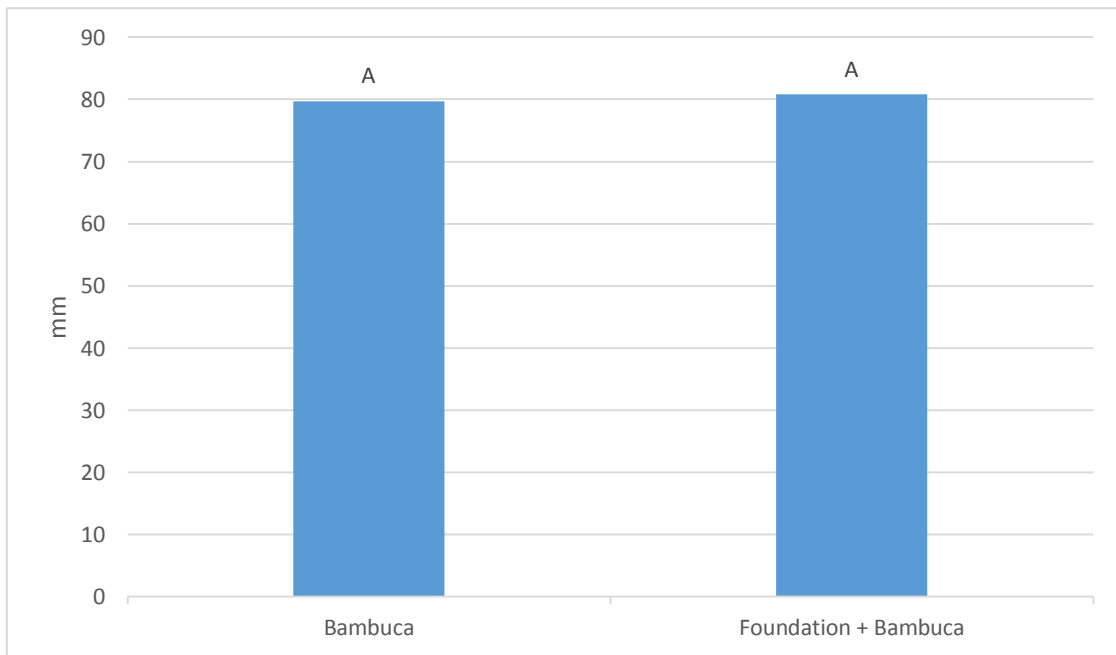


Figura 8. Comparación de medias para la variable diámetro ecuatorial.

IV.6. Rendimiento de Fruto de Pimiento por Corte

En cuanto al análisis de cosecha semanal que se presenta en la Figura 9, el pimiento sin injertar se mostró más rendidor en la semana 2, 3 y 5, mientras que en el pimiento injertado se observa mayor rendimiento en la semana 1 y 4, con una tendencia de rendimiento superior en las semanas 6, 7, 8 y 9, lo que indicaría que en estas últimas el efecto del injerto comienza a hacerse más notorio conforme avanza el ciclo del cultivo, desafortunadamente solo se realizaron 9 cosechas, por lo tanto el uso del patrón Foundation tiene el potencial para alargar el ciclo de producción de pimiento.

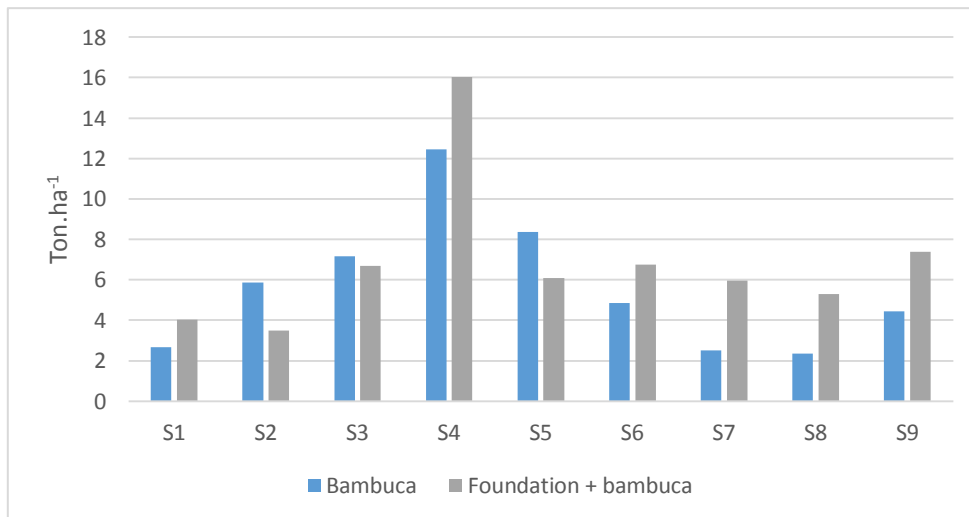


Figura 9. Rendimiento semanal (S) en ton.ha⁻¹ de pimiento injertado y sin injerto obtenidos en nueve semanas de cosecha.

IV.7. Rendimiento Total por Hectárea

No se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Figura 10), sin embargo el pimiento injertado supero en 21.6 % al rendimiento del pimiento sin injertar, similar a lo reportado por López *et al.*, (2012) que obtuvieron incrementos del 25% o superiores en pimiento injertado, y ligeramente inferior a lo observado por otros investigadores (Muñoz *et al.*, 2011; Sánchez *et al.*, 2015) quienes reportan hasta 50% de incremento en rendimiento en los híbridos Facinato y Janette injertados con el portainjerto Terrano. Otros incrementos significativos en rendimiento también fueron reportados por Colla *et al.*, (2008) y Del Amor *et al.*, (2008). Esta situación es consecuencia del incremento de vigor que le confiere el injerto al cultivo, las plantas sin injertar tienden a mostrar menor vigor y frutos de menor calibre (Godoy *et al.*, 2009).

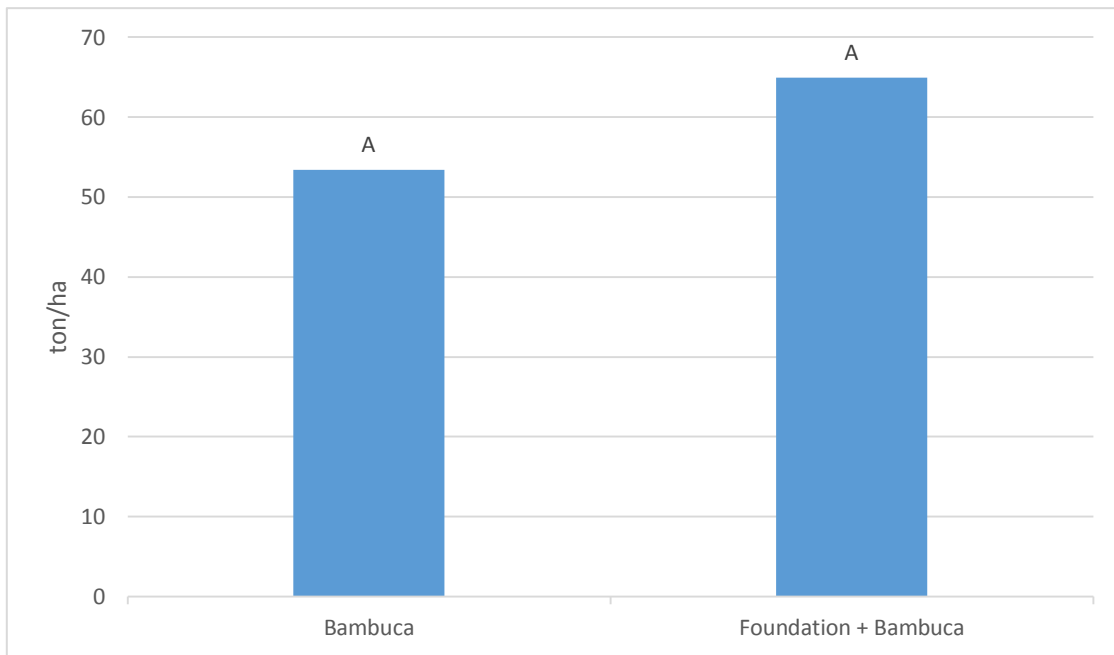


Figura 10. Comparación de medias para la variable rendimiento total por hectárea en pimiento injertado y sin injerto.

IV.8. Longitud de Raíz

Para la variable Longitud de Raíz no se encontró diferencia entre tratamientos (Figura 11), sin embargo, el pimiento injertado supero en 10.01% al pimiento sin injertar, lo que concuerda con lo reportado por (Colla *et al.*, 2010; Savvas *et al.*, 2010; Khah *et al.*, 2006), quienes reportan que el portainjerto genera una mayor longitud de raíz, lo que se traduce en una mayor capacidad de asimilación, absorción y transporte nutrimental por parte de las raíces del portainjerto hasta los sitios de demanda de la variedad. En general las diferencias no significativas entre el sistema radicular de del portainjerto y el híbrido bambuca, se tradujeron en un comportamiento similar en otras variables como rendimiento de fruto, tamaño de fruto y peso promedio de fruto, por lo tanto, no se justifica el uso de éste portainjerto.

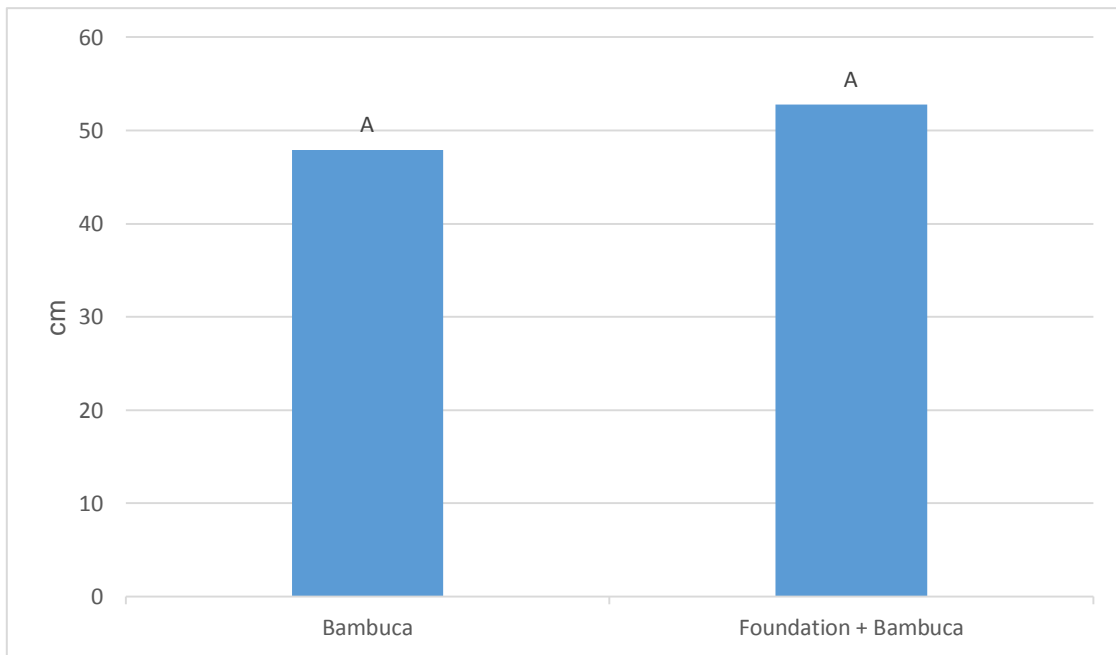


Figura 11. Comparación de medias para la variable longitud de raíz.

IV.9. Peso Fresco de Raíz

Para esta variable no se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Figura 12), sin embargo, el pimiento injertado supero en 25.4% al pimiento sin injertar, lo que concuerda con lo reportado por (Colla *et al.*, 2010; Savvas *et al.*, 2010; Khah *et al.*, 2006), quienes reportan que el portainjerto genera una mayor capacidad de acumulación de materia fresca y seca en el tallo y las raíces, esto derivado de una mayor capacidad de asimilación, absorción y transporte nutrimental por parte de las raíces del portainjerto hasta los sitios de demanda de la variedad.

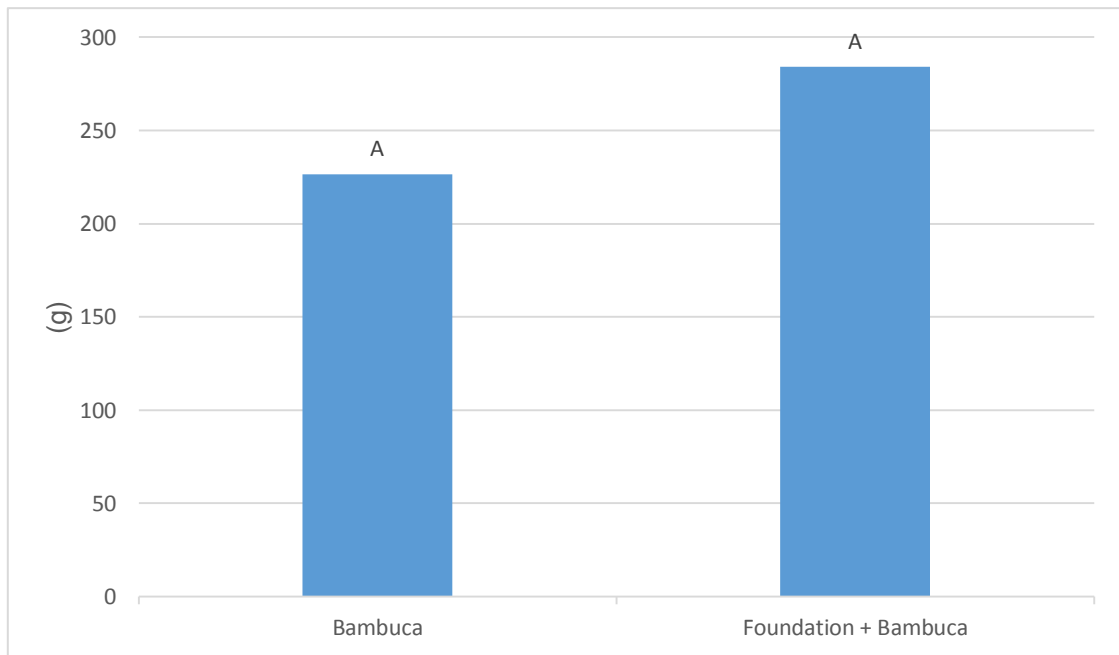


Figura 12. Comparación de medias para la variable peso fresco de raíz.

IV.10. Peso Seco de Raíz

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la variable peso seco de raíz (Figura 13), sin embargo, el pimiento injertado supero en 18.96% al pimiento sin injertar, lo que concuerda con lo reportado por Colla *et al.*, (2010), Savvas *et al.*, (2010) y Khah *et al.*, (2006), quienes reportan que el portainjerto genera una mayor capacidad de acumulación de materia fresca y seca en el tallo y las raíces, con lo cual se promueve un mayor vigor general de la planta.

IV.11. Vitamina C

Para esta variable se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Figura 14), indicándonos que esta variable se incrementa con el uso del portainjerto en 58.71% respecto al pimiento sin injerto, incrementos del 33 % reporta Revelo *et al.*, (2011) en tomate de árbol injertado, incrementos en esta

variable también reportan (Chávez *et al.*, 2015, Villasana, 2010) efecto que se ve favorecido con modificaciones ambientales radiculares que ejercen efecto en la planta y que se expresan en incrementos de dicha variable, por tanto justifica el uso de dicha técnica si se quiere mejorar la calidad nutraceutica del pimiento morrón, sobre todo si se producen antioxidantes que mantienen o mejoran la salud humana.

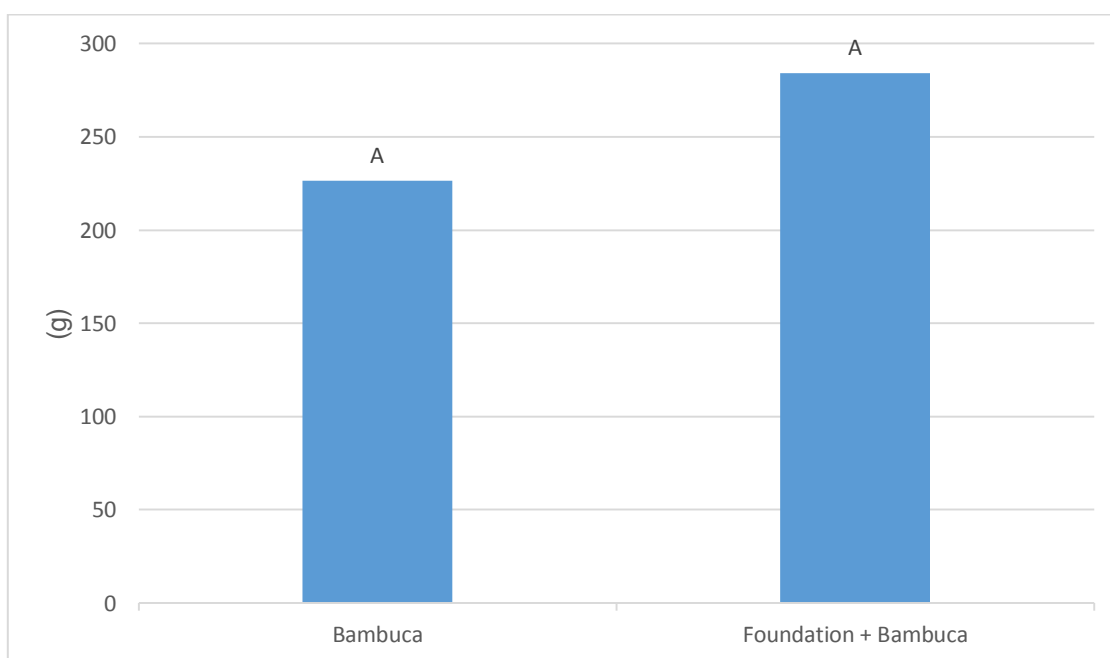


Figura 13. Comparación de medias para la variable peso seco de raíz.

IV.12. Sólidos Solubles Totales

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en la variable de sólidos solubles totales (Figura 15), resultados similares fueron reportados por Sánchez *et al.*, (2015) quienes no encontraron significancia estadística para dicha variable, aunque Khah *et al.*, (2006) reportaron una mayor calidad del fruto en tomate al utilizar plantas injertadas. Aunque el híbrido Bambuca presentó una cantidad ligeramente superior al Bambuca con portainjertos, se puede indicar que el portainjertos no influyo sobre ésta variable.

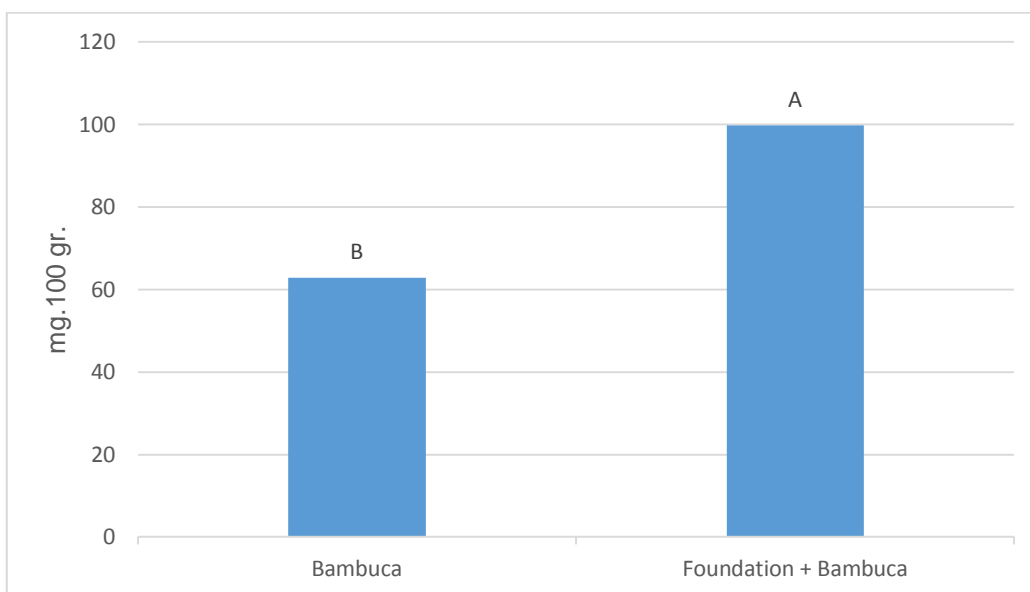


Figura 14. Comparación de medias para la variable Vitamina C.

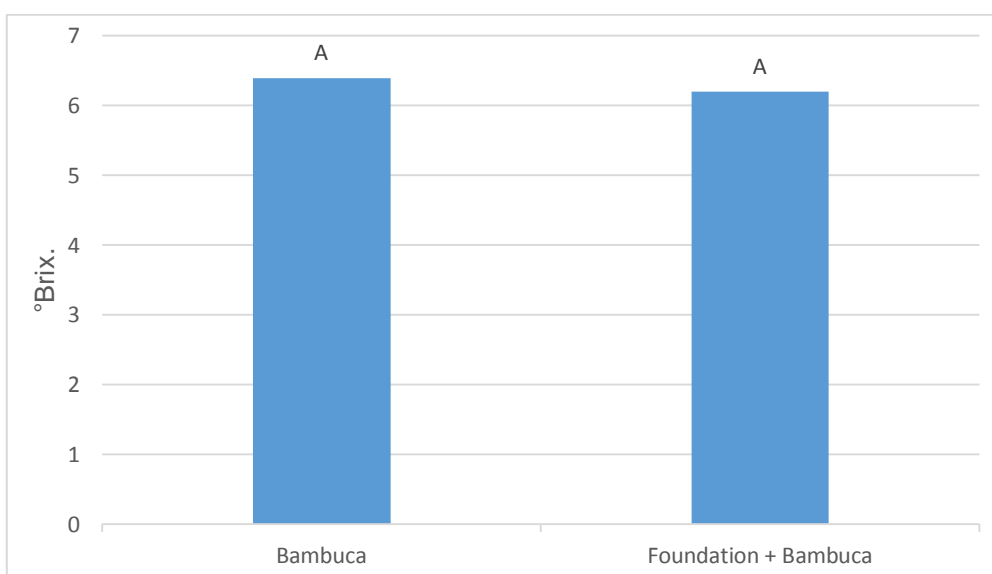


Figura 15. Comparación de medias para la variable solidos solubles totales.

IV.13. Clasificación por Tamaño de fruto de Pimiento Morrón

La fruta cosechada se clasifico de acuerdo a los parámetros de calidad preestablecidos para la comercialización de pimiento morrón, el cual establece los tamaños y peso de la fruta individual. En la Figura 16 se muestran la

clasificación y los porcentajes que corresponden a cada una, observando que para clasificación M y L el pimiento injertado supero en 9.63 y 0.51 % respectivamente al pimiento sin injertar, que representan 9.83 y 5.41 ton.ha⁻¹ respectivamente (Grafico 2), la clasificación XL, XXL y S el pimiento sin injertar obtuvo porcentajes ligeramente superiores al injertado con 5.91, 0.40 y 2.78 % respectivamente (Grafico 1), que se traducen en 2.54, 0.031 y 0.43 ton.ha⁻¹ respectivamente (Grafico 2). Por tanto en el balance general de fruta comercializable el pimiento injertado supera en 12 ton.ha⁻¹ al pimiento sin injertar, esto en nueve semanas de cosecha, lo que se traduciría en mayores ganancias directas para el productor. Aunque estadísticamente no hay diferencias significativas, si se analiza desde el punto de vista económico, la práctica del injerto se justifica plenamente.

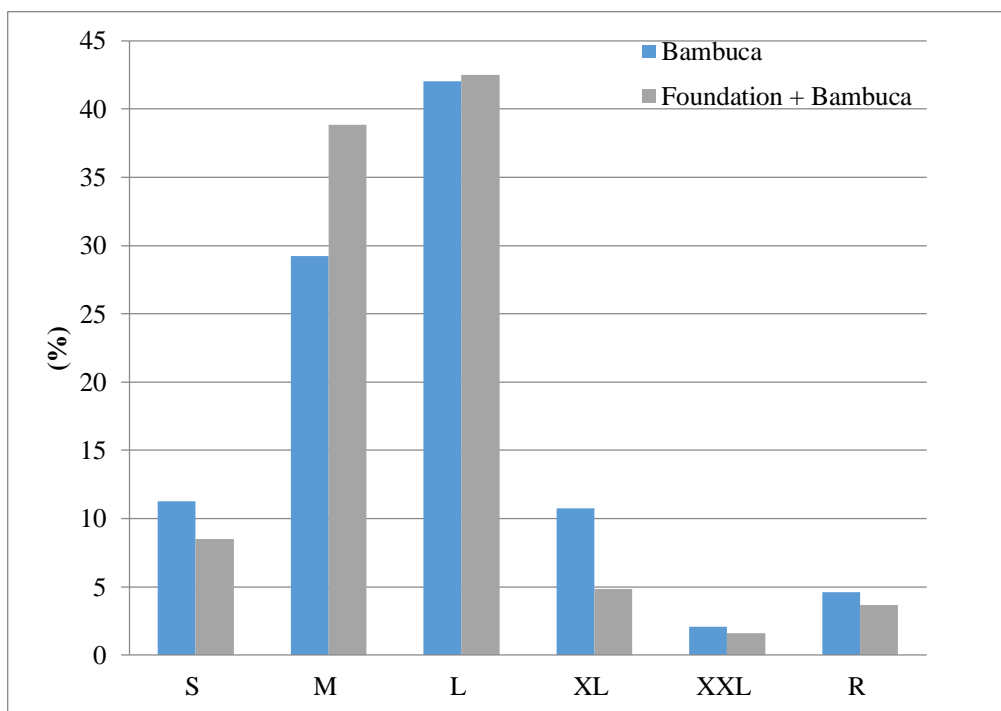


Figura 16. Porcentajes y códigos de clasificación de pimiento injertado y sin injerto, obtenidos en nueve semanas de cosecha. S= pequeño (de 130 a 149 gr), M= mediano (de 150 a 179 gr), L=grande (de 180 a 219 gr) XL= extra grande (de 220 a 260 gr), XXL= jumbo (>260 gr) R=.rezaga (<130 gr).

V. CONCLUSIONES

El uso del portainjertos Foundation no indujo incrementos en la biomasa fresca y seca de la raíz, así como el rendimiento comercial de los frutos de pimiento, por lo tanto y en base a los resultados obtenidos, se concluye que el rendimiento será estadísticamente igual con el uso o sin el uso del portainjertos Foundation.

El uso de portainjertos Foundation no mejoró significativamente la calidad agronómica de los frutos de pimiento.

La calidad en cuanto a contenido de Vitamina C, indica que el uso de portainjertos permite mejorar la calidad nutraceutica de los frutos en cultivos como pimiento.

VI. LITERATURA CITADA

- AVRDC. 1971. Marking Success and charting a future Asian vegetable. Research and Development Center.
- Báez-Valdez, E. P., Carrillo-Fasio, J. A., Báez-Sañudo, M. A., García-Estrada, R. S., Valdez-Torres, J. B., & Contreras-Martínez, R. (2010). Uso de Portainjertos Resistentes para el Control de la Fusariosis (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* Snyder & Hansen raza 3) del Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en Condiciones de MallaSombra. *Revista mexicana de fitopatología*, 28(2), 111-123.
- Bruton, B. D., Fish, W. W., Roberts, W., Popham, T. W. 2009. The influence of rootstock selection on fruit quality of watermelon. *Open Food Science Journal* 3: 15-34.
- Chávez M. C.; Sánchez E.; Muñoz M. E.; Sida A. J. P.; Flores C. M. A. 2015. Bioactive compounds and antioxidant activity in different grafted varieties of bell pepper. *Antioxidants* (4):427-446.
- Chew M. Y. LL.; Gaytan M. A.; Espinoza A. J. J.; Reta S. D. G.; Reyes J. I.; Chew M. R. G.; Ramírez F. R. 2012. Planta de tomate injertada bajo condiciones de invernadero: rendimiento y calidad de fruto. *Producción Agrícola-Agrofaz*. 12(3):31-38.
- Colla G.; Roupael Y.; Cardarelli M.; Salerno A.; Rea E.; 2010. The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environ. Exp. Bot.* 68:283-291.

- Colla G, Rouphael Y, Cardarelli M, Temperini O, Rea E, Salerno A, Pierandrei F. 2008. Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae* 782: 359-363.
- Davis, R.; P. Perkins; R. Hassell, A. Levi, S. King and X. Zhang. 2008. Grafting Effects on Vegetable. *Quality HortScience*, October 43: 1670 - 1672.
- Del Amor F. M.; López M. J.; Gonzalez A. 2008. Effect of photoselective sheet and grafting technique on growth, yield, and mineral composition of sweet pepper plants. *Journal off Plant Nutrition*. 31(6):
- Doñas-Uclés, F., Jiménez-Luna, M.D.M., Góngora-Corral, J. A., Pérez-Madrid, D., VerdeFernández, D., Camacho-Ferre, F. (2014). Influence of three rootstocks on yield and commercial quality of "Italian Sweet" pepper. *Ciência e Agrotecnologia* 38 (6): 538-545.
- Ezziyyani M., Pérez S. C.; Requena M. E.; Sid A. A.; Candela M. E.; 2005.; Efecto del sustrato y la temperatura en el control biológico de *Phytophthora capsici* en pimiento (*Capsicum annuum* L.) *Anales de Biología* 27:119-126.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 2014. Consultado 30/10/2017. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>
- García R. M. A.; Chiquito A. E.; Loeza L. P. D.; Godoy H. H.; Villordo P. E.; Pons H. J. L.; González. C. M. M.; Anaya L. J. L.; 2010. Producción de chile ancho injertado sobre criollo de Morelos 334 para el control de *Phytophthora capsici*. *Agrociencia*. 44:701-709.

- Godoy, H., J. Castellanos. 2009. El injerto de tomate. Manual de producción de tomate en invernadero. México. J. Z. Castellanos. Editorial Intagri, S.C. pp: 93-104.
- Godoy Hernández, H., Castellanos Ramos, J. Z., Alcántar González, G., Sandoval Villa, M., & Muñoz Ramos, J. D. J. (2009). Efecto del injerto y nutrición de tomate sobre rendimiento, materia seca y extracción de nutrimentos. *Terra Latinoamericana*, 27(1), 01-09.
- Gongora, José A. 2012. Influencia del injerto en la calidad del pimiento tipo ramiro en invernadero.
- Guigón L. C; González G. P. A.; 2001 Estudio regional de las enfermedades del chile (*Capsicum annuum* L.) y su comportamiento temporal en el sur de Chihuahua, México Revista Mexicana de Fitopatología 19(1): 49-56.
- Hartmann, H., & Kester, D. (1984). Propagación de plantas, Cap. 10. Cia. Editorial Continental. México.
- Hartmann H. T.; Kester D. E.; Davies F. T.; Geneve R. L.; 1997. Plant propagation. Ed. Prentice Hall. USA. 873 pp.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T, Davies, Jr. y R.L. Geneve. 2002. Planta propagation, principles and practices. 7th ed. Prentice hall. N.J., USA. 880p.
- Horwitz, W., & Latimer, G. (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International, Gaithersburg MA, USA. Association of Official Analytical chemist.
- INTAGRI. (2013). Ventajas del Injerto en Tomate y su Proceso Paso a Paso. Intagri, Gto. México. 2 p.

- Itagi, T., K. y S. Nakanisi Nagashima. 1990. Studies on the production system of the grafted seedlings in fruit vegetables. 1. 1990. Methods of grafting, the kind of plug tray, conditions of acclimatization and the process during raising tomato plugs. Jour. Japan. Japón. Soc. Soc. Hort. Sci. 59, 1: 294-295.
- Khah, E. M., E. Kakava, A. Mavromatis, D. Chachalis, and G. Goulas. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field. Journal of Applied Horticulturae. 8(1):3-7.
- King S. R.; Davis A. R.; Zhang X.; Crosby K.; 2010. Genetics, breeding and selection of rootstock for Solanaceae and Cucurbitaceae. Scientia Horticulturae. 127:106-111.
- Kubota, C., M. McClure, N. Kokalis, M. Bausher y E. Roskopf. 2008. Vegetable Grafting: History, Use and Current Technology Status in North America. HortScience. Vol. 43. Pp. 1664-1669.
- Kurata, K. 1994. Cultivation of Grafted Vegetables II. Development of Grafting Robots in Japan HortScience. 29: 240 - 244.
- Lacasa, C M et al. 2006. "Comportamiento De Variedades De Pimiento Injertadas En Cultivo Ecológico De Invernadero."
- Lee J. M.; Kubota C.; Bie Z.; Hoyos E. P.; Morra L.; Oda M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. Scientia Horticulturae. 127(2):93-105.
- Lee J. M. y M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. Hort. Rev. 28: 61-124.

- López M. j.; Galvez L.; Porras I.; Brotons M. J. M. 2012. Injerto en pimiento (*Capsicum annuum*): Beneficios y rentabilidad de su uso. ITEA (*en prensa*). 20:1-20.
- López-Pérez J.A., L. Robertson, A. Bello, M. Escuer, MA. Díaz-Rojo, A. Piedra Buena, C. Ros, C. Martínez. 2004. Resistencia en pimiento a nematodos formadores de nódulos del género *Meloidogyne* Göldi, 1892. *Actas de Horticultura* 41, 149-152.
- Louws J. F.; Rivard L. C.; Kubota C.; 2010. Grafting fruiting vegetables to manage soilborne pathogens, foliar pathogens, arthropods and weeds. *Scientia Horticulturae* 127(2) 125-146.
- Martínez, M. (2010). Evaluación de métodos de injertación en genotipos de Ttmate (*Lycopersicon ssp.*) (Doctoral dissertation).
- Miguel, A. 2005. Injertos de hortalizas. Curso Internacional. INTAGRI. Jalisco. México.
- Morita, S. 1988. A new grafting method for fruit-bearing vegetables by the application of adhesives. *Agriculture and Horticulture* 63: 1190-1190.
- Morra L. 1998. Potenzialita e limiti dell' innesto in orticultura. *L'informatore agrario*. 49:43-48.
- Muñoz M. E.; Sánchez C. E.; Guevara A. A.; García B. M. L. 2011. Impacto del uso de portainjerto sobre el rendimiento en Chile pimiento morrón. Cartel Área/Tema: Horticultura/Fisiología y Nutrición vegetal.
- Muñoz M. E.; Sánchez C. E.; Flores C. M. A.; Sida A. J. P. 2015. ¿Puede el portainjerto incrementar la producción en variedades de pimiento morrón?. *Memorias del XL Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo*

- “2015, Año internacional de los suelos: Crear conciencia en la sociedad para el manejo sostenible del suelo” 210-214.
- Oda, M. y T. Nakajima. 1992. Adhesive grafting of Chinese cabbage on turnip. HortScience 27:1136.
- Oda, M., K. Tsuji, K. Ichimura y H. Sasaki. 1994. Factors affecting the survival of cucumber plants grafted on pumpkin plants by horizontal grafting at the hypocotyl level. Bull. Bol. national Research Institute for Vegetables, Ornamental Plants and Tea 9:52-60.
- Oda, M. 1995. New grafting methods for fruits bearing vegetables in Japan. Agricultural Research Quarterly 29: 187-194.
- Oda, M., K. Okada, K. Sasaki, S. y M. Akazawa Sei. 1997. Growth and yield of eggplants grafted by a newly developed robot. HortScience 32: 848-849.
- Osuna-Ávila, P., Aguilar-Solís, J., Fernández-Pavia, S., Godoy-Hernández, H., Corral-Díaz, B., Flores-Margez, J. P., ... & Olivas, E. (2012). Injertos en chiles tipo Cayene, jalapeño y chilaca en el noroeste de Chihuahua, México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 3(4), 739-750.
- Peil R. M. N.; Galvez J. L. 2004. Rendimiento de plantas de tomate injertadas y efecto de la densidad de tallos en el sistema hidropónico. Horticultura Brasileira 22(2):265-270.
- Revelo E. V. H. 2011. Evaluación de la calidad de poscosecha en genotipos mejorados e injertados de tomate de árbol (*Solanum bacatum* Cav.) proyecto de tesis para obtención del título de ingeniero agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de ingeniería química y agroindustria. Ecuador.

- Rico G. L.; Medina R.S.; Muñoz S. C. I.; Guevara O. L.; Guevara G. R. G.; Guerrero A. B. Z.; Torres P. I.; Rodríguez G. R.; 2004. Detección de *Phytophthora capsici* Leonian en plantas de chile (*Capsicum annuum* L.) mediante PCR. Revista Mexicana de Fitopatología. 22(1):1-6.
- Ros C., M.M. Guerrero, A. Lacasa, P. Guirao, M.A. Martínez, N. Barceló, M.C. Martínez, J.A. López, A. Bello, I. Rodríguez. 2003. Evaluación de patrones de pimiento para el control de patógenos en cultivos ecológicos de invernadero. Actas de Horticultura 39, 38-40.
- Ros C., M.M. Guerrero, A. Lacasa, P. Guirao, A. González, A. Bello, J.A. López, M.C. Martínez. 2004a. El injerto en pimiento. Comportamiento de patrones frente a hongos y nematodos. Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente, Región de Murcia, Jornadas 16, 279-312.
- Ros C., MM. Guerrero, MA. Martínez, N. Barceló, MC. Martínez, I. Rodríguez, P. Guirao, A. Bello, A. Lacasa 2004b. Integrated management of sweet pepper rootstocks resistant to pathogens in greenhouses. Acta Horticulturae 698, 305-310.
- Sakata Y.; Ohara T.; Sugiyama M.; 2007. The history and present state of the grafting of cucurbitaceous vegetable in Japan. Acta Horticulturae. 731:159-170.
- Sakata Y.; Ohara T.; Sugiyama M.; 2008. The history of melon and cucumber grafting in Japan. Acta Horticulturae. 767:217-228.
- Sánchez C. E.; Torres G. A.; Flores C. M. A.; Preciado R. P.; Márquez Q. C. 2015. Uso de portainjerto sobre el rendimiento, calidad del fruto y resistencia a *Phytophthora capsici* Leonian en pimiento morrón. Revista Electrónica Nova Scientia, 15. 7(3):227 – 244.

- Savvas D.; Colla G.; Roupael Y.; Schwarz D. 2010. Amelioration of heavy metal and nutrient stress in fruit vegetables by grafting. *Scientia Horticulturae*. 127(2):156-161.
- SAGARPA. 2005. "PC-020-2005. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial mexico calidad suprema en tomate." : 1–22.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). (2016). Consultado 12-09-2017 en <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNSAGENE052017.aspx>
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-SAGARPA. 2016. Consultado 09-09-2017 en http://nube.siap.gob.mx/cierre_agricola/
- Schwarz D.; Roupael Y.; Colla G.; Venema J. H.; 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, wáter stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*. 127:162-171.
- Steiner, A. 1984. The universal nutrient solution. In: Proc. 6th International Congress on Soilless Culture. International Society of Soilless Culture. Lunteren Wageningen, The Netherlands.pp:633–650.
- Villasana R. J. A. 2010. Efecto del injerto en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en Nuevo León. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Nuevo Leon. Facultad de Agronomía. Nuevo Leon. Mex.
- Zhao X.; Ghuo Y.; Huber D. J.; Lee J.; 2011. Grafting effects on postharvest ripening and quality of 1-methylcyclopropene-treated muskmelon fruit. *Scientia Horticulturae*. 130-581-587.