

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Rendimiento y Calidad de Fruto de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum*) Injertado
y Cultivado en Invernadero

Por:

JOSÉ MARCELINO RENDÓN MANZANO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México.
Octubre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Rendimiento y Calidad de Fruto de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum*)
Injertado y Cultivado en Invernadero

Por:

JOSÉ MARCELINO RENDÓN MANZANO

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



Dr. Armando Hernández Pérez
Coasesor



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal
Coasesor



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



Saltillo, Coahuila, México.
Octubre de 2019

Agradecimientos

Le doy gracias a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera profesional, por darme la fortaleza y valor para culminar esta etapa en mi vida.

A mis padres: María Elena Manzano Méndez y Marcelino Rendón Molina gracias por el apoyo y ejemplo que en cada segundo de mi vida me han brindado; por sus cuidados, amor y comprensión; por sus sabios consejos que me orientaron por el camino recto de la vida; por todo su esfuerzo para darme la oportunidad de tener una formación profesional. Gracias por lo que hemos logrado.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por darme la oportunidad de realizar este trabajo de investigación, por su asesoría y conocimiento brindado en la culminación de esta tesis.

Al Mc. Eliseo Cerón Polvadera por su apoyo, asesoría para de desarrollo de este trabajo de investigación.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por darme la oportunidad de forma profesionalmente, por haberme adoptado durante todo este tiempo.

A mis compañeros de generación que formaron parte de mi familia universitaria, con quienes viví muy bonitos y malos momentos.

A mi familia; hermanos, primos, tíos y abuelos, quienes siempre creyeron en mí y me apoyaron de forma directa o indirecta a lo largo de esta etapa de mi vida

Dedicatorias

Este trabajo lo dedico a mis padres quienes siempre creyeron en mí y me han apoyado incondicionalmente durante toda mi carrera. A quienes sin escatimar esfuerzo alguno, han sacrificado gran parte de su vida para formarme y educarme ayudándome al logro de una meta más: Mi carrera profesional, que es para mí la mejor de las herencias.

A mis hermanos por siempre confiar en mí y brindarme su apoyo y amistad. Sé que cuento con ellos en todo y confío en ellos como en nadie más. Gracias por todo

De forma general dedico este trabajo a toda mi familia quienes siempre se preocuparon por mí y me han apoyado, La vida es difícil, pero la mía es plena y feliz porque tengo una brillante familia que me ha guiado por la senda. Qué fácil es todo cuando hay apoyo, sin ustedes no sería lo que soy, no estaría donde estoy.

Índice de contenido

RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
Variedad	4
Agricultura Protegida en México.....	5
Importancia del Pimiento en México	6
Buenas Prácticas de Manejo:	8
Especificaciones de Certificación México Calidad Suprema para Pimiento Morrón8	
Características Similares de Variedad o Tipo (Uniformidad)	9
Especificaciones Sensoriales del Fruto de Pimiento Morrón	11
Necesidades Nutrimientales del Pimiento Morrón.	12
Injerto.....	14
Historia y Situación Actual del Injerto en Hortalizas	15
Importancia del Injerto en Hortalizas	16
Objetivo del Injerto en Hortalizas.....	17
Criterios para el Uso de Injertos	17
Efecto del Injerto Sobre la Absorción de Nutrientos.....	18
Ventajas y Desventajas de los Injertos.....	18
Tipos de Injerto en Pimiento	20
Características que Debe de Reunir un Portainjerto	21
Instalaciones Necesarias para Realizar Injertos	22
Proceso de Unión del Injerto.....	23
Factores que Influyen en la Unión de Injerto	25
III. MATERIALES Y MÉTODOS	27
Localización del Experimento	27
Material Vegetativo	28
Diseño de Tratamientos	29
Siembra de Material Vegetativo	30
Riego	31
Realización del Injerto.....	31
Manejo Agronómico del Cultivo	32
Trasplante	33
Poda de Formación.....	34
Deshojado	34
Tutorado	35
Destallado	35

Variables Estudiadas	35
Rendimiento Total de Fruto	36
Peso promedio de Fruto PPF)	36
Numero de Frutos por planta (NFPP)	37
Medición de Parámetros de Calidad de Fruto	37
Solidos solubles totales (SST)	37
Firmeza de fruto (FF)	37
Vitamina C	38
Grosor del mesocarpio de fruto (GMF)	39
Clasificación de Acuerdo al Tamaño de Fruto	40
Altura de la planta (ADP)	40
Diseño Experimental	40
Análisis Estadístico	41
<i>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</i>	42
Clasificación por Tamaño de Fruto	43
Vitamina C	50
<i>V. CONCLUSIONES</i>	53
<i>VI. LITERATURA CITADA</i>	54

Índice de cuadros

Cuadro 1.	Demanda nutritiva de la planta para producir 1 tonelada de fruto fresco para diferentes variedades	13
Cuadro 2	Tratamientos resultantes de un factorial 3 x 4, en el cultivo de pimiento morrón con portainjertos.	30
Cuadro 3	Concentración de solución nutritiva en meq L-1.	31
Cuadro 4	Clasificación de frutos por tamaños de pimiento morrón. (SAGARPA 2005)	40
Cuadro 5	Cuadrados medios del efecto de portainjertos e híbridos sobre las variables comerciales (XL, L, M, S), NFPP y PPF.	42
Cuadro 6	Comportamiento medio de los portainjertos en relación al tamaño de fruto, Y variables e importancia económica en el cultivo de pimiento.	43
Cuadro 7	Comportamiento medio de los injertos en relación al tamaño de fruto, y variables e importancia económica en el cultivo de pimiento.	44
Cuadro 8	Cuadrados medios del efecto de portainjertos e híbridos sobre las variables rendimiento, Vitamina C, °Brix (SST), grosor del mesocarpio, fineza del fruto y altura de la planta.	46
Cuadro 9	Comportamiento medio de los portainjertos en relación al Rendimiento, vitamina C, SST, GMF, FF y Altura de la planta en el cultivo de pimiento.	47
Cuadro 10	Comportamiento medio de los Injertos (híbridos) en relación al Rendimiento, vitamina C, SST, Grosor, Firmeza y Altura de la planta en el cultivo de pimiento.	48

Índice de figuras

Figura 1	Curva de extracción de macronutrientes de pimiento en invernadero.	14
Figura 2	Ubicación del área experimental	27
Figura 3	Realización del injerto	32
Figura 4	Cámara hermética donde se mantuvo alta humedad relativa y se reducir la intensidad lumínica.	33
Figura 5	Trasplante del material vegetativo en camas con acolchado plástico.	33
Figura 6	Deshojado, eliminación de hojas y brotes por debajo de la bifurcación principal	34
Figura 7	Tutorado	35
Figura 8	Peso de fruto	36
Figura 9	Determinación de la firmeza fruto	38
Figura 10	Determinación de vitamina C	39
Figura 11	Interacción detectada entre portainjerto*hibrido*Frutos XL. Expresados en (t hec-1)	45
Figura 12	Efecto del portainjerto sobre el rendimiento del cultivo de pimiento morrón (Kg m ⁻²)	50
Figura 13	Efecto del portainjerto en la cuantificación de vitamina C (mg / 100 g de peso fresco) en frutos de pimiento morrón	51

RESUMEN

Los portainjertos representan una tecnología limpia y amigable con el ambiente, porque estos contienen genes de resistencia o tolerancia a estrés biótico o abiótico, y desde luego genes para el desarrollo de un mejor sistema radical y por ende mayor capacidad de exploración, favoreciendo una mayor absorción de nutrimentos y agua para el híbrido injertado, de esta manera la planta mejora el vigor, desarrollo, floración, fructificación y longevidad. Esto expresándose en mayor rendimiento y calidad de las cosechas. Por lo tanto el objetivo de este trabajo fue, determinar la calidad, uniformidad y rendimiento del pimiento morrón de tres híbridos injertados sobre tres portainjertos y fueron evaluados en un invernadero de mediana tecnología. En cada cosecha se clasificaron los frutos conforme a las normas de calidad suprema, obteniendo una variación significativa en calibres con respecto al híbrido no injertado, el uso de portainjertos injertos contribuyo al incremento en tamaño de frutos XL, aunque un híbrido exhibió decrementos en el tamaño de frutos, con el uso de portainjertos y la cuantificación de vitamina C mostro las misma tendencias que la variable XL donde nuevamente dos híbridos mostraron incrementos y un tercer híbrido presento decrementos significativos. Con el uso de portainjertos no se observaron diferencias significativas en el rendimiento. El factor que influyó más sobre el rendimiento de fruto fue el híbrido injertado. De lo antes observado es posible concluir que los portainjertos influyeron más sobre la calidad de fruto que sobre el rendimiento y algunos injertos combinan muy bien con los portainjertos, sin embargo el híbrido Dicaprio tuvo mayores rendimientos cuando no se usaron portainjertos, de ahí la importancia de realizar mayor cantidad de trabajos de investigación que permitan que portainjertos e injertos combinan mejor, para hacer recomendaciones a los productores.

I. INTRODUCCIÓN

En México se puede observar un desarrollo acelerado de la agricultura protegida, esta industria ha incrementado drásticamente su extensión, consecuentemente en oferta. Por un lado, las cifras oficiales de invernaderos y casas sombras es de más de 23 mil hectáreas en el 2017, cuando la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC), manejaba en su inventario poco más de 3500 hectáreas, las cuales estaban distribuidas en 23 estados de la república y representaban casi el 70% de las exportaciones totales de la horticultura protegida.

El cultivo del pimiento representa el 16% de la superficie sembrada en condiciones de agricultura protegida en el país, superado solo por el cultivo de tomate el cual se cultiva en un 70% (SAGARPA, 2012). En México la mayor parte de la producción de pimiento se exporta hacia los Estados Unidos de América y Canadá, las cuales han venido en aumento. En nuestro país se cultivan anualmente 136,053 ha de chile (*Capsicum annuum* L.) de las cuales unas 10,000 ha son de pimiento morrón. El pimiento morrón es uno de los principales chiles producidos en México a campo abierto, después del jalapeño y el serrano (SIAP-SAGARPA, 2015).

En la actualidad, el uso de portainjertos en hortalizas es una estrategia que mejora la calidad y rendimiento de los cultivos. En nuestro país se están realizando trabajos experimentales y evaluaciones a nivel comercial y semicomercial con plantas injertadas en melón, sandía, tomate y chile para

resolver problemas de enfermedades y como alternativa para incrementar vigor y rendimiento (Gaytán *et al.*, 2013).

Se ha demostrado que el uso de plantas injertadas en melón, sandía, pepino y tomate incrementa el rendimiento por hectárea, con menores densidades de plantación dando mayor calidad de fruto (García, 2011). El injerto es una técnica que permite inducir resistencia o tolerancia de las plantas a determinados patógenos del suelo, incrementando el crecimiento y rendimiento de las plantas injertadas.

En estudios realizados con plantas de pimiento injertadas y sin injertar, se ha observado que en el 95% de los casos, se observaron incrementos en las variedades injertadas, y se concluye que el injerto no solo aporta mejora sanitaria frente a nematodos en el suelo, también aumenta la producción del cultivo y por lo tanto la rentabilidad (Marín *et al.*, 2016). Aunque se ha encontrado que presenta desventajas, como el alto costo de las semillas de los portainjertos y los gastos de operación. Pero a pesar de las desventajas, los portainjertos han aumentado su uso debido a su eficacia e inocuidad para el proteger al ambiente, al minimizar el uso de agroquímicos contra plagas y enfermedades.

En general, existen pocos estudios sobre este tema, por lo que el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo estudiar el efecto del uso de portainjerto sobre el rendimiento, calidad del fruto. Bajo la hipótesis de que, el uso de portainjertos aumenta el rendimiento y la calidad del fruto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

La planta del pimiento fue traída a México en las expediciones que hicieron los españoles, se dice que llegaron en el viaje que realizó Cristóbal Colón a América en el año de 1493. Sin embargo, los nativos americanos ya conocían la planta y su fruto con el nombre de chili, pero los españoles y portugueses lo bautizaron como pimiento y pimiento de Brasil.

En España comenzó a cultivarse en el siglo XVI, luego se extendió a Italia y a Francia para distribuirse por toda Europa y el resto del mundo, gracias a la colaboración de los portugueses. La utilización del pimiento en Europa significó un avance importante en las costumbres culinarias, ya que se empleaba como complemento de la pimienta negra (una especie muy popular en ese continente) e incluso llegó a sustituirla.

Aquellos primeros pimientos eran algo diferentes a los de ahora; los pimientos que se consumen hoy son producto de procesos de mejoramiento que comenzó a partir del siglo XX. Actualmente en América, la planta del pimiento se produce en México, Bolivia y Perú.

Variedad

El pimiento pertenece a la familia de las Solanáceas que incluye alrededor de 96 géneros y unas 2300 especies de plantas (D'Arcy, 1991). Entre ellas la belladona, la mandrágora y el beleño. Son pocas las Solanáceas comestibles como el tomate y la berenjena. El pimiento en especial pertenece al género

Capsicum, agrupa a más de 26 especies, de las cuales, sólo cinco han sido domesticadas y son cultivadas: *C. annuum* (jalapeño, serrano, ancho, pasilla, guajillo, de árbol y piquín). *C. baccatum*, *C. frutescens* (Tabasco), *C. pubescens* (manzano) y *C. chinense* (habanero). La más importante por su utilización y cultivo en todo el mundo es *Capsicum annuum* (López Riquelme, 2003).

El pimiento es una planta herbácea anual, tiene tallos erectos, herbáceos y ramificados de color verde oscuro. El sistema de raíces es pivotante y llega a profundidades de 0.7 a 1.2 m, y lateralmente hasta 1.2 m, pero la mayoría de las raíces están a una profundidad de 5 a 40 cm. Está provisto y reforzado con un número elevado de raíces adventicias. El tallo es de crecimiento limitado y erecto con un diámetro que puede variar entre 0.5 y 1.5 cm. Cuando la planta adquiere una edad determinada, se lignifican ligeramente los tallos (Nuñez, 1996).

Agricultura Protegida en México

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo estructuras con la finalidad de evitar las restricciones que el clima impone al desarrollo de las plantas cultivadas. Así, mediante el empleo de diversas estructuras y técnicas, se reducen al mínimo algunas de las condiciones restrictivas del clima sobre los vegetales. A través de varios años, pero sobre todo en las últimas décadas, se han desarrollado varios tipos de estructuras para la protección de las plantas, que plantean diferentes alternativas para recrear condiciones ambientales óptimas para el desarrollo de los cultivos, de acuerdo a los requerimientos climáticos de

cada especie y de acuerdo a los factores climáticos de cada región (Huerta, 2012).

Las primeras instalaciones comerciales en México se iniciaron en 1990, sin embargo, en la primera década del siglo XXI, creció fuertemente esta industria. El mayor crecimiento se dio durante 2004 y 2005. En los últimos dos años se dio un ligero descenso en la velocidad del incremento de la agricultura protegida. Sin embargo, el incremento de la horticultura protegida en México es muy significativo (Huerta, 2012). Esta industria ha tenido un aumento principalmente en la implementación de casa sombra e invernaderos de baja tecnología, debido a los costos de implementación que conllevan estos sistemas de producción. Un invernadero de baja tecnología tiene un costo de \$70 por m², de media tecnología de \$250 m² y de alta tecnología \$ 1500 m². Si bien la diferencia de inversión es considerable, va de la mano con el rendimiento por unidad de producción (Ordoñez, 2010). En cuanto a los sistemas de producción, también se encuentran algunas diferencias, solo el 1% de la superficie nacional de invernaderos es de vidrio. El 50% son casas sombras y el 48 % son invernaderos de polietileno (Ordoñez, 2010).

Importancia del Pimiento en México

El principal productor de pimiento en el mundo es China con 17,435,376 toneladas, mientras que México ocupa el segundo lugar con 2,737,028 toneladas seguido por Turquía con una producción total de 2,457,822 toneladas (FAOSTAT, 2016).

México ocupa el primer lugar en exportación mundial de pimiento con 949'66 millones de kilos, con un valor de 1.048'71 millones de euros. España es el segundo país en el ranking mundial de la exportación de pimiento, con 733'74 millones de kilos con un valor 990'45 millones de euros. La tercera posición la ha ocupado Holanda (Países Bajos), con un volumen de 393'55 millones de kilos por un valor de 853'44 millones de euros (ONU, 2016). Las exportaciones de pimiento morrón en México fueron dirigidas principalmente a Estados Unidos de América con un total 640,671 toneladas (FAOSTAT, 2010).

El sector de las hortalizas presenta una gran importancia por su contribución en la generación de empleo en el campo. En México, la producción de hortalizas en invernadero se localiza en zonas desérticas y en el centro del país, cultivándose principalmente tomate, pimiento y pepino, donde los productores de pimiento morrón (chile dulce, chile bell, pimentón o bell pepper) están en la competencia internacional (SAGARPA- CONACYT, 2012).

En México, se cultiva una superficie de 2 641.43 ha de pimiento morrón con un rendimiento promedio de 42.08 t ha⁻¹, lo cual representa un valor económico de 519 321.21 millones de pesos (SIAP-SAGARPA, 2015)

El chile se produce en prácticamente todo el territorio nacional y es en México donde se cultiva la mayor variedad de los mismos. Los estados con mayor producción de pimiento morrón son: Baja California, Baja California Sur, Jalisco, Morelos, Sinaloa y Sonora (SIAP, 2010).

La producción de pimiento morrón es un negocio en pleno crecimiento para el mercado internacional y una de las oportunidades de inversión más rentables y de mayor futuro en México, ya que cuenta con los primeros lugares de producción y exportación. El pimiento fresco se encuentra entre las principales hortalizas que más se producen en el mundo, otorgándole al consumidor la oportunidad de adquirirlo durante todo el año. Esto se debe a la aplicación de cultivos protegidos que cada vez más países lo integran a su producción (SAGARPA-CONACYT, 2012).

Buenas Prácticas de Manejo:

Se refiere a las prácticas generales para reducir el riesgo de contaminación física, química o biológica en los alimentos. El término puede incluir tanto las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA's) que se emplean en el cultivo, cosecha, selección, empaque y almacenamiento, así como las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM's) que se realizan en los procesos de selección, empaque, almacenamiento y transporte (SAGARPA, 2005).

Especificaciones de Certificación México Calidad Suprema para Pimiento

Morrón

Un producto de calidad suprema es aquel cuyo consumo no representa un riesgo biológico, químico y físico para la salud humana, animal y vegetal. Estos productos no deberán de causar daños al ambiente general y laboral y deberán

ayudar a preservar los recursos naturales. Adicionalmente, es aquel producto que cuenta con un valor agregado debido al empaque, etiquetado y calidad por atributos como color, sabor, apariencia, textura, madurez etc. (SAGARPA, 2005).

Características Similares de Variedad o Tipo (Uniformidad)

Significa que los pimientos morrones en cualquier lote o muestra son similares en color y forma; por ejemplo, las variedades del tipo blocky (cuadrados) no deben ser mezcladas con las variedades de tipo lamuyo (alargadas). Se pueden mezclar colores diferentes (rainbow) en una misma caja siempre y cuando se haga el señalamiento correspondiente en la etiqueta o empaque del mismo.

Maduro. Significa que el fruto ha alcanzado el estado de desarrollo que le permita resistir las condiciones normales de transporte y manejo.

Flojo. Cuando el pimiento morrón presenta un exceso de flacidez o demasiado blando debido a magulladuras o madurez avanzada.

Firme. Cuando los frutos son compactos al tacto. No deben estar blandos, arrugados o flácidos ni se deben deformar fácilmente al aplicar una ligera presión con la mano.

Limpio. Cuando el pimiento morrón está prácticamente libre de tierra, polvo, hojas, ramas o cualquier otro tipo de materia extraña o producto químico (ejemplo: cobre).

Bien Desarrollado. Significa que los frutos deben presentar las características físicas de tamaño, firmeza y color propias de la especie o variedad a la que corresponden. Pueden estar ligeramente curvados, marcados o deformes. Los pimientos de color, diferentes al verde, deben mostrar al menos un 50% de la superficie del fruto con la coloración típica de la variedad.

Apariencia. La superficie de los frutos debe ser lisa y brillante, con ausencia de defectos tales como grietas, pudriciones y quemaduras de sol. Los frutos deben de estar libres de daños por insectos y daño mecánico o magulladuras.

Daño. Se refiere a cualquier defecto específico descrito en ésta sección, o de la variación de cualquier defecto o combinación de defectos que afecten ligeramente la apariencia y la calidad comercial o de consumo del pimiento morrón.

Daño severo. Cuando el pimiento morrón presenta un defecto o grupo de defectos los cuales disminuyen seriamente su apariencia o calidad comestible.

Daño muy severo. Cuando el pimiento morrón presenta un defecto o grupo de defectos los cuales disminuyen muy seriamente su apariencia o calidad comestible.

Defecto. Es cualquier deterioro que afecte la apariencia o utilidad de la fruta. Puede ser causado por enfermedades, heridas, pudriciones o insectos u otras plagas.

Diámetro. Es la medida de mayor dimensión del fruto tomada en ángulo recto al eje longitudinal.

Longitud. Es la medida más larga del fruto tomada en una línea paralela al eje longitudinal desde la base del pedúnculo.

Materia Extraña. Está constituida por la presencia de cualquier tipo de materia ajena al fruto, como tierra, tallos, ramas, hojas, insectos (adultos, larvas, ninfas y pupas), excrementos de animales, plumas de aves y otras impurezas.

Sanos. Cuando los pimientos morrones están libres de enfermedades, heridas, pudriciones, daño por insectos u otras plagas, libres de insectos vivos o muertos.

Especificaciones Sensoriales del Fruto de Pimiento Morrón

El producto debe cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales para obtener la certificación de México Calidad Suprema (SAGARPA, 2005).

1. Entero y bien desarrollado (maduros).
2. De aspecto fresco y sano.
3. De consistencia firme.

4. De sabor dulce, sin ningún grado de pungencia o picor.
5. Bien formados (blocky o lamuyo) y color (rojo, amarillo, etc.) de acuerdo a la variedad.
6. Limpios; prácticamente exentos de cualquier material extraño visible como tierra, humedad excesiva, etc.
7. Exentos de pudriciones o deterioro.
8. Libres de defectos de origen meteorológico (granizo, quemaduras de sol, daño por frío), mecánico, entomológico (insectos), microbiológico o genético-fisiológico. Se aceptan defectos siempre y cuando sean superficiales y muy leves y no afecten el aspecto general del producto (calidad, conservación y presentación del mismo).
9. Exentos de cualquier olor y/o sabor extraño.
10. Debe excluirse todo el producto que esté afectado.

Necesidades Nutrimientales del Pimiento Morrón.

Una nutrición correcta para una planta de pimiento, significa la entrega de todos los nutrientes esenciales en proporciones balanceadas y en las cantidades adecuadas (Cuadro 1), siguiendo la curva de crecimiento de la planta, de esta manera se consigue optimizar su rendimiento potencial.

La cantidad de nutrientes para llevar a la planta a elevadas producciones constituye un criterio orientativo de las exigencias del cultivo. Sin embargo, diversos factores afectan directamente en la demanda de nutrientes y en el ritmo de absorción, entre los cuales están las condiciones climáticas de cultivo (campo

abierto o invernadero), material vegetal, calidad del agua de riego y técnica de cultivo, entre otros (Rincon, 2003).

Autor y condiciones de cultivo	Variedad	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		kg nutriente/ton fruto fresco				
Anstett et al (1965) - Aire Libre	Doux des Landes	3,7	1,0	5,0	3,0	0,6
Rodriguez et al (1989) - Aire Libre	Bola y negral	3,3	0,9	5,8		
	Belrubi y Datler	2,3	0,7	4,5		
Martínez et al (1989) - Aire Libre	Morrón de Conserva	2,3	0,8	3,6		
Graifenberg et al (1985) - Invernadero	Yolo Wonder	4,1	0,5	5,1	3,8	0,5
	Heldor	5,3	0,7	6,7	4,8	0,6
Rincón et al (1993) - Invernadero	Lamuyo	2,9	0,8	4,6	1,7	1,1
Voogt (2003) - Invernadero, lana de roca 100% recirculación, 250 ton/ha/año		3,4	1,9	6,1		
Heuberger (1998) - Invernadero, fibra de madera		2,5	1,0	3,6	2,8	0,5
Promedio		3,31	0,92	4,99	3,21	0,65

Cuadro 1. Demanda nutritiva de la planta para producir 1 tonelada de fruto fresco para diferentes variedades.

La Figura 1 presenta las curvas de absorción de macronutrientes del pimiento de invernadero variedad Lamuyo (Rincón, 2003). Las extracciones totales para una producción de 10 kg/m² ascienden a 325 kg ha⁻¹ de N, 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 520 kg ha⁻¹ de K₂O, 120 kg ha⁻¹ de Ca y 60 kg ha⁻¹ de Mg por 100 toneladas de fruto comercial. De las cantidades totales extraídas, los frutos importan la mayor parte de nitrógeno (64%) y fósforo (77%), siendo las hojas las que acumulan la mayor cantidad de calcio (79%) y magnesio 52%. El potasio es acumulado prácticamente en partes iguales por frutos y resto de órganos vegetativos.

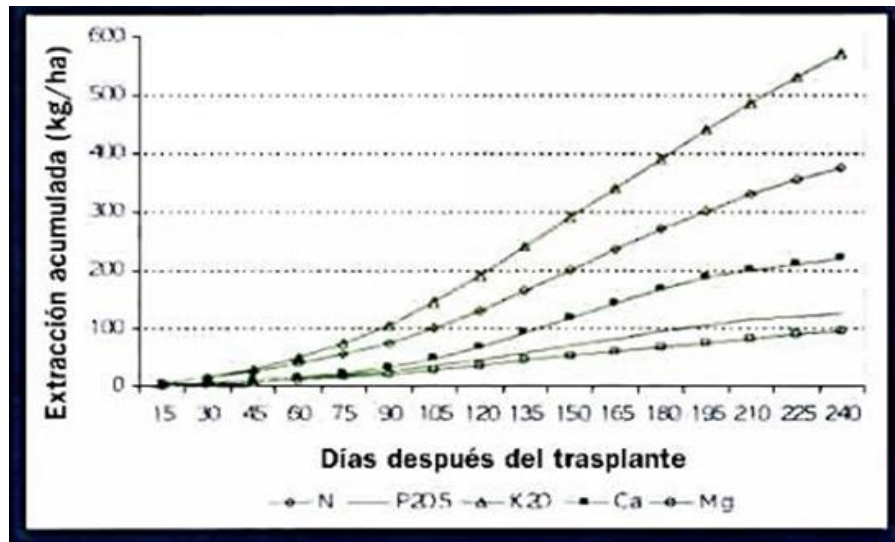


Figura 1. Curva de extracción de macronutrientes de pimiento en invernadero.

Resulta muy conveniente ajustar el pH de toda la aplicación de 5.5 a 6.0, esto permitirá a la raíz mejores condiciones de absorción de nutrientes y aprovechamiento de los elementos (fosforo, hierro, manganeso, etc) que dentro de un pH normal (alcalino) de nuestros suelos no se encuentran disponibles para la planta.

Injerto

El injerto es una técnica de multiplicación no generativa que consiste en obtener una planta nueva a partir de la unión de la parte aérea y la parte radical de plantas diferentes (Gaytán *et al.*, 2013). Es la unión de dos porciones de tejido vegetal viviente para que se desarrolle como una sola planta (Camacho y Fernández, 2000).

Historia y Situación Actual del Injerto en Hortalizas

El uso de injertos en hortalizas inició en Asia en 1920, en Europa en 1947 (Holanda), en España la investigación sobre el uso de injertos en melón y sandía fue iniciada en 1975 pero su uso comercial fue hasta 1980. En México una de las primeras referencias al uso de injertos en hortalizas fue en 2001 en tomate (Gaitán y Mandinaveitia, 2014).

El método tradicional para el control de enfermedades del suelo en hortalizas ha sido la fumigación del suelo con bromuro de metilo, sin embargo, su uso ha sido restringido debido a que daña la capa de ozono; una alternativa es el uso de planta injertada.

En México inicio su difusión a mayor escala por una iniciativa del Gobierno Federal en el 2010, para reducir el uso de bromuro de metilo principalmente, sustancia relacionada con la destrucción de la capa de ozono, ya que la tendencia actual es disminuir el uso de productos químicos agresivos con el ambiente, como el del bromuro de metilo que desde el 2005 está siendo eliminado gradualmente. (Hernández-González *et al.*, 2014)

Se estima que a nivel mundial las principales plantas injertadas son tomate, pimiento, berenjena, melón, sandía y pepino, los cuales se cultivan en sistemas de producción intensivos en los cuales se incrementa año con año las enfermedades del suelo u otro tipo de estrés al que son sometidos (Gaitán y Mandinaveitia, 2010). Japón, Corea y España son los principales productores de

plantas injertadas, con 750, 540 y 154 millones de plantas al año, respectivamente, siendo la sandía y el tomate los principales cultivos injertados (SACSA, 2016).

En México no hay datos oficiales de la cantidad de planta injertada que se utiliza en hortalizas, sin embargo, algunas cifras del uso de injertos en México han sido reportadas por Gaytán (2012). Sin embargo, también menciona la empresa. Grupo SACSA que en México se producen poco más de 60 mil plantas injertadas de tomate, pimiento y sandía en Sinaloa, Sonora, Chihuahua y Coahuila principalmente (SACSA, 2016)

Importancia del Injerto en Hortalizas

En la actualidad no se conocen datos sobre la producción de plantas injertadas de pimiento, pero desde la prohibición del Bromuro de Metilo se han venido realizando diferentes ensayos al respecto. La técnica del uso de injertos en hortalizas ha sido importante para resolver problemas de enfermedades del suelo; ha sido utilizada para minimizar el efecto ambiental a través del incremento del vigor de la planta que le permite mayor tolerancia a altas temperaturas; y condiciones de otro tipo de estrés como salinidad.

Debido a la poca investigación y baja existencia de opciones de portainjertos su uso ha dirigido a la prevención de la “seca” del pimiento, ocasionada por *Phytophthora capsici*, en esta especie. El injerto sobre las líneas

más resistentes confiere poco vigor a la planta. Se utilizan normalmente líneas intermedias en el proceso de introducción del carácter de resistencia en variedades comerciales.

El uso de portainjertos resistentes, en combinación con las prácticas del manejo integrado de plagas, permite reducir el uso de agroquímicos para la desinfección de suelos en cultivos (González *et al.*, 2008). Injertar es hoy en día considerado como una herramienta alternativa rápida, que pretende incrementar la tolerancia a estrés causado por el ambiente a frutas y hortalizas (López, 2016).

Objetivo del Injerto en Hortalizas

Algunos de los principales propósitos del uso de esta práctica en algunas hortalizas son; evitar el daño causado por enfermedades en el suelo como; *Fusarium*, *Fusarium* raza 2, *Verticillium*, *Fusarium radicum*, Nematodos, *Phytophthora*, *Pseudomonas*, tolerancia a temperaturas extremas, mejorar el aprovechamiento de agua y nutrientes, prolongar el periodo de producción o cosecha, aumentar el rendimiento y calidad del fruto (Gaitán y Mandinaveitia, 2014).

Criterios para el Uso de Injertos

Se debe considerar el problema que se quiere resolver, de esto depende: la selección de patrón; selección de la variedad; manejo antes, durante y después de la plantación, el portainjerto debe tener vigor y rusticidad (Miguel 2002); y complementación de la técnica con otras prácticas. Peiró (2004) menciona que

deben ser consideradas las condiciones para plantar dentro del invernadero, cuestiones como textura del suelo, presencia de patógenos, esto para reducir el estrés al que van a ser sometidas las plantas.

Efecto del Injerto Sobre la Absorción de Nutrientos

La selección de un portainjerto eficiente para la extracción de nutrientes es poco frecuente, casi siempre se selecciona con el criterio de resistencia al estrés biótico y abiótico, este último causado por el medio ambiente (Ruiz *et al.*, 1997; Rivero *et al.*, 2003). Sin embargo, el conocer el comportamiento nutricional que tienen las variedades al ser injertados puede ayudar para la elaboración de un programa de fertilización óptimo (Rivero *et al.*, 2003) y también, para mejorar la calidad del fruto, evitar un crecimiento excesivo de la planta (Lee y Oda, 2003) y ser más eficiente en el aporte nutrimental.

Ventajas y Desventajas de los Injertos

Mediante un artículo los especialistas de Grupo SACSA mencionan las principales ventajas y desventajas que tienen los injertos en hortalizas (SACSA, 2016).

Ventajas del injerto

- **Propagación.** Es el único método para conservar características deseables de híbridos sin semillas.

- **Resistencia a plagas y enfermedades del suelo.** Es la ventaja más importante del injerto, pues otorga resistencia frente a bacterias, virus y nemátodos del suelo.
- **Mejoramiento fisiológico.** Vigor radicular otorgado por el portainjerto, así como incremento en calidad, número y tamaño de frutos.
- **Ahorro de espacio.** La densidad por hectárea puede reducirse hasta la mitad, porque el vigor de una planta injertada permite manejarla a dos tallos y reemplaza a cultivos a un tallo, siendo óptimo sobre todo para invernadero.
- **Mejoramiento genético.** El injerto crea una nueva planta siendo una tecnología de mejoramiento más rápida que los métodos convencionales.
- **Incremento de productividad.** Mejora la tolerancia a factores adversos (salinidad, falta o exceso de humedad), propiciando el uso eficiente del agua y nutrientes, así como retraso del envejecimiento celular por el vigor radicular, aceleración de la madurez reproductiva de plántulas, y resistencia a la sequía.

Desventajas del injerto

- **Costos.** Aumenta el costo por usar doble semilla, más espacio en invernadero para doble plántula en trasplante, uso de semilla certificada, mano de obra especializada o capacitación extra, uso de variedades indeterminadas en vez de determinadas, pues se requiere menor tiempo de producción para recuperar la inversión.
- **Incompatibilidad.** Una mala ejecución del injerto puede afectar al desarrollo de la planta, presentándose trastornos fisiológicos

Tipos de Injerto en Pimiento

El injerto en pimiento sólo se puede realizar sobre plantas de su misma especie o género *Capsicum*. En la actualidad se le aplican dos tipos de injertos, de empalme y de púa, aunque es el de empalme es el más utilizado. Las operaciones de injerto son para cada uno de dichos injertos las siguientes:

Injerto de púa: Injertar cuando aparece la primera hoja verdadera en el injerto. Cortar el tallo de la variedad 1.5 cm por debajo de los cotiledones y hacer un bisel de 0.6-1.0 cm en su extremo. Eliminar el brote del portainjertos y hacer una hendidura entre los cotiledones, hasta el centro del tallo y hacia abajo, de 1 a 1.5 cm de longitud. Insertar la púa en la hendidura y ligar con pinza o cinta. Regar la maceta (sin mojar el injerto) y colocarla en ambiente cálido (23 a 25° C) y húmedo y sombrear ligeramente. A partir del cuarto día retirar el sombreado paulatinamente y a la semana retirarlo completamente y comenzar a ventilar.

Injerto de empalme: Es uno de los métodos más utilizados, sin embargo, se requiere un calendario muy estricto de siembras de patrones y variedades. En general el proceso es el siguiente: Se injerta cuando el patrón y la variedad tengan de 1.2 a 2.5 mm, preferiblemente 1.5 mm de diámetro en el tallo. Durante la operación es conveniente humidificar el ambiente. Corte el patrón en bisel por debajo de los cotiledones o por encima de ellos. Corte la variedad en bisel de igual ángulo y al nivel que tenga el mismo diámetro que el patrón en el punto corte. Cortar la variedad por debajo o por encima de cotiledones. Insertar en la pinza, de manera que se ponga en contacto las dos zonas de corte.

Características que Debe de Reunir un Portainjerto

Los patrones o porta injertos son las plantas cuyo sistema radicular sirve de soporte a la variedad a cultivar, evitando su contacto con el suelo. El portainjerto debe reunir las siguientes cualidades (Corral, G., & Antonio, J., 2013):

- Tiene que ser resistente a la enfermedad limitante del cultivo.
- Resistencia o tolerancia a otros patógenos del suelo que puedan dañar la planta y reducir su producción de forma significativa.
- Poseer vigor y rusticidad. Un patrón vigoroso hace que la planta injertada también lo sea y permite instalar menos plantas por metro cuadrado sin reducir la productividad, reduciendo los costos de plantación notablemente. Si la raíz se desarrolla bien, la planta tolerara mejor las situaciones de estrés, así como temperaturas altas en el suelo.
- Gran afinidad con la variedad a injertar.

- Buenas características para realizar el injerto
- No modifica la calidad externa e interna del fruto, es decir, que no producen sabores extraños ni otras alteraciones.

Instalaciones Necesarias para Realizar Injertos

Para realizar el injerto se requiere la siguiente infraestructura e instalaciones (Gaitán y Mandinaveitia, 2014).

- 1) Cámara de germinación**, para proporcionar las condiciones de temperatura, y humedad para la germinación de las semillas.
- 2) Cámara de cultivo**, en este espacio además del control de temperatura y humedad relativa, se controla la intensidad de luz.
- 3) Taller de injertos**, debe ser un espacio separado de los invernaderos el cual debe ser funcional tanto para los operarios como para la realización del injerto.
- 4) Sala de prendimiento**, pueden ser túneles de plástico que se encuentran dentro de un invernadero para controlar la intensidad de luz y temperatura, en este espacio se colocan las bandejas con las plantas recién injertadas donde se les dará un cuidado para tener el máximo prendimiento.

5) Zona de aclimatación, después de sacar las plantas de la sala de prendimiento, se ponen en el semillero y se continúa con el control de clima hasta antes de la salida de la planta al campo.

Proceso de Unión del Injerto

El desarrollo de un injerto compatible comprende tres procesos: cohesión del portainjerto y la variedad, proliferación del callo en la unión, diferenciación vascular entre ambas partes (Miguel y Cebolla, 2005).

A la hora de realizar un injerto es muy importante que el cambium de ambas plantas entre en contacto, de esta manera se unirán correctamente los haces vasculares. Una vez unidos estos tejidos se entrelazan formando el tejido del callo. A partir de este callo se origina un nuevo sistema vascular común a ambas plantas, aunque compartan ya un sistema vascular común, no hay que olvidar que cada parte de la nueva planta conserva intacto su material genético.

Técnicas de Injerto y Superficie de Contacto

Miguel *et al.* (2007) Mencionan que un contacto eficaz depende de la uniformidad en el diámetro del tallo entre el portainjerto y la variedad. A mayor superficie de contacto entre el patrón e injerto más facilidad de ensamblaje y una reducida superficie de contacto puede producir el colapso en la planta injertada, aunque la cicatrización haya sido buena, debido a la falta de movilidad de agua, produciendo el colapso de la planta (Miguel y Cebolla, 2005).

Compatibilidad e Incompatibilidad Entre Porainjerto-Injerto

Para que un injerto tenga éxito es necesario que los dos materiales vegetales a injertar sean compatibles. La compatibilidad en este contexto se entiende como la capacidad que presentan dos plantas para dar como resultado al ser injertadas entre sí una planta compuesta que pueda desarrollarse con normalidad como un solo individuo, manteniendo para ello una unión eficaz entre ambas partes.

Existen dos tipos de incompatibilidad; la localizada, que es cuando la unión es mecánica y débil, lo que provoca interrupción en la continuidad de tejidos vasculares, y la traslocada, que ocurre cuando hay degeneración del floema y dificultades en el movimiento de los carbohidratos (acumulación arriba y reducción abajo) (Miguel, 1997). En ambos casos y con el paso del tiempo se van observando en la planta una serie de síntomas relacionados con el desplazamiento anormal de carbohidratos por el organismo. Los síntomas de incompatibilidad son en general un crecimiento anormal de la parte aérea y un agotamiento de las raíces, los principales síntomas visibles que pueden ayudar a la detección del problema son:

- Diferencias marcadas en la tasa de crecimiento entre patrón y variedad.
- Desarrollo excesivo de la unión (miriñaque), por encima o por debajo de ella.
- Amarillamiento, enrollamiento y falta de crecimiento del follaje.

- Ruptura por la unión del injerto.
- Alto porcentaje de fallo de injerto.
- Muerte prematura de plantas

Factores que Influyen en la Unión de Injerto

Para que la unión del injerto se lleve a cabo sin dificultad y con éxito, se deben de tener en cuenta varios factores, entre los cuales están:

Temperatura

Tiene efecto en la formación del tejido del tallo, influye poderosamente sobre la división celular, así como en la diferenciación de nuevos haces vasculares, requiere una determinada temperatura que oscila entre los 15 a 30°C, siendo la óptima entre 22 y 25° C, la temperatura no debe bajar de los 15°C (Terralia, 2009).

Humedad Relativa (HR)

La humedad es importante cuando se está formando el callo para que no se deseque la superficie de los cortes realizados, y la cicatrización sea adecuada, con una HR alta (90 % a 100 %), el callo permanece intacto y capaz de soldar el injerto (Chang-Yung *et al.*, 2003).

Luz

Las plantas absorben radiación en sus células de clorofila de una longitud de onda que va desde 400 a 700 nm y lo usan como energía para la fotosíntesis (para transformar CO₂ en azúcar). Mientras más alta es la cantidad producida de

azúcares, la planta puede soportar mayor carga de fruta, por lo tanto, el rendimiento es mayor.

El pimiento es una planta muy exigente en luminosidad, sobre todo en los primeros estados de reproducción (Prieto *et al*, 2003). La luminosidad incide en el fotoperiodo, es decir, la duración del día tiene influencia sobre la planta, principalmente en la floración y crecimiento. El tiempo de desarrollo de las plantas de pimiento (su precocidad) está mucho más influenciada por la longitud del fotoperiodo que por la intensidad de la luz (Berrios *et al.*, 2007).

Si la intensidad de la radiación solar es demasiado alta, se pueden provocar daños por quemaduras de fruta, golpes de sol y promover una coloración irregular.

En los meses de otoño-invierno cuando la luminosidad es escasa, puede tener efecto negativo en la viabilidad del polen y por tanto una pérdida en la fecundación, también se puede producir caída de flores y alargamiento de entrenudos.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del Experimento

El presente trabajo se llevó a cabo en un invernadero del Departamento de Horticultura, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México, ubicado a $25^{\circ}21'24''$ latitud norte y $101^{\circ}01'05''$ Longitud Oeste (Figura 2).



Figura 2. Ubicación del área experimental

El invernadero es tipo capilla, con sistema de calefacción, pared húmeda, extractores, dentro del cual se mantuvo una temperatura promedio de 24°C y humedad relativa de 75% aproximadamente.

Material Vegetativo

En la presente investigación se utilizaron tres híbridos como injertos y tres portainjertos de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum*):

Híbridos

Dicaprio. Planta, vigorosa que se adapta bien a sistemas de producción de tipo holandés y español, tiene una buena cobertura y su maduración a cosecha es precoz. Puede ser cultivado en invernaderos y malla sombras. Fruta con alto porcentaje de 4 lóbulos de gran uniformidad donde predominan los tamaños XL y L, de paredes gruesas y firmes con alta calidad. Maduración: Precoz. Color: amarillo. Variedad para invernaderos y mallas sombras. Tolerantes al cracking (Enza Zaden, 2017).

Ucumari. Adaptación a los sistemas holandés y español que puede ser cultivado en casa sombra e invernadero. Sus frutos de un color brillante con alto porcentaje de tamaños XL y L, la firmeza de sus paredes le aportan una larga vida de anaquel. Fruta predominante con presencia de 4 lóbulos con alta uniformidad de tamaño grande de color naranja brillante y de muy buena calidad. Paredes son bastante firmes proporcionándole una larga vida de anaquel. Es una planta fuerte, de producción continua. Tiene una maduración rápida y homogénea (Enza Zaden, 2017).

Avante. Presenta frutos de color rojo intenso y buen espesor de pared que lo hacen muy atractivo para exportación. Fruta: Mantiene la forma blocky

durante todo el ciclo, no hace puntas en clima frío (invierno) y sus frutos son de alta calidad con una pared muy fuerte y consistente lo que la convierte en altamente exportable. (Rijk Zwaan).

Portainjertos

Foundation. De vigor medio. Tiene un sistema radicular potente. Confiere a la variedad un porte compacto y un alto poder generativo (Rijk Zwaan).

Yaocali: Induce un mayor vigor, producción y precocidad al cultivo. Gran desarrollo radicular favoreciendo el vigor, la estructura de la planta y la calidad del fruto. Indicado para cultivos donde aparezcan problemas de asfixia radicular, patógenos de suelo y salinidad alta (Enza Zaden, 2017).

UAAAN-3: Híbrido no comercial resultado de la cruce de pimiento morrón vs Chile jalapeño.

Diseño de Tratamientos

Se utilizaron tres híbridos comerciales como injertos (3) y tres portainjertos y un testigo sin portainjertos (4), dando lugar a un factorial 3 x 4, originando 12 tratamientos que se presentan en el Cuadro 2. Los cuales fueron establecidos bajo un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones.

Cuadro 2. Tratamientos resultantes de un factorial 3 x 4, en el cultivo de pimiento morrón con portainjertos.

	Tratamiento	Hibrido	Portainjerto
1	AVA	Avante	Sin Portainjerto
2	A-F	Avante	Foundation
3	A-UA	Avante	UAAAN-3
4	A-Y	Avante	Yaocali
5	UCU	Ucumari	Sin Portainjerto
6	U-F	Ucumari	Foundation
7	U-UA	Ucumari	UAAAN-3
8	U-Y	Ucumari	Yaocali
9	DIC	Dicaprio	Sin Portainjerto
10	D-F	Dicaprio	Foundation
11	D-UA	Dicaprio	UAAAN-3
12	D-Y	Dicaprio	Yaocali

Siembra de Material Vegetativo

La siembra del material vegetativo se realizó en charolas de 200 cavidades, usando como sustrato peat moss mezclado con perlita (relación 1:2). La siembra se realizó el 14 de marzo de 2017, se sembraron los híbridos usadas como injertos; Dicaprio, Ucumari (Enza Zaden), Avante (Rijk Zwaan). Los portainjertos; Foundation (Rijk Zwaan), Yaocali (Enza Zaden), UAAAN-3. La germinación tuvo lugar el día 21 de marzo de 2017, 7 días después de la siembra.

Riego

Durante la germinación los riegos fueron diarios y de forma manual, aplicando 2 riegos por día, el primero con solución nutritiva y un segundo riego para lavar sales. Se colocó sistema de riego por goteo para el fertirriego con una solución nutritiva estándar Steiner, (1960). Ésta modificándose a lo largo del desarrollo del cultivo. Después del trasplante los riegos fueron diariamente con agua natural y fertilización, durante la primera etapa del cultivo los riegos fueron dos veces al día durante 15 minutos, después se elevó a 20 minutos dos veces al día, en la mañana y por la tarde, para aportar los requerimientos del cultivo.

NO_3^-	H_2PO_4^-	SO_4^{--}	Ca^{++}	K^+	Mg^{++}
12	1	7	9	7	4

Cuadro 3. Concentración de solución nutritiva en meq L⁻¹.

Realización del Injerto

El método que se utilizó para la práctica del injerto fue el de hendidura. El injerto se realizó a los 33 días después de la germinación del material vegetativo (Figura 3), el día de 23 de abril de 2017, cuando las plántulas presentaron mayor sincronía en los tallos, se injertaron las la plántulas de las tres variedades (Dicaprio, Ucumari, Avante) utilizando como patrones o porta injertos (Foundation, Yaucali, UAAA-3).



Figura 3. Realización del injerto.

Manejo Agronómico del Cultivo

El manejo post-injerto, es una etapa crítica, para lo cual se estableció una cámara hermética (Figura 4) donde se mantuvo alta humedad relativa arriba del 80%, y se redujo la intensidad lumínica con una cubierta plástica de color negro para favorecer la cicatrización de la herida realizada al hacer el injerto. Se colocaron en una cámara de prendimiento el cual ofreció las condiciones ideales para la cicatrización de las heridas, la fase de prendimiento y aclimatación se alcanzó en un periodo de 22 días, y desde el momento de la germinación al momento de trasplante, transcurrió un periodo de 55 días.



Figura 4. Cámara hermética donde se mantuvo alta humedad relativa y se reducir la intensidad lumínica.

Trasplante

El trasplante se realizó el 15 de mayo de 2017, cuando se observó que la herida ya estaba cicatrizada. El trasplante se realizó sobre camas con acolchado plástico negro, a doble hilera, con una distancia entre plantas de 35 cm, obteniendo así una densidad de plantación de 3.6 plantas m^{-2} (Figura 5). La distancia entre camas fue de 90 cm.



Figura 5. Trasplante del material vegetativo en camas con acolchado plástico.

Poda de Formación

Con la poda se delimito el número de tallos con los que se desarrollará la planta, así como la eliminación de frutos en la primera bifurcación, el manejo de la planta fue a dos tallos por planta.

Deshojado

Se eliminaron tanto hojas que se están secando como hojas enfermas, con el objetivo de mantener la sanidad de la planta y facilitar aeración. También se realizó una limpieza de hojas y brotes que salen por debajo de la bifurcación “Y” principal. La poda de yemas de la planta fue a tres hojas, esto debido a la gran cantidad de luz que se presentó dentro del invernadero.



Figura 6. Deshojado, eliminación de hojas y brotes por debajo de la bifurcación principal.

Tutorado

Es una práctica imprescindible para mantener erguida la planta, ya que los tallos de pimiento se parten con mucha facilidad. El tipo de tutorado utilizado fue el holandés, en el cual se dirigieron las plantas a dos tallos.



Figura 7. Tutorado.

Destallado

A lo largo del ciclo se fueron eliminando los tallos interiores, para favorecer el paso de la luz, la ventilación de la planta, así como el desarrollo de los tallos seleccionados en la poda de formación, podando las bifurcaciones a tres hojas.

Variables Estudiadas

Para la medición de las variables fue de la siguiente forma: peso promedio de fruto (PPF) se utilizó una báscula electrónica, sólidos solubles totales (SST) se midieron con refractómetro digital. La firmeza de fruto (FF) se determinó con un penetrómetro digital, altura de la planta con un flexómetro y para medir el grosor del mesocarpio de fruto (GMF) se utilizó un vernier digital.

Rendimiento total de fruto, peso promedio de frutos, numero de frutos por planta (NFPP), Solidos solubles totales (°Brix), grosor de mesocarpio de fruto, firmeza de fruto, Vitamina C, Clasificación de frutos de acuerdo a su tamaño: Extra grandes (XL), Grandes (L), Medianos (M) y Chicos (S) y altura de la planta.

Rendimiento Total de Fruto

El primer corte de fruto se realizó el 19 de agosto de 2017, 96 días después del trasplante y hasta el corte 10, realizado el día 17 de diciembre de 2017. Los frutos fueron colocados en cajas plásticas y transportados al área de Laboratorio del Departamento de Horticultura, en donde se determinó el peso de cada fruto, el número de frutos cosechados y posteriormente el peso total por tratamiento. El punto de corte fue determinado por el tamaño de los frutos y su firmeza al tacto y su color con un 75% de coloración, esto por las especificaciones de calidad suprema, ya que esto favorece a los mercados de exportación para su mejor presentación y vida de anaquel.

Peso promedio de Fruto PPF). Se obtuvo utilizando una báscula electrónica marca NOVAL modelo EK5055 donde se pesó cada fruto de cada tratamiento individualmente.



Figura 8. Peso de frutos

Numero de Frutos por planta (NFPP). Se cuantificó después de cosechar los frutos en cada corte, determinando el número de frutos cortados en 9 plantas.

Medición de Parámetros de Calidad de Fruto

Para este propósito se realizó un muestreo al azar en cada corte obteniendo 5 frutos por repetición, es decir se evaluaron 15 frutos de cada tratamiento, se determinó tomar este número de frutos debido a la cantidad de tratamientos que se evaluaron, además de que las características del fruto en cada variedad no presentaban variaciones considerables a simple vista. Los frutos fueron seleccionados una vez que fueron pesados y cuantificados esto con el objetivo de no afectar la cuantificación del rendimiento.

Solidos solubles totales (SST). Se cuantifico por el método 932.12 de A.O.A.C (1990) haciendo uso de un refractómetro digital HI 96801 marca HANNA, la cual consistió en colocar una gota de jugo extraído del fruto sobre el sensor óptico del refractómetro expresándose en ° Brix.

Firmeza de fruto (FF). Para su cuantificación se realizaron perforaciones a cada una de las caras de los frutos, utilizando un penetrómetro digital marca Wagner F-10 modelo FHT200, con una fuerza de 500 gr con puntilla de 2.5 mm de diámetro, para esto se retiró la cutícula de cada fruto en la parte del ecuador del fruto, se introdujo la puntilla de un solo impulso.



Figura 9 Determinación de la firmeza fruto.

Vitamina C. Para cuantificar Vitamina C. se empleó el método de titulación visual del 2-6 diclofenol indofenol de A.O.A.C (1980). El procedimiento fue el siguiente;

1. Se pesaron 20 gr de la muestra y se colocaron en un mortero.
2. Se agregaron 10 ml de HCl al 2% y se trituro cuidadosamente.
3. Se agregaron 100 ml de agua destilada y mezcló perfectamente para homogenizar.
4. Se filtró el contenido del mortero a través de una gaza, recibir el extracto en un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se midió el volumen exacto.
5. Se tomó una alícuota de 10 ml y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 125 ml.
6. Se llenó la bureta con el reactivo Thielman.
7. Se tituló la alícuota hasta la aparición de un color rosa que no desaparezca durante 30 segundos, y se anota el volumen gastado del reactivo Thielman.

8. Para realizar el cálculo de vitamina C presente en la muestra se empleó la siguiente formula.

$$\text{Vit. C} = \frac{\text{ml gastados del reactivo thielman} \times 0.088 \times VT \times 100}{VA \times P}$$
$$= \text{Mg}/100\text{gr}$$

Dónde:

- 0.088= miligramos de ácido ascórbico equivalentes a ml de Reactivo Thielman.
- VT= volumen total del filtrado de vitamina C en HCl
- VA= Volumen en ml de la alícuota valorada,
- P= Peso de la muestra en gramos



Figura 10. Determinación de vitamina C.

Grosor del mesocarpio de fruto (GMF). Se determinó haciendo un corte y tomando una muestra del fruto y se midió con un vernier digital.

Clasificación de Acuerdo al Tamaño de Fruto. La clasificación de frutos por tamaño se realizó de acuerdo a México Calidad Suprema (SAGARPA, 2005), considerando el número de frutos que debe contener una caja de cartón de 25 libras (11,325 gr).

Cuadro 4. Clasificación de frutos por tamaños de pimiento Morrón. (SAGARPA 2005)

Tamaño	Numero de frutos/cajas de 25 lb	Rango de peso de frutos (gr)
Chico (S)	75 a 85	133 a 151
Mediano (M)	65 a 74	152 a 175
Grande (L)	60 a 65	176 a 188
Extra grande(XL)	54 a 60	189 a 210

Altura de la planta (ADP). Para la medición de este parámetro se utilizó un flexómetro con una longitud de 3 metros.

Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar, con tres bloques, es decir, tres repeticiones para cada tratamiento, los tratamientos obtenidos fueron resultado de un diseño factorial (4) (3), se evaluaron 9 tratamientos injertados y 3 sin injerto, obteniendo un total de 12 tratamientos, los cuales fueron establecidos en 4 surcos (camas), en donde cada cama corresponde a 28.35 m lineales de cama, se consideró como bloque a un conjunto de cuatro camas con

los 12 tratamientos, la unidad experimental estuvo conformada por 9 plantas de las cuales se evaluaron 7 plantas evitando el efecto orilla.

Análisis Estadístico

A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, $p \leq 0.05$), para evaluar el comportamiento de rendimiento y calidad de los frutos considerando el NFPP, PPF, GMF, FF, vitamina C, °Brix, clasificación de frutos por tamaños; XI, L, M, S, y altura de la planta. Para esto se empleó el paquete estadístico software SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0. Obteniéndose así mismo comparaciones graficas que ilustraron las respuestas de las variables agronómicas a los tratamientos probados, para esto se empleó el software (SigmaPlot) versión 12.5.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 5 se observan los cuadrados medios de seis variables estudiadas, en los cuales se muestran diferencias significativas ($p \leq 0.01$) entre portainjertos, injertos y en la interacción portainjerto*injerto. El cuadro 5 muestra que hubo diferencias significativas entre portainjertos en los tamaños de fruto XL, L, S y en PPF. También el injerto influyó significativamente ($p \leq 0.01$) sobre las variables XL, L y PPF. La interacción P x I muestra que hay injertos que tienen un mejor comportamiento con determinados portainjertos, al menos en la variable XL.

Cuadro 5. Cuadrados medios del efecto de portainjertos e híbridos sobre las variables comerciales (XL, L, M, S), NFPP y PPF.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		XL	L	M	S	NFPP	PPF
Portainjerto (P)	3	8.37**	439.43*	95.21NS	586.1*	321.7NS	1179.9**
Injertos (I)	2	75.44**	1121.19**	49NS	450.36 NS	838.69NS	1123.71**
P * I	6	12.14**	191.82NS	169.18NS	48.87NS	238.95NS	123.04NS
Bloque	2	3.86*	112.02NS	361.58*	1019.36**	1462.52*	1212.79**
Error	22	0.89	111.93	102.03	170.3	396.13	168.43
C.V	%	19.76	24.68	22.32	33.62	15.16	6.52

Niveles de significancia representados por: ** Diferencia altamente significativo ($p \leq 0.01$), *significativo ($p \leq 0.005$), NS (No Significativo), C. V= coeficiente de variación.

Clasificación por Tamaño de Fruto

El Cuadro 6 muestra que el porainjerto Yaocali fue el que indujo la mayor cantidad de frutos XL y PPF, superando significativamente ($P \leq 0.05$) al portainjerto UAAAN-3 y Foundation, igualmente en el tamaño L, aunque en éste caso supero al resto de los portainjertos utilizados en ésta investigación, los cuales fueron estadísticamente iguales. En el número de frutos de los tamaños M y en el NFPP no se encontraron diferencias significativas entre portainjertos. En el número de frutos de tamaño S (chico) el portainjerto UAAAN-3 fue estadísticamente superior que Yaocali. Lo cual indica que entre portainjertos existe la capacidad de inducir la producción de frutos de calibre grande.

Cuadro 6 Comportamiento medio de los portainjertos en relación al tamaño de fruto, Y variables e importancia económica en el cultivo de pimiento.

Portainjertos	XL	L	M	S	NFPP	PPF
Sin	4.88 ab	41.33 b	43.88 a	32.77 ab	123.00 a	199.013 ab
Foundation	4.55 b	39.22 b	47.33 a	40.22 ab	131.33 a	191.68 b
UAAAN-3	3.66 b	37.77 b	48.44 a	49.67 a	137.11 a	189.67 b
Yaocali	6.0 a	53.11 a	31.33 a	32.55 b	133.44 a	214.90 a

Media con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes Tukey ($P \leq 0.05$).
NFPP: Numero de frutos por parcela, PPF; peso promedio por planta.

Al comparar el efecto de los injertos con diferentes portainjertos, se encontró que el tamaño de fruto y variables de importancia económica del cultivo de pimiento (Cuadro 7) se encontraron diferencias significativas entre estos, donde

el híbrido Dicaprio fue el que tuvo la mayor cantidad de frutos XL y L superando estadísticamente al resto de los híbridos, en los tamaños M y S todas los híbridos fueron estadísticamente iguales, lo mismo ocurrió en el NFPP, en el peso promedio de fruto (PPF) el híbrido Dicaprio presentó el valor medio más alto. Lo antes señalado indica que dentro de los híbridos estudiados también hay una capacidad diferente de producir frutos de tamaños grandes.

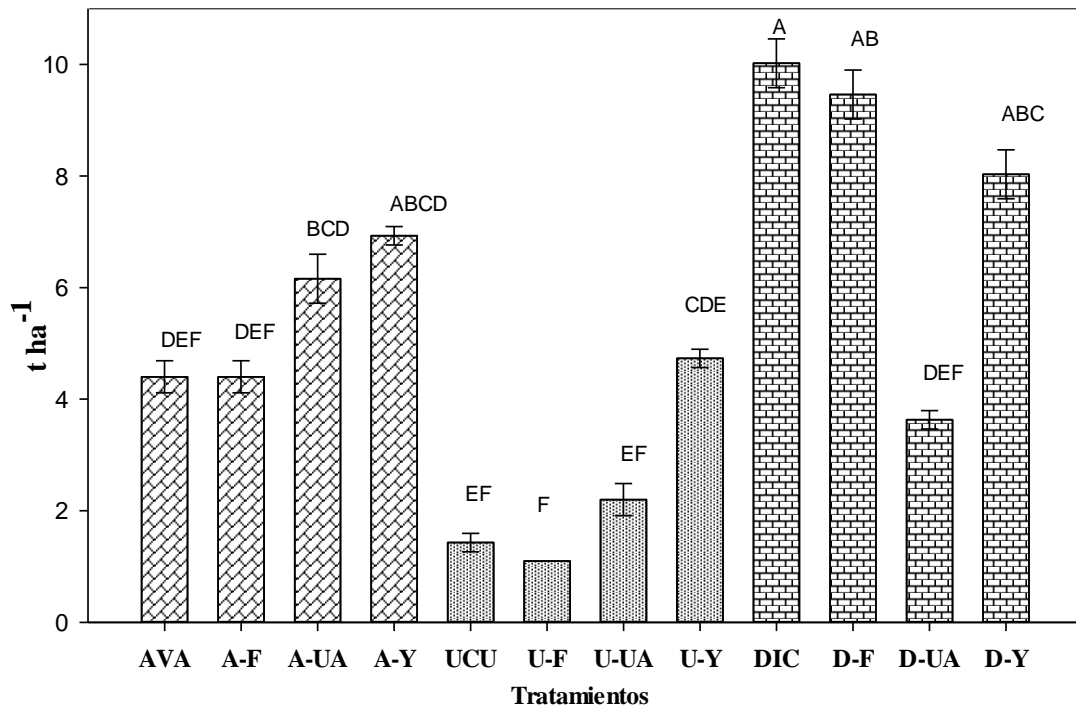
Cuadro 7 Comportamiento medio de los injertos en relación al tamaño de fruto, y variables e importancia económica en el cultivo de pimiento.

Injertos	XL	L	M	S	NFPP	PPF
Avante	5.00 b	41.33 b	44.19 a	38.67 a	128.58 a	204.14 a
Ucumari	2.16 c	33.70 b	43.41 a	45.00 a	124.50 a	187.65 b
Dicaprio	7.16 a	53.00 a	47.41 a	32.75 a	140.58 a	204.66 a

Media con letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes Tukey ($P \leq 0.05$).
 NFPP: Numero de frutos por planta, PPF; peso promedio por planta.

En la Figura 11 es posible observar el comportamiento de cada uno de los injertos estudiados sobre cada uno de los portainjertos, donde se observa que los portainjertos Foundation, UAAN-E, Yaocali tuvieron diferente comportamiento con los injertos estudiados, sin embargo en el caso del injerto Dicaprio tiene mejor comportamiento cuando no se utiliza portainjerto, esto indica que de alguna forma debe de tener algún grado de incompatibilidad con los portainjertos estudiados,

de tal manera que se limitó la entrada de agua a la planta o bien sales minerales, por lo tanto se recomienda utilizar éste híbrido sin portainjertos, al menos no utilizarlo con los portainjertos considerados en ésta investigación.



Las líneas verticales en cada barra corresponden a la desviación estándar. Promedios con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 11 Interacción detectada entre portainjerto*hibrido*Frutos XL. Expresados en (t hec-1).

En el cuadro 8 se observan los cuadrados medios observados en los análisis de varianza aplicados a seis variables de importancia económica en el cultivo de pimiento. Donde se observan que hubo diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre los híbridos utilizados como injertos en las variables Rendimiento, SST del fruto, Grosor del mesocarpio, firmeza del fruto y altura de planta.

Mientras que en el caso de los portainjertos no influyeron en las variables antes indicadas solo se observaron diferencias en la altura de planta. Por lo tanto se podría indicar que los portainjertos no indujeron mayor vigor. En el caso de la interacción portainjertos x injertos solo se observaron diferencias significativas en el contenido de vitamina C.

cuadro 8 Cuadrados medios del efecto de portainjertos e híbridos sobre las variables rendimiento, Vitamina C, °Brix (SST), grosor del mesocarpio, fineza del fruto y altura de la planta.

Fuente de variación.	Grados de libertad	Cuadrados medios					
		Rendimiento	Vit.C	SST	GMF	FF	ADP
Portainjerto (P)	3	32.28NS	52.69NS	0.23NS	0.1NS	0.042NS	0.052*
Injerto (I)	2	93.79**	734.86NS	13.11**	2.19**	4.52**	0.076**
P * I	6	9.06NS	858.2*	0.31NS	0.14NS	0.21NS	0.006NS
Bloque	2	8.49NS	1093.67*	0.0091NS	2.23NS	0.33NS	0.25NS
Error	22	15.31	252.8	0.37	1.36	0.15	0.012
C.V	%	15.04	12.78	9.18	5.31	5.43	9.34

Niveles de significancia representados por: ** Diferencia altamente significativo ($p \leq 0.01$), *significativo ($p \leq 0.005$), NS (No Significativo), C. V= coeficiente de variación.

Al comparar el efecto de los portainjertos estudiados sobre las variables antes estudiadas (Cuadro 9), no se encontraron diferencias significativas en el rendimiento, vitamina C, sólidos solubles totales (SST) y Firmeza, sin embargo solo se observaron diferencias significativas en la altura de la planta, donde el

portainjerto Yaocali indujo la mayor altura de planta superando significativamente la media de los híbridos sin portainjertos y al portainjertos Foundation. Lo observado indica que los portainjertos utilizados no indujeron mayor rendimiento de fruto, mayor vitamina C, mejor sabor de fruto o mayor grosor de mesocarpio o firmeza de fruto, por lo tanto aunque los portainjertos presentan tolerancia a factores del suelo, si el factor estresante no se presenta el uso de portainjertos no se justifica.

Cuadro 9 Comportamiento medio de los portainjertos en relación al

Rendimiento, vitamina C, SST, GMF, FF y Altura de la planta en el cultivo de pimiento.

Portainjertos	Rendimiento	Vit C	SST	GMF	FF	ADP
Sin	24.36 a	121.22 a	6.66 a	6.85 a	7.22 a	1.14 b
Foundation	25.05 a	124.41 a	6.50 a	7.36 a	7.33 a	1.19 b
Uaaan-3	25.91 a	127.10 a	6.70 a	6.87 a	7.38 a	1.21 ab
Yaocali	28.28 a	124.81 a	6.89 a	7.06 a	7.34 a	1.32 a

Media con letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes Tukey ($P \leq 0.05$).

El cuadro 10 muestra el comportamiento medio de los injertos (híbridos) utilizados en esta investigación, en el cual se puede observar que no hay diferencias significativas entre los híbridos en Vitamina C y Firmeza. El rendimiento y la altura de la planta presentan el mismo comportamiento en el cual el híbrido Dicaprio obtuvo la media más alta superando a Ucumari, éste híbrido también supero de forma significativa a Ucumari en ADP, aunque el rendimiento es el principal parámetro agronómico que indica la productividad en los cultivos

(Schroeder et al., 1997), por lo tanto el mejor híbrido es el Dicaprio, aunque es el que tiene menor cantidad de sólidos solubles totales y menor firmeza de fruto, en esta última característica el híbrido Avante fue significativamente superior a los otros híbridos estudiados y ésta característica es importante porque está estrechamente relacionada con la vida de anaquel, entonces considerando rendimiento y firmeza de fruto el híbrido Dicaprio es una muy buena opción de producción, pero definitivamente la opción menos viable es del híbrido Ucumari.

Cuadro 10 Comportamiento medio de los Injertos (híbridos) en relación al

Rendimiento, vitamina C, SST, Grosor, Firmeza y Altura de la planta en el cultivo de pimiento.

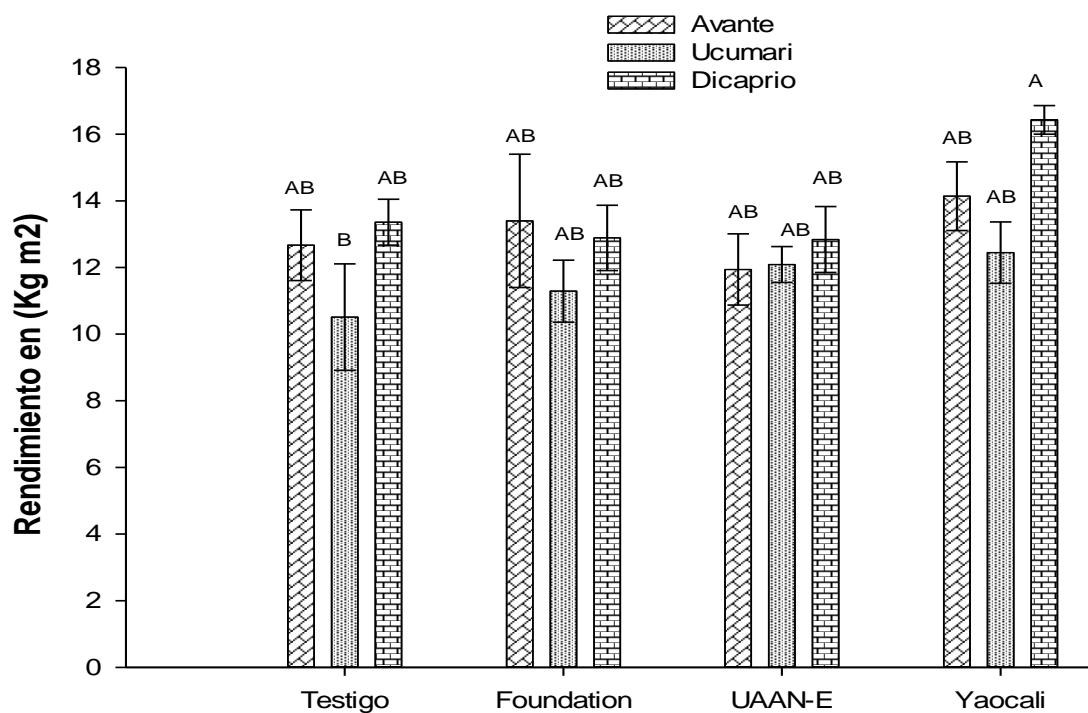
Injerto	Rendimiento	Vit C	SST	GMF	FF	ADP
Avante	26.08 ab	132.47 a	6.99 a	7.44 a	7.99 a	1.23 ab
Ucumari	23.17 b	123.85 a	7.45 a	6.64 b	7.16 b	1.13 b
Dicaprio	28.75 a	116.84 a	5.52 b	6.78 b	6.78 b	1.28 a

Media con letras iguales en la misma columna no son estadísticamente diferentes Tukey ($P \leq 0.05$).

La Figura 12 muestra la falta de interacción de Portainjertos x Injertos, pero si se observa la mayor respuesta entre los híbridos utilizados como injertos, donde el híbrido Dicaprio fue el que presento el mayor rendimiento de fruto. Este mayor rendimiento de fruto puede ser debido a que genéticamente tiene un mayor potencial de rendimiento ya que fue el que produjo los frutos de mayor tamaño y con alta carga de fruto. El potencial genético mencionado puede expresarse con mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrimentos por la raíz, probablemente

debido a una abundante raíz o alguna otra adaptación. Estos resultados difieren a los obtenidos por García-Bañuelos et al., (2016) quienes encontraron diferencias significativas en el rendimiento kg ha^{-1} de frutos de pimiento entre los cultivares injertados (Fascinato/Terrano y Janette/Terrano) con respecto a las plantas sin injertar (Fascinato y Terrano).

Se ha demostrado que el injerto mejora el rendimiento del cultivo de cultivares de pimiento. La efectividad del injerto se vio reflejada en el rendimiento ya que los híbridos sin injertar mostraron promedios más bajos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Sánchez et al., (2015) quienes indican que el uso de injertos aumento el rendimiento en la combinación variedad/portainjerto Fascinato/Terrano y Janette/Terrano en un 53% y 49% respectivamente en relación a las mismas variedades sin injertar. Colla et al. (2006) obtuvieron resultados similares en donde reportó mayor producción por planta injertada en el cultivo de pimiento.



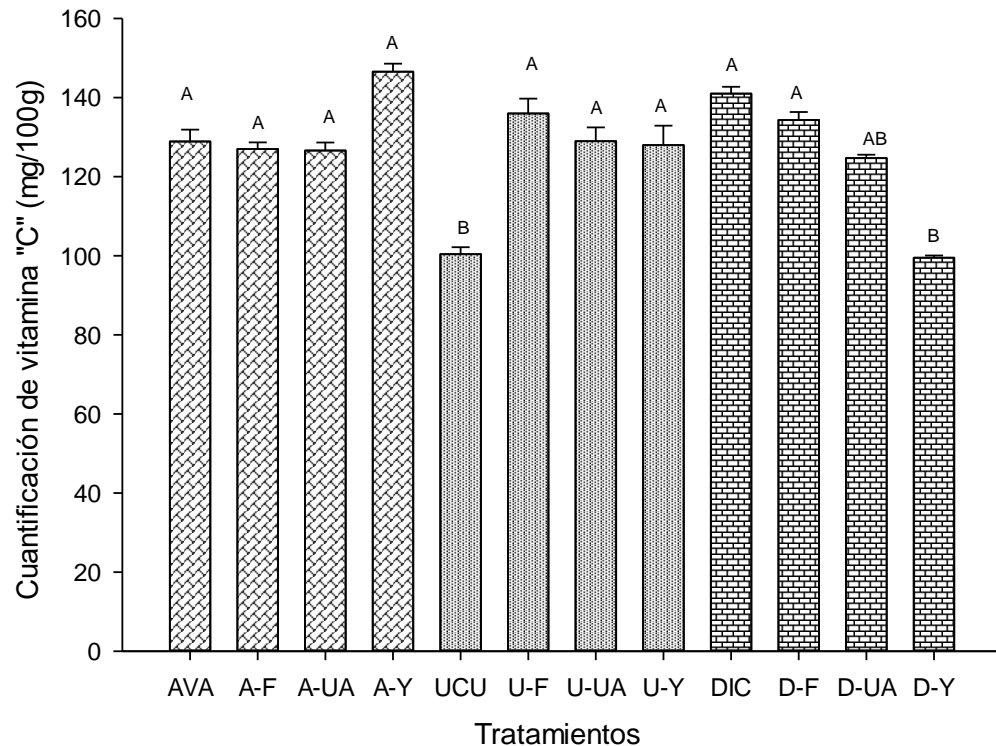
Las líneas verticales en cada barra corresponden a la desviación estándar. Promedios con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 12. Efecto del portainjerto sobre el rendimiento del cultivo de pimiento morrón (Kg m^{-2}).

Vitamina C

La vitamina es otra variable importante ya que afecta al sabor, pero sobretodo contribuye a la salud humana, permitiendo fortalecer el sistema inmunológico. Los resultados obtenidos en la comparación de medias en relación a los portainjertos e injertos y la cuantificación de vitamina C (Figura 13), muestra que la combinación de algunos portainjertos con algunos injertos tuvieron las

mayores cantidades de VitC, solo dos combinaciones tuvieron valores que fueron significativamente inferiores.



Las líneas verticales en cada barra corresponden a la desviación estándar. Promedios con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$).

Figura 13 Efecto del portainjerto en la cuantificación de vitamina C (mg / 100 g de peso fresco) en frutos de pimiento morrón

En el caso del híbrido Avante no se detectaron diferencias estadísticas al ser injertado con los tres portainjertos. Dicaprio, fue afectado de forma negativa, ya que mostro decrementos al ser injertado siendo estadísticamente superior Dicaprio sin injertar con respecto a Dicaprio sobre Yaocali. El híbrido Ucumari si fue afectado de forma positiva ya que se observa diferencias estadísticas cuando injertado sobre los tres portainjertos, Ucumari sobre Foundation fue estadísticamente superior a Ucumari sin injertar. Estos resultados son similares

a los descritos por Proietti et al. (2008) y López-Galarza et al. (2004), quienes reportaron modificaciones positivas (incremento de vitamina C) y negativas (bajo contenido de vitamina C) respectivamente, como resultado de la utilización de injerto en sandía.

V. CONCLUSIONES.

Los resultados indican que el uso de ciertos portainjertos no incrementaron el rendimiento por metro cuadrado, pero algunos portainjertos como Yaocali indujeron la mayor producción de frutos extragrandes y grandes y produjeron pocos frutos de tamaños pequeños, mejorando la calidad de la cosecha.

Algunos de los híbridos como Avante pueden combinar bien con algunos portainjertos y lograr altos rendimientos por efecto del portainjerto. Sin embargo otros híbridos como el Dicaprio no presento buena compatibilidad con los portainjertos utilizados y su rendimiento fue mayor cuando no se usó portainjerto.

Cuando los portainjertos tienen tolerancias a factores adversos del suelo pueden ser una buena alternativa de producción, sin embargo la producción en condiciones no estresantes probablemente el uso de injertos no se justifica.

VI. LITERATURA CITADA.

- A.O.A.C., 1980. Official Methods Of Analysis. Association Of Official Analytical Chemists, Washington, USA.
- A.O.A.C., 1990. Official Methods Of Analysis. Association Of Official Analytical Chemists, Washington, USA.
- Berríos, U. M. E., Arredondo, B. C., & Tjalling, H. H. (2007). Guía de manejo de nutrición vegetal de especialidad pimiento. SQM SA. 103 p.
- Camacho, F. F. y E. J. Fernández. 2000. El injerto de hortalizas en los semilleros de Almería. Terralia. Año IV- No.12. pg. 22-26
- Chang, Y. C., Chiu, Y. C., & Chen, S. (2003). The study of acclimatization environmental condition on grafted seedlings of 'Empire No. 2' watermelon. J. Chin. Soc. Hort. Sci, 49, 275-288
- Colla G, Rouphael Y, Cardarelli M, Temperini O, Rea E, Salerno A, Pierandrei F (2006) Influence of grafting on yield and fruit quality of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown under greenhouse conditions. 359-364
- Corral, G., & Antonio, J. 2013. Influencia del portainjertos en la calidad del pimiento" tipo ramiro" en invernadero.
- D'Arcy, W. (1991). The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. En J. Hawkes, R. Lester, M. Nee, & N. Estrada, Solanaceae III: Taxonomy, Chemistry, Evolution (págs.75-138). Kew: The Royal Botanical Garden
- Enza Zaden (2017). Empresa de Mejora Genética de Hortalizas. Dicaprio: <http://www.enzazaden.com.mx/products-and-services/our-products/Dicaprio> Ucumari <http://www.enzazaden.com.mx/products-and-services/our-products/Ucumari>

- FAOSTAT. (2010). Exportación de pimiento morrón en México <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QV> obtenido el día 28 de enero de 2018
- FAOSTAT. (2016). Top 20 Countries Production of Chiles, pimientos picantes, pimientos (verdes). Recuperado el 06 de junio de 2018 Disponible en http://www.fao.org/faostat/es/#rankings/countries_by_commodity
- García F.A. (2011). Influencia sobre la producción y calidad del fruto de patrones Comerciales de pimiento (*Capsicum annuum* L.)
- García-Bañuelos, M. L., Sánchez-Chávez, E., Gardea-Béjar, A. A., Parra, J. M., Muñoz-Marquez, E., & García Carrillo, M. (2016). Cultivares injertados de pimiento morrón con uso eficiente de nitrógeno para mejorar la producción. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, (17).
- Gaytán Mascorro, A., & Chew Madinaveitia, Y. I. (2014). Injerto en melón y sandía
- Gaytán-Mascorro, A., & Chew-Medinaveitia, M. C. Y. I. (2010). Primer reporte del uso de injertos en melón y sandía a nivel comercial en la región Norte-Centro de México. *Campo Experimental La Laguna*. Centro de Investigación Regional Norte-Centro. inifap-nortecentro.gob.mx/files/noticias/lag0901.pdf.
- Gaytán-Mascorro, A., Chew-Madinaveitia, Y. I., Pérez, T. H., & Robles, M. G. (2012). First Report of *Monosporascus cannonballus* on watermelon in Northern Mexico. *Plant Disease*, 96(7), 1068-1068.
- Gaytán-Mascorro, A., Chew-Madinaveitia, Y. I., Reta-Sánchez, D. G., Espinoza-Arellano, J. D. J., & Juárez, I. R. (2013). Uso de injertos en hortalizas. *Memoria de la XXV Semana Internacional de Agronomía*. Facultad de Agronomía y Zootecnia–Universidad de Juárez del Estado de Durango:(37-52).
- González FM, Hernández A, Casanova A, Depestre T, Gómez L, Rodríguez MG. (2008). El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo.

- Hernández-González, Z., Sahagún-Castellanos, J., Espinosa-Robles, P., Colinas-León, M. T., & Rodríguez-Pérez, J. E. (2014). Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. *Revista fitotecnia mexicana*, 37(1), 41-47.
- Hortoinfo. (2017). Informe Pimiento. Recuperado el día 07 de junio de 2018 Disponible en <http://www.hortoinfo.es/index.php/informes/cultivos/6011-inf-pim-2017>
- Huerta A. (2012). Agricultura protegida, primera parte: <http://www.funprover.org/agroentorno/agosto012pdf/agriculturaprotegida.pdf>
- Lee, J. M. and M. Oda. 2003. Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Hort. Rev.* 28: 61-124
- López Riquelme, G. O. (2003). Chilli. *Especia del nuevo mundo. Ciencias*, (069).
- Lopez-Galarza, S., Bautista, A. S., Perez, D. M., Miguel, A., Baixauli, C., Pascual, B. & Guardiola, J. L. (2004). Effects of grafting and cytokinin-induced fruit setting on colour and sugar-content traits in glasshouse-grown triploid watermelon. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 79(6), 971-976.
- Marín, J. L., Galvez, A., Castillo, I. P., & Martínez, J. B. (2016). Injerto en pimiento (*Capsicum annuum*): Beneficios y rentabilidad de su uso. ITEA, información técnica económica agraria: revista de la Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA), 112(2), 127-146
- Miguel, A. 2002. El injerto como método de prevención de enfermedades de hortalizas. En: Miguel A. (Coord.). *Phytoma 12° Symposium internacional*. Edit. M. V. Phytoma. España. pp. 167-171.
- Miguel, A., & Cebolla, V. (2005). Unión del injerto. *Terralia*, 11(53), 50-60.

- Miguel, A.; De la F Torre; C. Baixauli; J. V. Maroto; C. Jorda; M. López; J. Garcías. 2007. Injerto de Hortalizas.-1ed.España: Editorial Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación pp. 79-81.
- Monge J. E. (2016). Efecto de la poda y la densidad de siembra sobre el rendimiento y calidad del pimiento cuadrado bajo invernadero en Costa Rica. *Tecnológico de Costa Rica*. 29, 125–136
- Nuñez V, Gil R, Costa J. (1996). El cultivo de pimiento, chiles y ajíes. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 607 P
- Ordoñez N. (2010). Agricultura protegida en México disponible en: <https://tecnoagro.com.mx/no-54/agricultura-protegida-en-mexico/>
- Organización De Las Naciones Unidas. ONU (2016). División de estadística de la organización de las naciones unidas, CONTRADE (codigo 070960) pimiento fresco y refrigerado (tariff intedrated of the european communities).
- Peiró, J. L. (2004). El injerto en pimiento una solución limpia para los problemas del suelo. *Horticultura internacional*, (1), 68-71
- Penchaiya, P., Bobelyn, E., Verlinden, B. E., Nicolai, B. M., & Saeys, W. (2009). Non-destructive measurement of firmness and soluble solids content in bell pepper using NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 94(3-4), 267-273.
- Prieto, M., Peñalosa, J., Sarro, M. J., Zornoza, P., & Gárate, A. (2003, December). Growth and nutrient uptake in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) as affected by the growing season. In *Proc Int Fert Soc & Dahlia Greidinger Symposium "Nutrient, Substrate and Water Management in Protected Cropping Systems."* Izmir (pp. 7-10).
- Proietti, S., Roupael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M., Zacchini, M. & Battistelli, A. (2008). Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting

and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 88(6), 1107-1114.

Rincón L (2003). La fertirrigación del tomate y del pimiento grueso. *Vida Rural*. Pg 36–40.

Rivero, M. R., J. M. Ruiz, and L. Romero. 2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food Agric. Environ.* 1: 70-74.

Ruiz, J. M., A. Belakbir, I. López-Cantarero, and L. Romero. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants. A model to evaluate the influence of rootstock genotype. *Sci. Hortic.* 71: 227-234

SACSA, G. (2016). Ventajas y desventajas de los injertos- Grupo SACSA. Recuperado el 12 de febrero de 2018, a partir de <http://www.gruposacsa.com.mx/ventajas-y-desventajas-de-los-injertos/>

SAGARPA. (2005). PC-022-2005 PLIEGO DE CONDICIONES PARA EL USO DE LA MARCA MÉXICO LAIDAD SUPREMA EN PIMIENTO MORRÓN (PP. 1-18) Recuperado el 20 de febrero de 2018, a partir de http://www.mexicocalidadsuprema.org/assets/galeria/PC_022_2005_Pimiento.pdf

SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2012). *Agricultura Protegida*. (<http://www.sagarpa.gob.mx/>

Sánchez Chávez, E., Torres González, A., Flores Córdova, M. A., Preciado Rangel, P., & Márquez Quiroz, C. (2015). Uso de portainjerto sobre el rendimiento, calidad del fruto y resistencia a *Phytophthora capsici* Leonian en pimiento morrón. *Nova scientia*, 7(15), 227-244.

Schroeder, P.; Brown, S.; Mo, J.; Birdsey, R. and Cieszewsky, C. 1997. Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the united stated using inventory data. *Forest Sci.* 43(3):424- 434.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2010). Un panorama del cultivo del chile. <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-nonografia-chile>

SIAP-SAGARPA. 2015. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccionagricola-por-cultivo/>.

Terralia. (2009). Unión de injerto. Recuperado el 21 de febrero de 2018, a partir de https://www.terralia.com/terralias/view_report?magazine_report_id=365