

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
SUBDIRECCIÓN DE POSTGRADO



EFFECTO DE LA RELACION PORTAINJERTO/INJERTO DE (*Capsicum annum*)
SOBRE RENDIMIENTO, Y CALIDAD EN FRUTOS DE PIMIENTO MORRÓN.

Tesis

Que presenta ELISEO CERÓN POLVADERA
Como requisito parcial para obtener el Grado de
MAESTRIA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila

Julio 2018

EFFECTO DE LA RELACIÓN PORTAINJERTO/INJERTO DE (*Capsicum annuum*)
SOBRE RENDIMIENTO Y CALIDAD EN FRUTOS DE PIMIENTO MORRÓN.

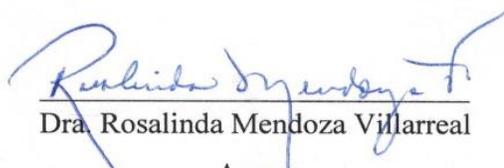
Tesis

Elaborado por ELISEO CERON POLVADERA como requisito parcial para obtener el
grado de MAESTRÍA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA con la supervisión y
aprobación del Comité de Asesoría.



Dr. Valentín Robledo Torres

Asesor Principal



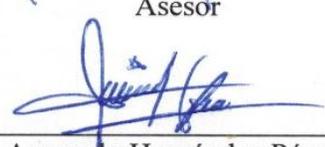
Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Asesor



Dra. Francisca Ramírez Godina

Asesor



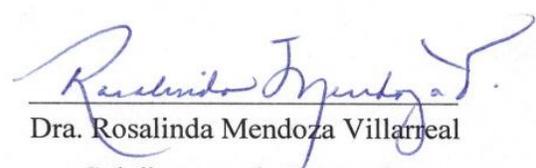
Dr. Armando Hernández Pérez

Asesor



Marcelino Cabrera de la Fuente

Asesor



Dra. Rosalinda Mendoza Villarreal

Subdirectora de Postgrado

Saltillo, Coahuila

Julio 2018

AGRADECIMIENTOS

A DIOS

Mil gracias. Porque sin Tu bendición esto no sería posible, en mis nuevas metas y retos guíame por el camino correcto bendice cada paso que dé y no me abandones. Gracias señor.

MI ALMA MATER

Por brindarme una vez más una oportunidad de crecer y desarrollarme académicamente, sea el lugar que me mis sueños y metas me lleven siempre daré lo mejor de mí para poner muy en alto tu nombre.

Dr. VALENTIN ROBLEDO TORRES. Por sus ideales y su gran espíritu de trabajo que me condujeron a ser una persona más comprometida. Su paciencia y asesoría que favorecieron a la culminación de este gran trabajo.

DR. ARMANDO HERNÁNDEZ PÉREZ. Un agradecimiento por sus grandes consejos, asesoría y respaldo que me brindo así como sus aportes de conocimientos que me favorecieron en la culminación de este gran trabajo.

DRA. FRANCISCA RAMÍREZ GODINA. Por su valioso colaboración en la revisión y asesoría que favorecieron a la culminación de este trabajo.

DRA. ROSALINDA MENDOZA VILLARREAL. Por su asesoría en el desarrollo del experimento.

DR. MARCELINO CABRERA DE LA FUENTE. Por sus consejos y espíritu de trabajo.

A todos mis profesores y compañeros que me brindaron su amistad y a todas a aquellas personas que creyeron en mí, Mil gracias y que dios los bendiga.

DEDICATORIA

A mis padres; EPIFANIO CERON Y APOLONIA POLVADERA. Mis logros y metas son de ustedes, quienes confían en mí y depositan sus esperanzas, sé que el camino al que aspiramos aún es lejano, pero convencido de que el esfuerzo y perseverancia me ayudara visualizarlo día a día. Mil gracias.

A mis abuelas; GUADALUPE DAJUI (+), JUANA DAJUI Y ROSA POLVADERA. A quienes gracias a sus lecciones de vida a mi temprana edad, me mostraron la complejidad de la vida y que me heredaron el espíritu de superación y trabajo.

A mis hermanos: OMAR, GLADYS Y ARIEL. Me llena de alegría ser su hermano mayor y de tenerlos a ustedes, por ayudarme a levantarme cuando caigo y seguir con más esfuerzo y dedicación, anhelo que ustedes forjen sus propias metas consientes que nunca los dejare solos.

A mi novia; Erika Jaqueline Landeros Ureste. Mil gracias por ser una persona hermosa con migo, siempre motivándome a dar lo máximo de mi persona, muestra de eso es la culminación de una reto más, gracias por permitirme conocerte.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	iii
DEDICATORIA	iv
ÍNDICE GENERAL	v
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	2
Objetivos generales.....	4
Objetivos específicos	4
Hipótesis.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA	5
Diversificación de las exportaciones agrícolas de México	5
Perspectivas de competitividad mundial	7
Producción nacional	9
Inocuidad de los frutos.....	9
Protocolo de Montreal	11
Historia e inclusión de los injertos	12
Ventajas de la adopción de los injertos.....	13
Desventajas de la adopción de los injertos.....	15
Tipos de injerto	15
Injerto de aproximación	15
Injerto de Pua o hendidura	16
Injerto lateral	16
Injerto de empalme	16
Equipo e instalaciones de producción	17
Descripción del cultivo	17
Requerimiento de temperatura	17
Requerimientos de luminosidad	18

Podas y aclareo	18
Tutorados	18
Tipo holandés	18
Tipo español	19
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Localización del área de estudio	20
Material vegetal (Híbridos)	20
Material vegetal (Portainjertos)	20
Establecimiento del experimento	20
Evaluación de componentes de rendimiento	21
Clasificación comercial	21
Rendimiento del cultivo	21
Calidad de fruto	22
Vitamina “C”	22
Sólidos solubles (°Brix)	22
Firmeza del fruto	22
Caracterización morfológica	22
Grosor de mesocarpio	22
Altura de la planta	22
Análisis estadístico	22
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
Análisis de varianza	23
Clasificación comercial (XL)	23
Clasificación comercial (L)	25
Clasificación comercial (M)	25
Clasificación comercial (S)	25
Rendimiento (RTO)	28
Peso promedio de frutos (PPF)	29
Diámetro polar (DP)	29
Diámetro ecuatorial (DE)	30
Vitamina C	31

Solidos solubles totales	32
Firmeza de fruto	33
Grosor de mesocarpio	33
Altura de la planta	34
CONCLUSIONES	35
AGRADECIMIENTOS	35
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	36

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de competidores de chiles y pimientos	8
Cuadro 2. Matriz de competidores de chiles y pimientos	8
Cuadro 3. Plan nacional SEMARNAT y ONUDI	12
Cuadro 4. Efectos entre portainjerto e híbrido sobre las variables: clasificación comercial, número de frutos, rendimiento ($t\ ha^{-1}$) y Peso promedio de frutos, de tres variedades de pimiento morrón injertados.	23
Cuadro 5. Efecto entre los factores de estudio sobre las variables: contenido de vitamina “C” ($mg\ de\ ácido\ ascórbico^{-1}\ 100g\ de\ peso\ fresco$), diámetro polar (DP), Diámetro ecuatorial (DE), Grados °Brix, grosor de mesocarpio, firmeza de fruto y altura final de la planta.	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Principales exportaciones de EU en 2018	5
Figura 2. Principales importaciones de EU en el 2018.....	5
Figura 3. Principales destinos de exportación de EU	6
Figura 4. Principales exportadores de chiles y pimientos 2016	7
Figura 5. Principales importadores mundiales de pimientos	7
Figura 6. Estacionalidad de exportaciones de pimienta promedio 2011-2016	9
Figura 7. Producción de pimienta verde por entidad federativa	13
Figura 8. Representación de una planta injertada.....	13
Figura 9. Injerto de aproximación	15
Figura 10. Injerto de Pua o hendidura.....	16
Figura 11. Injerto lateral.....	16
Figura 12. Injerto de empalme	16
Figura 13. Interacción detectada entre portainjerto*hibrido sobre Frutos XL.....	24
Figura 14. Tendencia en tamaño de frutos del híbrido dicaprio.....	27
Figura 15. Tendencia en tamaño de frutos del híbrido avante	27
Figura 16. Tendencia en tamaño de frutos del híbrido ucumari	28
Figura 17. Rendimiento de m ⁻² de cada tratamiento evaluado.....	29
Figura 18. Interacción detectada entre portainjerto*hibrido sobre Vit C	31

RESUMEN

EFFECTO DE LA RELACION PORTAINJERTO/INJERTO DE (*Capsicum annuum*)
SOBRE RENDIMIENTO, Y CALIDAD EN FRUTOS DE PIMIENTO.

POR

ELISEO CERÓN POLVADERA

MAESTRIA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES – ASESOR -

Saltillo, Coahuila

Julio 2018

La especie *Capsicum annuum* incluye al pimiento morrón, el cual tiene una alta demanda y gran potencial económico. Las necesidades de incrementar rendimientos, calidad, racionalidad de agroquímicos y mitigación de la contaminación ambiental, han llevado al uso de nuevas técnicas de producción, como el uso de injertos, para favorecer mayor absorción de nutrimentos y agua mejorar el vigor, desarrollo, floración y fructificación. Por lo tanto el objetivo de éste trabajo fue evaluar y determinar el efecto de portainjertos sobre la calidad y rendimiento de pimiento. Se establecieron 12 tratamientos resultantes de un factorial (4x3), en un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Se evaluó la calidad comercial de frutos (XL, L, M y S), NTF, RTF, PPF, LF, DEF, FF, vitamina C, SST, GM y Ap. Se encontraron diferencias significativas entre portainjertos, ya que el portainjertos Yaocali supero en 63.9% al portainjertos UAN-E, mientras que el injerto Dicaprio superaron en 231.5% al Ucumari, e interacciones entre estos para la producción de frutos categoría XL. Yaocali tuvo un comportamiento diferente con los injertos utilizados. Este trabajo muestra que el portainjerto no influyo sobre el RTF, PPF NTF y en la calidad de fruto de los injertos. De los resultados obtenidos es posible concluir que los portainjertos estudiados no influyeron de forma significativa sobre el rendimiento o calidad de los frutos en pimiento.

Palabras claves: Estrés abiótico, invernadero, sistema radicular, enfermedades radiculares.

ABSTRACT

EFFECT OF THE ROOTSTOCKS/GRAFTING RELATIONSHIP OF
(*Capsicum annuum*) ON YIELD, AND QUALITY IN BELL PEPPER

POR

ELISEO CERÓN POLVADERA

MAESTRIA EN CIENCIAS EN HORTICULTURA
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DR. VALENTÍN ROBLEDO TORRES – ASESOR -

Saltillo, Coahuila

Julio 2018

The species *Capsicum annuum* includes pepper, which has a high demand and great economic potential. The needs to increase yields, quality, agrochemicals rationality and mitigation of environmental pollution have led to the use of new production techniques, such as the use of rootstocks, to favor greater absorption of nutrients and water improve vigor, development, flowering and fructification of grafting. Therefore the objective of this work was to evaluate and determine the effect of rootstocks on pepper quality and yield. Were established 12 treatments resulting from a factorial (4x3), in a design of complete blocks at random, with three repetitions. The commercial quality of fruits (XL, L, M and S), NTF, RTF, PPF, LF, DEF, FF, vitamin C, SST, GM and Ap was evaluated. Significant differences were found between rootstocks, since the Yaocali rootstock exceeded the UAN-E rootstock by 63.9%, while the Dicaprio graft surpassed the Ucumari by 231.5%, and were interactions between them for XL category fruit production, Yaocali had a different behavior with the grafts used. This work shows that the rootstock did not influence the RTF, PPF NTF and the fruit quality of the grafts. From the results obtained it is possible to conclude that the rootstocks studied did not influence significantly on the yield or quality of the fruits in pepper.

Key words: Abiotic stress, greenhouse, radicular system, root diseases.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de *capsicum annuum* en México es considerado el segundo cultivo hortícola de mayor importancia económica, con una producción promedio de 2.3 millones de toneladas en sus diferentes variedades (SAGARPA, 2017). El cultivo de pimiento morrón actualmente ocupa un área cultivada de 10,000 ha, con una producción promedio de 949.6 mil toneladas (SAGARPA, 2017) esto represento el 28.85% de la producción mundial (SIAP, 2017) alcanzando esto los 307 millones de dólares en exportación (SIAP, 2018). Datos de la ONU colocan al país como el segundo mayor productor a nivel mundial de este cultivo solo por detrás de China, y en primer lugar como exportadores superando a España (ONU, 2016), destacando a los estados de Guanajuato, Jalisco, Querétaro y Durango como principales productores. Datos del SIAP. (2016) Estimo el porcentaje de importaciones de este cultivo que realizo los siguientes países: Estados unidos con un 77.99%, Canadá el 55.45% y Guatemala el 52.25% de su demanda, esto representa una gran oportunidad y ventaja por la cercanía a nuestros mayores importadores y por el gran potencial económico que genera este cultivo, representando una oportunidad de potencializar las áreas rurales en México. La inclusión en mercados cada vez más especializados, demandan productos de mayor calidad e inocuidad, característica que tiene un alimento de no causar daño a la salud del consumidor por efecto de algún contaminante (SENASICA, 2016) y que a su vez favorezcan a la preservación del medio ambiente. Una alternativa de producción que favorece la racionalidad de agroquímicos es la utilización de injertos. Según FAO. (2012) estimo que el 80% del consumo de bromuro de metilo fue destinado a la fumigación de suelos agrícolas. México en 1987 firmó el protocolo de Montreal, instancia que promueve la eliminación de sustancias que dañen la capa de ozono, dentro de los compromisos adquiridos fue eliminar o sustituir este biosida. Actualmente una de las alternativas es la utilización de portainjertos resistentes a posibles patógenos de suelo (Gilardi *et al.*, 2013) y salinidad (Penella *et al.*, 2015), evitando así la aplicación de estos biosidas que perjudican altamente al medio ambiente. Los injertos constan de la unión de dos materiales vegetativos diferentes, constituidos por un partainjerto y una variedad o híbrido, el portainjerto generalmente no tiene valor agronómico, pero genéticamente contiene genes de resistencia o tolerancia a estrés biótico

o abiótico (Zhao *et al.*, 2011). Además, posee mayor sistema radical y esto permite mayor capacidad de exploración, favoreciendo una mayor absorción de nutrimentos y agua, mejorando el vigor, desarrollo, floración, fructificación y longevidad de la planta (Rivero *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2015). Con esto se podría mejorar el aprovechamiento de las fertilizaciones aplicadas durante el ciclo de producción, lo que pudiera expresarse en frutos de mayor calidad comercial. Los injertos en gran medida están siendo utilizados para entender el efecto que poseen al evitar enfermedades que pudieran afectar al cultivo injertado, que aún esto no está muy comprobado. La finalidad del uso de los injertos ya no solo implica mejorar la resistencia a posibles patógenos de suelo, si no que actualmente se reporta que pueden llegar a incrementar algunas propiedades de gran importancia para el ser humano como: aminoácidos especialmente la citrulina (Davis and Perkins., 2005), la inocuidad, el contenido nutraceutico y antioxidantes (Chávez-Mendoza *et al.*, 2013) además de favorecer en la eliminación de biosidas etc. Esto debiéndose en gran medida a las mejoras e inclusión de la tecnología en la técnica del injerto, donde el método manual produce 1000 injertos por persona al día y una máquina de injertos puede producir 600 injertos por hora (lee y oda, 2003). Algunas investigaciones reportan grandes avances al campo de estudio, Chávez-Mendoza *et al.* (2015) señalan un incremento en el contenido de antioxidantes en plantas injertadas, a diferencia de Rodríguez-Valencia. (2015) quien obtuvo una disminución en la calidad y tamaño de frutos de pimiento procedentes de plantas injertadas, de igual manera, Lee y Oda. (2003) Obtuvieron una reducción en el contenido de solidos solubles, sabor insípido y una disminución en la firmeza en frutos de sandía, se considera que el injerto puede afectar diversos aspectos de calidad (Davis and Perkins., 2008) así como la existencia de efectos particulares de los portainjertos sobre el hibrido injertado que pudieran condicionar o favorecer algunas variables, por lo que pudiera repercutir en una producción de mayor escala. Ante las eminente contaminación por NO_3^- de ríos y acuíferos así mismo por la lixiviación de fertilizantes. Esta opción toma gran relevancia, esto por la gran cantidad radicular que pueden llegar a desarrollar, reflejándose en una mayor capacidad extractora de agua y nutrimentos de la solución del suelo lo cual la planta puede aprovecharlos al máximo, con esto se puede mejorar la calidad de frutos, mayor aprovechamiento de nutrimentos y una mejor nutrición mineral en plantas injertadas (Lee *et al.*, 2010). Por lo tanto la presente investigación, tiene como

objetivo evaluar y determinar el efecto de los portainjertos sobre la calidad, uniformidad y rendimiento de pimiento morrón.

Objetivos generales

Identificar a los mejores portainjertos e híbridos para producción de pimiento bajo invernadero.

Objetivos específicos

- Evaluar los efectos de portainjertos de *Capsicum* en el rendimiento y calidad de fruto en pimiento morrón.
- Evaluar el desarrollo de híbridos de pimiento sobre distintos portainjertos.
- Evaluar el potencial de patrones generados en la universidad y su comparación con materiales comerciales.

Hipótesis

- El uso de patrones permite incrementar la calidad y rendimiento de frutos en pimientos.
- El uso de patrones proporciona mejor desarrollo vegetativo, para tener mayor calidad de fruto.
- El uso de patrones mejorara la absorción de nutrimentos.

REVISIÓN DE LITERATURA

Diversificación de las exportaciones agrícolas de México

Al ser los estados unidos donde exportamos el 78% de la producción agrícola, representa al mismo tiempo una gran desventaja ante las actuales políticas proteccionistas del presidente que pudieran no ratificar el TLCAN representando una gran problemática para México por la gran dependencia que ejerce estados unidos, ante la política adoptada de EU según la (OEC, 2018) estados unidos exporta el 16% del total de su producción e importa solo el 13% de su requerimientos.

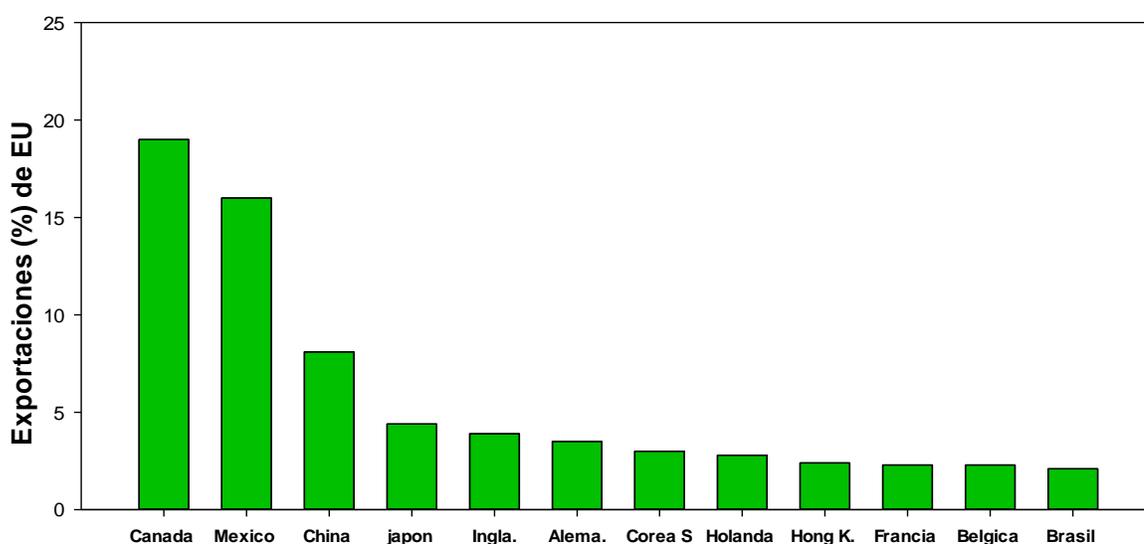
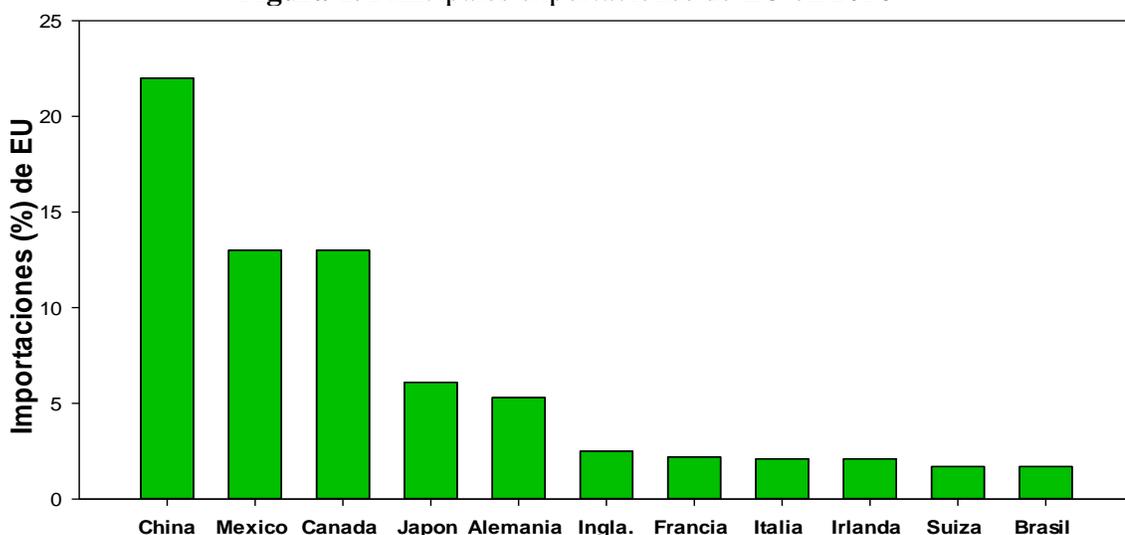


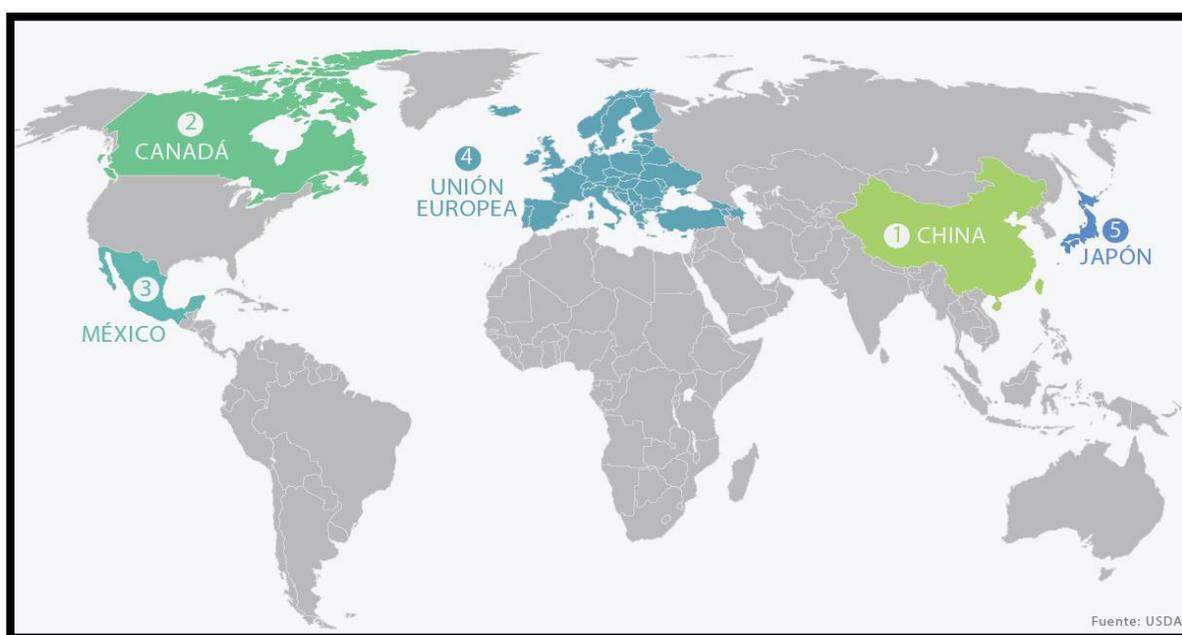
Figura 1. Principales exportaciones de EU en 2018



Tablas elaboradas con datos de la (OEC, 2018)

Figura 2. Principales importaciones de EU en el 2018

Ante este escenario pudiera generar también áreas de oportunidad para México de diversificar sus exportaciones. El TPP o CPTPP ofrece estas oportunidades ya que ante la eminente salida de estados unidos, deja a México y a Canadá con una gran ventaja de satisfacer algunas necesidades de los países miembros, un ejemplo son las relaciones bilaterales que ha entablado México con Japón, las exportaciones agroalimentarias podrían crecer a tasas de más de dos dígitos (Mexbest, 2018) entre los productos que busca importar son: el jugo de naranja, las hortalizas, granos, carne de res, ave y cerdo. En el ámbito agrícola, se presenta un inconveniente al momento de establecer relaciones comerciales con países asiáticos, ya que se reporta que la vida de anaquel de productos frescos decae exponencialmente al consumidor final.



Fuente: USDA

Figura 3. Principales destinos de exportación de EU.

Los principales países socios comerciales con los que estados unidos con lleva una relación comercial muy dinámica, actualmente les ha declarado una guerra comercial, que las expectativas de ganar se ven muy poco favorable para este país, las posibles represarías que ha tomado, podría deberse a un efecto de desesperación por un retroceso en crecimiento o el fin de una hegemonía, que lucha por continuar siendo la única potencia.

Perspectiva de competitividad a nivel mundial

El cultivo de *Capsicum annuum* representa el 3.5% del PIB agrícola nacional, la demanda internacional se ha incrementado en 20 países, que incluyen integrantes del TLCAN, el TPP, el TLCTN, así como del bloque de países de la Unión Europea y otros con los que México no tiene acuerdo de libre comercio, actualmente, México es uno de los grandes competidores a nivel internacional, así mismo sus ventajas comparativas lo posicionan como un proveedor predilecto en el comercio internacional de este cultivo (SAGARPA, 2017).

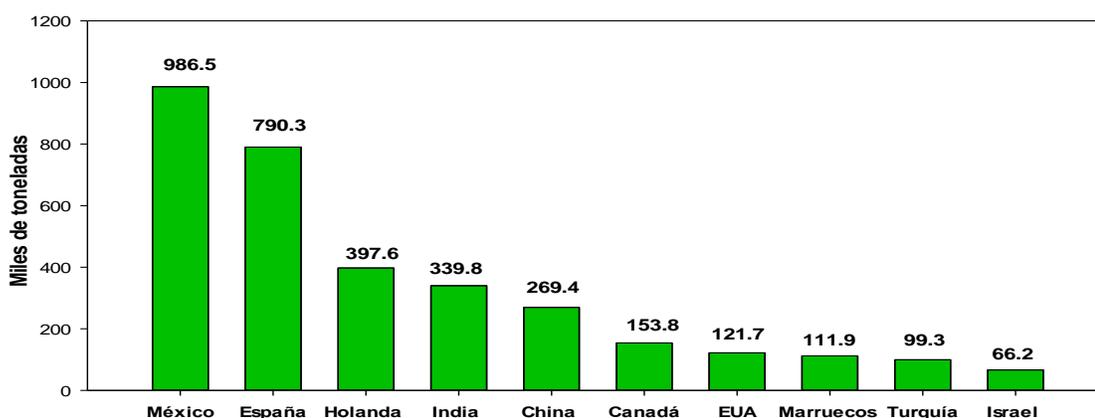


Figura 4. Principales exportadores de chiles y pimientos 2016

Datos de la ONU colocan al país como el segundo mayor productor a nivel mundial de este cultivo solo por detrás de China, y en primer lugar como exportadores superando a España (ONU, 2016).

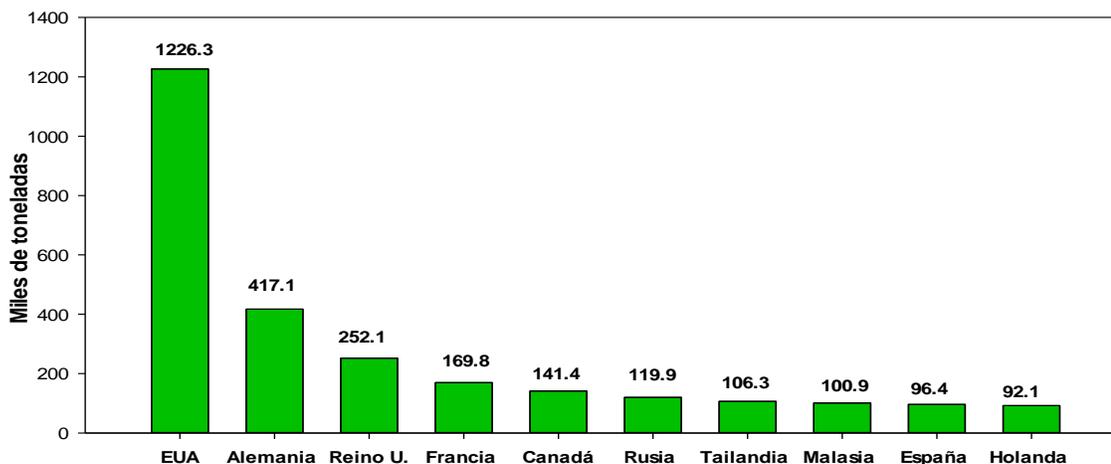


Figura 5. Principales importadores mundiales de pimientos

Representando esto una gran ventaja y potencial económico para México, esto por ser líder productor en su zona geográfica, sus más cercanos competidores que son China y España satisfacen principalmente el continente europeo y asiático, dejando a México como líder en exportaciones, solo seguido por Canadá, destacando que este país a pesar de ser exportador no satisface su demanda, teniendo que importar alrededor de 55.45% de México, nuestro gran socio y comprador de nuestra producción son los Estados Unidos importando el 77.99%, seguido de Guatemala con el 52.25%.

Cuadro 1. Matriz de competidores de chiles y pimientos.

Países destino (Importadores)	País	Importación 2016 (Mt)	México	China	Guatemala	India	Marruecos	Países Bajos	Nueva Zelanda
	Estados Unidos	1,226.30	77.99%	2.20%	0.50%	2.04%	0.00%	1.71%	0.00%
	Alemania	417.1	0.22%	2.90%	0.10%	0.13%	3.87%	28.62%	0.00%
	Reino Unido	252.1	0.14%	0.46%	0.00%	2.08%	0.69%	44.88%	0.00%
	Francia	169.8	0.15%	0.18%	0.01%	0.41%	25.21%	4.41%	0.00%
	Canadá	141.4	55.45%	1.13%	0.16%	1.13%	0.10%	1.18%	0.00%
	Malasia	100.9	0.00%	19.60%	0.00%	25.77%	0.00%	1.00%	0.00%
	España	96.4	0.18%	39.14%	0.01%	0.59%	43.76%	0.63%	0.00%
	Italia	75.5	0.05%	0.55%	0.00%	1.03%	0.00%	7.86%	0.00%
	Japón	53.4	0.25%	20.30%	0.00%	0.21%	0.06%	10.88%	8.65%
	Bélgica	53	0.00%	2.28%	0.00%	0.06%	0.07%	58.40%	0.00%
	Suiza	34.5	0.02%	28.00%	0.00%	0.13%	8.16%	17.91%	0.00%
	El Salvador	9.4	0.07%	1.00%	92.39%	0.02%	0.00%	0.00%	0.00%
	Australia	5.6	0.70%	18.23%	3.00%	26.38%	0.00%	0.01%	18.17%
Hong Kong	2.2	0.11%	66.67%	0.00%	7.17%	0.00%	3.36%	0.04%	

Cuadro 2. Matriz de competidores de chiles y pimientos.

Países destino (Importadores)	País	Perú	Corea del sur	España	Tailandia	Estados Unidos	Vietnam	Otros
	Estados Unidos	1.08%	0.05%	1.02%	0.03%	0.00%	0.01%	13.36%
	Alemania	0.01%	0.01%	50.11%	0.02%	0.00%	0.01%	14.01%
	Reino Unido	0.04%	0.00%	39.36%	0.00%	0.02%	0.06%	12.27%
	Francia	0.01%	0.01%	62.01%	0.01%	0.03%	0.02%	7.54%
	Canadá	0.06%	0.10%	6.61%	0.10%	29.23%	0.19%	4.55%
	Malasia	0.00%	0.01%	3.00%	33.60%	0.04%	18.01%	2.92%
	España	9.44%	0.00%	0.00%	0.00%	0.33%	0.00%	5.93%
	Italia	0.00%	0.00%	72.35%	0.01%	0.00%	0.00%	18.15%
	Japón	0.03%	57.83%	1.16%	0.05%	0.09%	0.02%	0.47%
	Bélgica	0.00%	0.00%	22.71%	0.00%	0.02%	0.01%	16.45%
	Suiza	0.02%	0.00%	57.39%	0.38%	0.06%	0.13%	15.51%
	El Salvador	0.00%	0.00%	89.00%	0.00%	1.56%	0.00%	5.07%
	Australia	0.00%	0.74%	21.27%	4.49%	0.96%	0.90%	8.12%
Hong Kong	1.13%	5.23%	1.73%	2.81%	0.31%	0.98%	10.45%	

Tablas elaboradas con datos de la (COMTRADE e ITC, 2017)

Producción nacional

La producción nacional se centra principal en una estacionalidad, esto a razón del traslape con la producción de Estados Unidos. Esta estacionalidad se ve muy marcada ya que el 79% de nuestra producción será destinada a aquel país, esta estacionalidad tiene sus puntos bajos principalmente en los meses de Mayo, Junio, Julio y Agosto, en este periodo los precios de comercialización son los más bajos para los productores mexicanos, esto porque los productores americanos están en plena cosecha. Para poder tener remuneraciones viables en México se produce su apogeo en los meses de: Noviembre, Diciembre, Enero, Febrero y Marzo, obteniendo los mejores precios de comercialización, destacando a los estados de Guanajuato, Jalisco, Querétaro, Durango y Coahuila como principales productores, que representaron el 28.85% de la producción mundial según (SIAP, 2017).

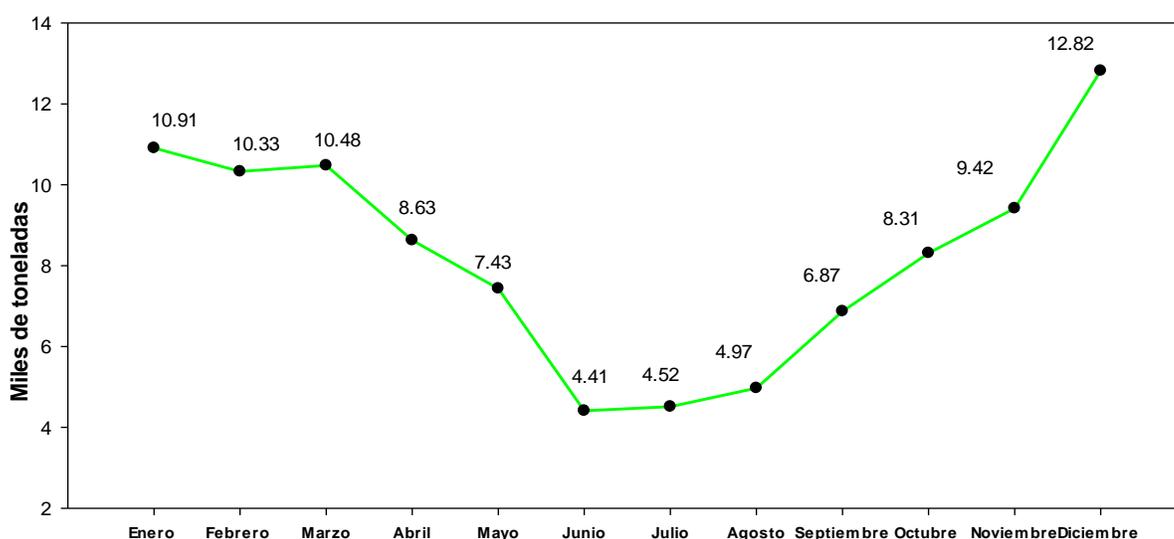


Figura 6. Estacionalidad de exportaciones de pimienta promedio 2011-2016

Fuente: SIAVI, 2017.

Inocuidad en los frutos

La primer iniciativa de resguardar la calidad e inocuidad en los frutos, fue en el año de 1997 en los EU por la incertidumbre de brindar frutas y hortalizas inocuas a sus habitantes, ya que durante los últimos años anteriores se había disparado el número de enfermedades transmitidas tanto por las frutas y hortalizas importadas como nacionales (CFSSAN, 1998), atendiendo esta preocupación, el entonces presidente Clinton en 1997 anuncio (*Food safety initiative*), ante dicha iniciativa los departamentos de salud y servicios sociales (DHHS), agricultura (USDA) y la agencia de protección ambiental (EPA) presentaron un

plan ante dicha preocupación, ante esto el 2 de octubre de 1997 el presidente anuncio el plan de (*Initiative to ensure the safety of imported and domestic fruit and vegetables*) estos para garantizar que los alimentos sea producidos con las más altas normas de calidad e inocuidad alimentaria, en conjunto con los agricultores se establecio las bases de las (*Good agricultural practices* o GAPs) and (*Good agricultural practices* o GMPs) (CFSAN, 1998 & FDA,1998) como lo que hoy en México se conoce como las buenas prácticas agrícolas y de manufactura. Un producto como el pimiento morrón que comúnmente es exportado en fresco y en su caso consumido también en fresco (alimentos mínimamente procesados) exige gran cuidado en cuestiones sanitarias y prevención de la contaminación de algún agente microbiológico, esto por ser de gran aprecio en mercados especializados y de exportación, la contaminación microbiológica es la presencia de microbios como; bacterias, parásitos, virus, hongos (moho), toxinas e insectos en los alimentos que pueden causar enfermedades en las personas, definiendo a la inocuidad como: característica que tiene un alimento de no causar daño a la salud del consumidor por efecto de algún contaminante (SENASICA, 2016) así como la presencia residual de algún agroquímico, esta instancia forma parte de un programa de monitoreo y barrera sanitaria, que se encarga de evitar la inclusión de nuevas plagas o enfermedades al país así como la inocuidad de las exportaciones, Dentro de esto se engloban técnicas de producción como son, la aplicación de las buenas prácticas agrícolas (BPA) y las buenas prácticas de manufactura (BPM) y el buen uso y manejo de agroquímicos (BUMA), que establece los estándares que favorecen a mantener la inocuidad del área de producción para evitar la contaminación de la producción con algún agente contaminante, estas dirigidas a prevenir la contaminación de los frutos por cualquier medio físico, químico o biológico (FDA, 2001). La implementación de las buenas prácticas agrícolas (BPA) en México se convierte en orden obligatorio el 26 de julio de 2007, para las unidades de producción de acuerdo a la ley federal de sanidad vegetal publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF, 2007). En el área de producción los puntos críticos de contaminación pueden ser muy diversos por lo cual (Baez-Sañudo *et al.*, 2009) señala aspectos importantes a considerar.

- Historial del terreno (Análisis de peligros)
- Presencia de animales domésticos o silvestres en el área de producción

- Contacto de frutos con el suelo
- Estructuras protegidas para producción agrícola (completamente cerrados con tapetes sanitarios)
- Riego y fertilización (programa de mantenimiento, análisis químicos y microbiológicos).
- Contenedores, herramientas y equipos utilizados en el invernadero (esterilizados)
- Higiene y salud del personal (capacitación)
- Procedimientos de limpieza y desinfección (agua potable para el lavado de frutos)
- Cosecha y rastreabilidad (desinfección de contenedores, vehículos y cuartos fríos).

Ante lo antes citado, estas prácticas o estándares aun no logran evitar una posible contaminación, por lo que es importante prevenir la contaminación del producto por cualquier patógeno microbiológico o por niveles peligrosos de algún residuo químico o contaminante físico (FDA, 2001).

Protocolo de Montreal

El presente protocolo firmado en Viena el 22 de marzo de 1985, es con la finalidad de tomar las medidas adecuadas para proteger la salud humana y el medio ambiente contra los efectos nocivos que se derivan o pueden derivarse de actividades humanas que modifican o puede modificar la capa de ozono, México en 1987 fue el primer país en firmarlo y la instancia encargada de normala es comisión intersecretarial para el control del proceso y uso de plaguicidas, fertilizantes sustancias toxicas (CICOPLAFEST), dentro de los compromisos adquiridos fue eliminar o sustituir estos biosidas gradualmente, estableciendo que a partir del año 2005 se reduciría el 20% del consumo de BrM y para el 2015 se realizaría la sustitución total, dentro de las alternativas químicas ofertadas actualmente, estas aun no satisfacen la eficiencia biológica, económica, toxicológica y ecológica. Dentro de estos productos normados, figuran el bromuro de metilo un biocida total extremadamente agresivo para micro-flora y fauna del suelo. Según FAO. (2012) estimo que el 80% del consumo de bromuro de metilo fue destinado a la fumigación de suelos agrícolas. En el año 2010 México impulso nuevas tecnologías que sustituyeran el uso de este gas en los campos agrícolas y una alternativa que figuro fue la adopción de injertos que sustituyeran gradualmente a este fumigante, además de brindar otras

cualidades al cultivo como minimizar estrés, incremento en rendimiento y mejor calidad de frutos y por supuesto noble con el medio ambiente.

Historia e inclusión de los injertos

El injerto en hortalizas tiene sus inicios en el continente asiático, esto para superar los problemas de reducido espacio de producción, según Lee y Oda (2003) esta técnica se describía en un antiguo libro en china en el siglo V, que consista en producir frutos de calabaza más grandes aprovechando un incremento en el volumen radical del portainjerto, para el año 1930 esta técnica ya era muy conocida en todo el continente asiático gracias a la difusión y proyectos de investigación en la misma, los primeros escritos sobre el incremento en el rendimiento, control de plagas y enfermedades, fueron en el año 1927 sobre cultivos de sandía utilizando un patrón de (*Cucurbita moschata* Duch) (Tateishi, 1927). Esta técnica comenzó a diseminarse rápidamente a otros cultivos, según Sakata *et al.*, (2008) pero su explotación a gran escala se logró hasta el año 1960. La inclusión de injertos en América del norte, se tiene registro de injertos en el cultivo de jitomate para vencer el problema de nematodos agalladores (Lowman and Kelly, 1946), pero todo fue a baja escala. La inclusión de los injertos en México se origina principalmente por la sustitución del bromuro de metilo por alternativas ambientalmente limpias, como ya se mencionó anterior mente es un biocida y degradante de la capa de ozono, se implementó como plan nacional creado por la secretaria del medio ambiente y recursos naturales SEMARNAT y la organización de las naciones unidas para el desarrollo industrial ONUDI impulsaron su adopción a través de tres fases.

Cuadro 3. Plan nacional SEMARNAT y ONUDI

Proyectos demostrativos	1998-2003
Proyectos de capacitación y asistencia técnica	2003-2008
Proyectos de inversión	2008-2014

Fuente: SEMARNAT, 20013

Los estados que iniciaron con proyectos de inversión figuraron los estados de baja california, baja california sur, sonora y colima. Ante el éxito que se ha logrado no todo ha

sido positivo, recientemente se detectó un brote de enfermedad bacteriana transmitida por las semillas y en la planta, lo que alertó a productores para tomar medidas y evitar la introducción de accidental de enfermedades y virus mediante semillas y plantas (Kubota and McClure., 2007).

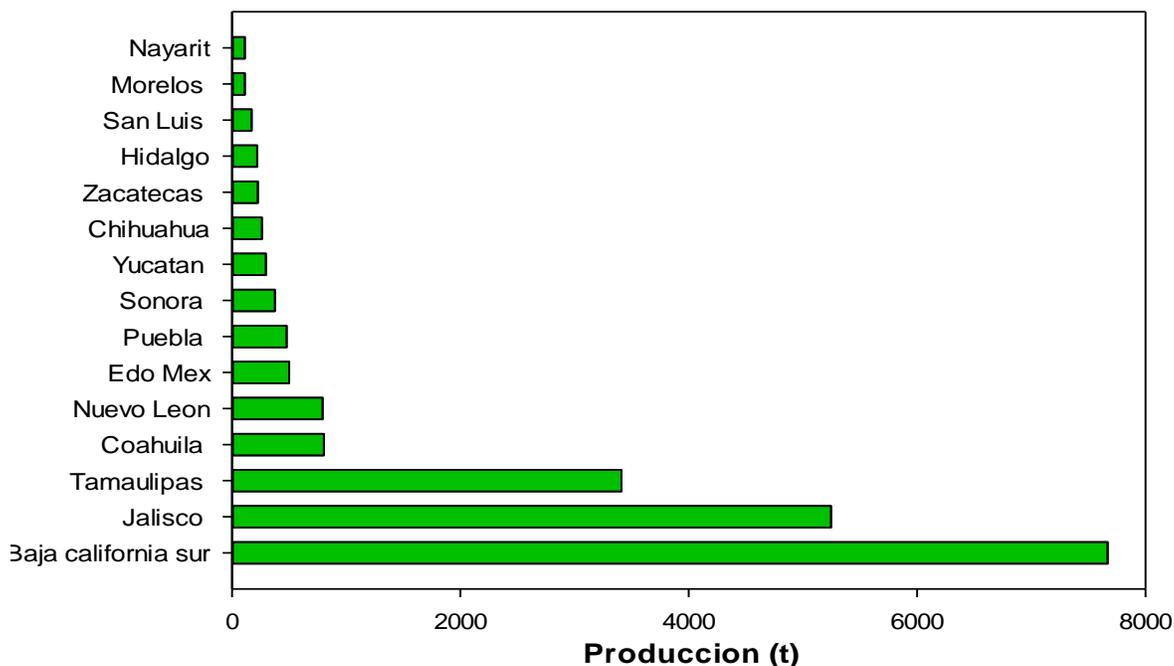
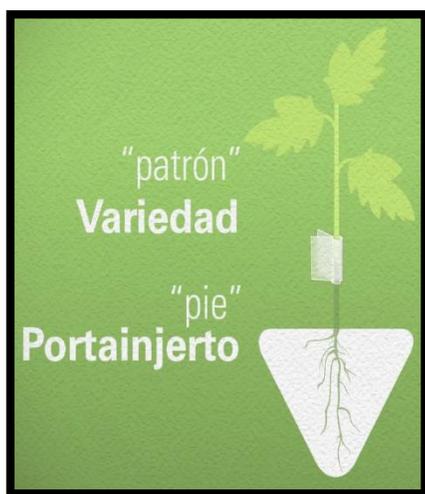


Tabla elaborada con datos de: SIAP, 2009

Figura 7. Producción de pimiento verde por entidad federativa (2009)

Ventajas de la adopción de injertos

Múltiples artículos de investigación señalan las ventajas de la adopción de los injertos, pero aún queda un gran paradigma en términos de fisiológicos de cómo se logra



incrementar estos rendimientos y calidad así como el origen de los portainjertos que favorecen a obtener estos resultados. En primer lugar los injertos están constituidos de la unión de dos materiales vegetativos diferentes; constituido por un partainjerto, generalmente este no tiene valor agronómico, pero genéticamente contiene genes de resistencia o tolerancia a estrés biótico o abiótico (Zhao *et al.*, 2011) y una variedad o híbrido que se

Figura 8. Representación de una planta injertada

destaca por producir frutos de gran demanda comercial, que se injertara sobre el portainjerto obteniendo una nueva planta con características distintas al portainjerto e injerto.

Actualmente una alternativa de producción, es la utilización de portainjertos resistentes a posibles patógenos de suelo (Gilardi *et al.*, 2013) y salinidad (Penella *et al.*, 2015), evitando así la aplicación de biosidas o fumigantes que perjudican altamente al medio ambiente,

En un principio los injertos buscaban resolver algunos problemas:

- Inducir resistencia a enfermedades y nematodos transmitidos por el suelo
- Aumentar rendimiento y calidad
- Resistencia a estrés biótico o abiótico

Pero actualmente múltiples aportes en el área demuestran que no solo brindan resistencia a patógenos de suelos, si no que pueden:

- Incremento en rendimiento
- Precocidad
- Calidad de frutos
- Incremento en antioxidantes (Chávez-Mendoza *et al.*, 2013)
- Incremento en citrulina (Davis and Perkins., 2005).
- Contenido de vitamina C y solidos solubles totales (°Brix).
- Disminución en el recurso agua
- Mayor absorción de nutrimentos de suelo
- Gran volumen radical
- Inocuidad en los frutos
- Menor aplicación de agroquímicos.

Tema fundamental en el desarrollo de nuestro proyecto de investigación es porque los portainjertos, poseen mayor sistema radical y esto permite mayor capacidad de exploración en la solución de suelo, favoreciendo una mayor absorción de nutrimentos y agua, mejorando el vigor, desarrollo, floración, fructificación y longevidad de la planta (Rivero *et al.*, 2003; Sánchez *et al.*, 2015).

Desventajas de la adopción de injertos.

Existen diferentes factores que condicionan el éxito de los injertos en la producción, una problemática que se detectó por la acción de los injertos, fue la contaminación de semillas y plántulas por una enfermedad bacteriana que alertó a productores para tomar medidas y evitar la introducción de accidental de enfermedades y virus mediante semillas y plantas (Kubota and McClure., 2007). La transmisión de una enfermedad (permanente del tomate) transmitida de tomate a tomate y a papa por injerto en serie, con lo que se confirma lo contagioso de esta enfermedad (Garzón, 1984) ya que puede permanecer incubada en semillas, contaminando así a la planta injertada. Se tiene gran incertidumbre que actualmente los injertos, sean una fuente exponencial en la propagación de enfermedades, esto por el cruce de materiales vegetativos y su explotación que se realiza a gran escala. la razón de que esta técnica se debe realizar bajo las más estrictos márgenes de sanidad, materiales contaminados; navajas, clips, personal no aseado, plántulas enfermas, charolas no desinfectadas, mesas de trabajo contaminadas, presencia de polvo en el área de trabajo, animales silvestres como domésticos, semilla no certificada, etc. Favorecen a la proliferación de plagas y enfermedades por medio del injerto.

Tipo de injertos

Injerto de aproximación. Al momento de que el portainjerto haya desarrollado completamente los cotiledones y el injerto sus cotiledones y hojas verdaderas, se pudiera considerarse lista para realizar el injerto. Iniciando por realizar un corte sobre el portainjerto con un ángulo de 35 a 45 grados cortando por el hipocotilo del rizoma aproximadamente a la mitad, realizando el mismo corte sobre el injerto pero en ángulo opuesto, resaltando que el injerto quedara sobre el portainjerto, se procede a la unión de los dos hipocotilos sellándolos con una lámina de aluminio u su similar que cumpla la función de sellar la herida. Una vez alcanzado el prendimiento, la parte superior del portainjerto se elimina y la parte inferior del injerto 2 días después se eliminan.



Figura 9. Injerto de aproximación

Injerto de Pua o hendidura. Al momento de que el portainjerto haya desarrollado completamente los cotiledones y el injerto sus cotiledones y hojas verdaderas, se pudiera considerarse lista para realizar el injerto. Iniciando por realizar un corte tipo “Pua” sobre el híbrido de 1.5 cm por encima de los cotiledones, seguido se realiza un corte horizontal en la parte superior del hipocotilo del portainjerto y una hendidura sobre el diámetro del tallo expuesto de 1.5 cm de longitud, consecutivamente se inserta la Pua del híbrido en la hendidura sujetándolo con un clip de silicón.



Figura 10. Injerto de Pua o hendidura

Injerto lateral. Al momento de que el portainjerto haya desarrollado completamente los cotiledones y el injerto sus cotiledones y hojas verdaderas, se pudiera considerarse lista para realizar el injerto. Se inicia realizando una abertura en el hipocotilo del portainjerto, un pequeño orificio a la mitad del tallo, matendiendola abierta, se realiza un corte tipo Pua sobre el injerto en un ángulo de 35°, se inserta en la hendidura del portainjerto, las dos superficies expuestas se combinan entre si sujetándolas con un clip o cinta (Davis and Perkins., 2008).

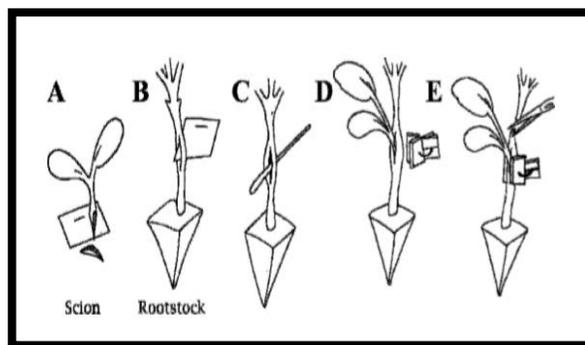


Figura 9. Injerto lateral

Injerto de empalme. El proceso de injerto es similar a los descritos anteriormente. Se inicia realizando un corte con un ángulo de 35, 45° en el hipocotilo del portainjerto, de igual forma el mismo corte pero sobre el injerto con el mismo ángulo, ambas superficies expuestas se insertan y se combinan sujetándolo con un clip de silicón, posterior mente se colocaron en una cámara de prendimiento el cual deberá ofrecer las condiciones ideales para la cicatrización de la heridas, la fase de prendimiento.

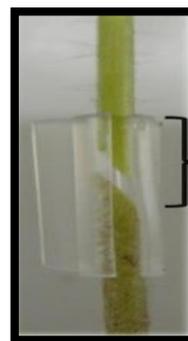


Figura 9. Injerto de empalme

Equipo e instalaciones de producción. El área destinada y equipo a utilizar dentro de la técnica y proceso del injerto fungen como factor primordial para el éxito del injerto, el área completamente esterilizada y el equipo que nos brinde las condiciones de microclima favorable para el prendimiento de las nuevas plántulas son un factor para garantizar el éxito de esta técnica. **Taller de injertos;** antes de iniciar, se debe contar con plántulas sanas y vigorosas con condiciones de soportar la técnica, personal capacitado, el tamaño idóneo de los clips para favorecer el transporte de sabia, etiquetas que eviten la confusión de porta e injerto, mesas de trabajo esterilizadas, charolas de poliestireno desinfectadas y botes de basura.

Descripción del cultivo

El cultivo de pimiento morrón centra sus orígenes en América central, específicamente entre Perú y Bolivia, una vez descubierta por los españoles en los años 1493, en el siglo XVI fue expandida por toda Europa, reportando que su uso era exclusivo entre las clases altas de aquella época (Maroto, 1995).

Planta herbácea de un solo ciclo de producción, desarrollándose a altitudes entre los 1400-2000 MSNM, posee un sistema radicular pivotante con longitudes de hasta 1.3 m, la planta pueda alcanzar alturas de hasta 5 m, esto dependiendo del manejo y potencial genético del híbrido o variedad, se reportan rendimientos por sistema de producción; campo abierto: 3-4 kg m⁻², malasombras: 8-12 kg m⁻², invernaderos de mediana tecnología: 16 kg m⁻²; invernaderos de alta tecnología: 24 kg m⁻². Sus flores son perfectas constituidas de 6 pétalos de color blanco de brotes axial, su fecundación es autogama, no superando el porcentaje de alogamia del 10% (Valdez, 1994).

Requerimiento de temperatura

Las temperaturas promedio del cultivo oscilan entre los 15-30°C, desde etapas vegetativas hasta de producción, siendo las óptimas entre los 20 y 25°C, temperaturas mayores a 35°C provocan aborto de flores.

Requerimientos de luminosidad

El cultivo de pimiento morrón no demanda gran cantidad de luminosidad o radiación, una cuantificación en la calidad y cantidad de luz se recomienda entre los 500-700 Watts m⁻², 650-900 micromol/s m⁻², 35,000-48,000 Luxes. El manejo en las podas será prescindible en base a la calidad de radiación, a radiaciones altas promedio se recomienda podas a 3 hojas y radiaciones bajas promedio se recomienda a 5 hojas esto por la calidad de los fotoasimilados a producir.

Podas y aclareo

La primer poda a realizar sobre este cultivo es primordial el cual será de formación a la tercer semana aproximadamente, el cual consiste en eliminar los tallos formados por el tallo principal, generalmente puede formar de 3-4, siendo el caso se dejen solo 2 tallos, y estos serán los más grandes y fuertes que soporten los setting futuros, el primer fruto de la primera bifurcación con el fin de obtener frutos de mayor calibre y rendimientos en cosechas futuras será eliminado. Dadas las condiciones de temperaturas, nutrición, salinidad o temperatura por citar algunas condiciones, los frutos pudieran llegar a no crecer, estos deberán ser eliminados evitando así la maduración de frutos de mala calidad y restando nutrientes a frutos futuros.

La poda de yemas axilares es con la finalidad de eliminar brotes laterales que pudieran llegar a formar nuevos tallos reduciendo calidad y tamaño de frutos, así como favoreciendo al manejo del cultivo.

Tutorados

Tipo holandés. Por lo general en México este cultivo es desarrollado sobre sistemas protegidos, esto por los altos costos de producción que genera su establecimiento, el método de tutorado más flexible es el tipo holandés, el cual consiste en guiar dos tallos verticalmente buscando favorecer su manejo y productividad, esta técnica de tutorado se basa principalmente en enredar el tallo en sentido opuesto a las manecilla del reloj.

Tipo español. En este manejo la rafia es colocada horizontalmente sujeta por estacas, dejando la planta dos tallos. Presenta variantes en el manejo del cultivo ya que evita la aeración de las plantas siendo más propensas a enfermedades y un mal manejo del cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Localización del área de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Saltillo Coahuila México, a los 25° 21´ 24´´ Latitud Norte y 101° 02´ 05´´ Longitud Oeste, a una altitud de 1742 msnm. El experimento se estableció en un invernadero, que contó con las siguientes características; tipo capilla, ventilación cenital, pared húmeda, extractores de aire y calefactores, manteniendo una temperatura promedio de 25°C y 75% de humedad relativa.

Material vegetal (híbridos). Se utilizaron tres híbridos comerciales: Avante de color rojo de la casa semillera (Rijk Zwaan De Lier, Holanda), Dicaprio de color amarillo de la casa semillera (Enza Zaden, Enkhuizen, Holanda), y Ucumari de color naranja de la casa semillera (Enza Zaden, Enkhuizen, Holanda).

Material vegetal (portainjertos). Se utilizaron tres portainjertos: Foundation de la casa semillera (Rijk Zwaan, De Lier, Holanda) y Yaocali de la casa semillera (Enza Zaden, Enkhuizen, Holanda) también comerciales, sumando a esto un tercer portainjerto UAAN-E (Generado en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo México).

Establecimiento del experimento. Las semillas se sembraron el 13 de marzo del 2017, en charolas de poliestireno de 200 cavidades que contó con una mezcla de sustrato 4:1 entre peat moss y perlita. Los injertos se realizaron bajo la técnica de “hendidura” a los 33 días después de la siembra en condiciones de asepsia, cuando los materiales presentaron una alta sincronización en los tallos. El procedimiento consistió en realizar un corte tipo “Pua” sobre el híbrido y una hendidura entre los cotiledones del portainjerto hasta el centro del tallo de 1.5 cm de longitud, posteriormente se insertó la “Pua” del híbrido en la hendidura, sujetándolo con un clip de silicón, consecutivamente se colocaron en una cámara de prendimiento, que brindo las condiciones favorables de temperaturas, 25°C± y humedad relativa HR85%±, la fase de cicatrización y aclimatación se logró en un lapso de 16 días, obteniendo un total de 50 días desde siembra hasta aclimatación. Los

tratamientos establecidos en el invernadero fueron: 1) avante sin injerto, testigo; 2) avante injertado sobre foundation; 3) avante injertado sobre UAAN-E; 4) avante injertado sobre yaocali; 5) ucumary sin injerto, testigo; 6) ucumary injertado sobre foundation; 7) ucumary injertado sobre UAAN-E; 8) ucumary injertado sobre yaocali; 9) dicaprio sin injerto, testigo; 10) dicaprio injertado sobre foundation; 11) dicaprio injertado sobre UAAN-E; 12) dicaprio injertado sobre yaocali. El trasplante se realizó en suelo, sobre un sistema de camas acolchadas y riego por goteo a una distancia entre planta y planta de 35 cm, con una densidad de 3.6 plantas m⁻². En el desarrollo del cultivo se aplicaron las labores culturales pertinentes en cada fase del cultivo, alcanzando una madurez de cosecha a los 93 días después del trasplante, cosechándose a un 75% de su madurez comercial.

Evaluación de componentes de rendimiento

Clasificación comercial. Los frutos se clasificaron por tamaño y peso comercial, obteniendo las siguientes categorías: (S) Small: con un peso promedio de; 135-155 grs, (M) Medium: con un peso promedio; 157-175 grs, (L) Large: con un peso promedio; 176-195 grs, (XL) Extra large: con un peso promedio de: 196-223 grs). Conforme a la norma mexicana de Calidad Suprema que detalla el número de frutos que debe contener una caja de 25 lb dependiendo del tamaño (SAGARPA, 2005). Utilizándose una balanza digital marca NOVAL EK5055E para determinar la gravedad específica, así como un vernier digital para determinar el diámetro polar y ecuatorial para obtener el índice de redondez.

Rendimiento del cultivo. Las variables evaluadas fueron rendimiento total de fruto (RTF) que se determinó al momento de cada cosecha, pesando todos los frutos producidos por planta: peso promedio de frutos (PPF), número total de frutos por planta (NTF). Estas variables estimadas por el total de plantas de cada unidad experimental, con cosechas de intervalos de ocho días. Las variables diámetro polar de fruto (DPF) y diámetro ecuatorial de fruto (DEF) se midieron con un vernier digital 6 pulgadas de precisión (AutoTEC™) de una muestra de 5 frutos tomadas al azar de cada unidad experimental, esto por cada cosecha realizada.

Calidad de fruto

Vitamina C. la vitamina C se determinó de acuerdo a la metodología oficial del A.O.A.C (1980), método de titulación visual 2-6 diclofenol indofenol la cual consiste en reducir el indicador redox por el ácido ascórbico, estimada en ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$).

Sólidos solubles totales. Se cuantifico sólidos solubles totales (SST) en jugo de frutos, mediante un refractómetro HANNA HI-96801® la cual consistió en colocar una gota de jugo extraído del fruto sobre el sensor óptico del refractómetro, expresada en °Brix.

Firmeza del fruto. Se determinó con un penetrómetro digital marca Wagner F-10, con fuerza de 500 gr con puntilla de 2.5 mm de diámetro, para esto se retiró la cutícula del fruto en la parte ecuatorial del fruto, se introdujo el penetrómetro de un solo impulso y se tomaron dos lecturas por fruto (Kg cm^{-2}). Estas variables fueron tomadas en 5 frutos tomados al azar de cada unidad experimental, estas por cada cosecha realizada.

Caracterización morfológica

Grosor de mesocarpio y altura de planta. Se evaluaron las siguientes variables morfológicas: grosor de mesocarpio en mm (GM) con un vernier digital 6 pulgadas de precisión (AutoTEC™) tomadas de 5 frutos de una muestra al azar de cada unidad experimental, esto por cada cosecha realizada. A los 150 días después del trasplante se midió la altura de la planta en cm (AP) mediante una cinta métrica, esta variable se midió sobre 5 plantas tomadas al azar por cada unidad experimental. Las variables citadas fueron evaluadas con la finalidad de identificar cambios morfológicos inducidos por el portainjerto en las plantas de pimiento morrón.

Análisis estadístico. El experimento se estableció bajo un diseño de bloques completos al azar con un arreglo factorial 4X3, cada unidad experimental constituida por 9 plantas, de las cuales se tomaron solo 7 plantas por parcela útil evitando el efecto orilla. Los datos obtenidos se analizaron en un análisis de varianza y comparación de medias entre tratamientos (Tukey, $P \leq 0.05$). Para el análisis de datos se utilizó el paquete estadístico SAS (Statistics Analysis System), versión 9.0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las variables de crecimiento y calidad de fruto de las plantas de pimiento morrón fueron afectadas por los diferentes tipos de portainjertos y variedades de esta especie, la interacción entre estos dos factores afectó de manera significativa el número de frutos en tamaño XL (Cuadro 1).

Cuadro 4. Efectos entre portainjerto e híbrido sobre las variables: clasificación comercial, número de frutos, rendimiento ($t\ ha^{-1}$) y Peso promedio de frutos, de tres variedades de pimiento morrón injertados.

Portainjerto	XL ^x Extra grande (frutos m^{-2})	L Grande (frutos m^{-2})	M Mediano (frutos m^{-2})	S Chico (frutos m^{-2})	N. frutas (frutos m^{-2})	Rto ($t\ hec^{-1}$)	PPF (grs)
UAN-E	1.83 b ^y	18.8 b	24.2 a	24.8 a	68.5 a	129.5 a	189.6 b
Foundation	2.28 b	19.6 b	23.6 a	20.1 ab	131.3 a	125.2 a	191.6 b
Yaocali	3.0 a	26.5 a	20.6 a	16.2 b	133.4 a	143.4 a	214.9 a
Sin injertar	2.44 ab	20.6 ab	21.9 a	16.3 ab	123 a	121.8 a	199 ab
Anova P≤	0.0003	0.021	0.44 ns	0.034	0.5 ns	0.128 ns	0.001
Híbridos							
Avante	2.50 b	20.91 b	47.41 a	38.67 a	128.58 a	130.4 ab	204.14 a
Dicaprio	3.58 a	26.50 a	47.41 a	32.75 a	140.58 a	143.8 a	204.64 a
Ucumary	1.08 c	16.87 b	43.41 a	45 a	124.5 a	115.8 b	187.65 b
Anova P≤	0.0001	0.0008	0.62 ns	0.09 ns	0.144 ns	0.007	0.005
Interacción	0.0001	0.16 ns	0.17 ns	0.93 ns	0.724 ns	0.73 ns	0.63 ns
CV (%)	19	24	22	33	15	15	6.5
Error	0.89	111.93	102.03	170	396.13	15.31	168.43

Niveles de significancia representados por: * significativo, ** altamente significativo, NS no significativo a $P \leq 0.05$. Valores con diferente literal por columna indican diferencias estadísticas con la prueba de medias de Tukey $P \leq 0.05$.

Clasificación comercial (XL). Se detectaron diferencias significativas por efecto del híbrido (Cuadro 1), en el análisis de comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$) frutos del híbrido Dicaprio superaron estadísticamente con 3.58 frutos m^{-2} en comparación a Avante y Ucumari siendo este último como el que reflejó el menor número de frutos con 1.08 frutos m^{-2} . De igual manera en el análisis de varianza se observan diferencias significativas por efecto de portainjertos, pruebas de medias de (Tukey $P \leq 0.05$) registro a Yaocali como el que estadísticamente fue superior con 3 frutos m^{-2} , y a UAN-E como el que obtuvo el menor número con 1.83 frutos m^{-2} .

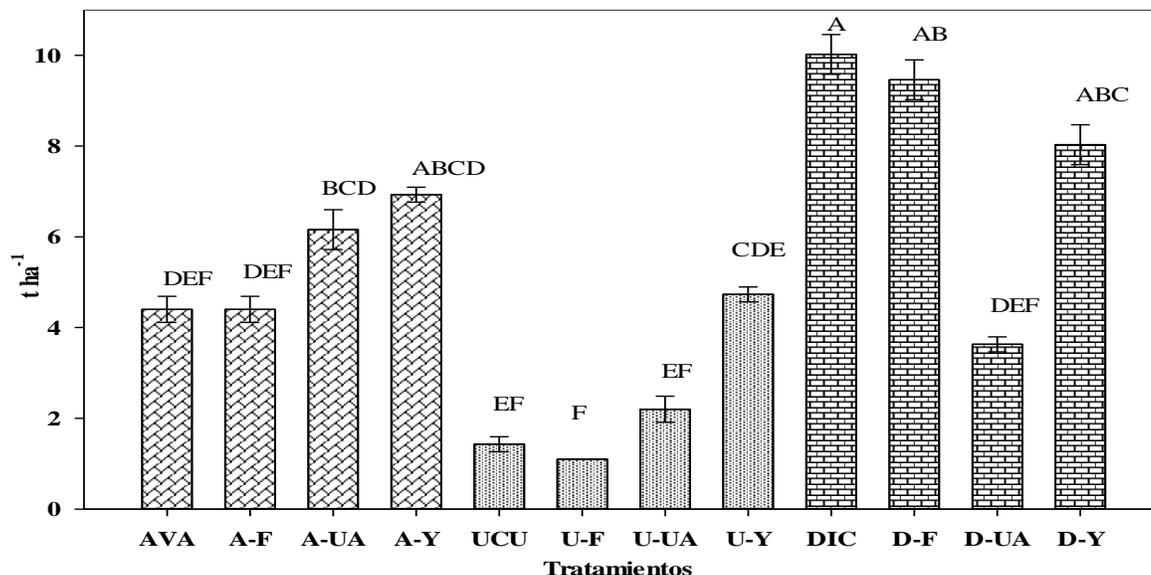


Figura 13. Interacción detectada entre portainjerto*hibrido*Frutos XL. Expresados en ($t\text{ ha}^{-1}$).

Las líneas verticales en cada barra corresponden a la desviación estándar. Promedios con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey $P \leq 0.05$) AVA= Avante sin injertar; A-F= Avante/Foundation; A-UA= Avante/UAAN-E; A-Y= Avante/Yaocali; UCU= Ucumary sin injertar; U/F= Ucumary/Foundation; U-UA= Ucumary/UAAN-E; U-Y= Ucumary/Yaocali; DIC= Dicaprio sin injertar; D-F= Dicaprio/Foundation; D-UA= Dicaprio/UAAN-E; D-Y= Dicaprio/Yaocali.

Para este tamaño comercial se detectó una diferencia significativa entre los factores portainjertos e híbridos sobre los frutos con tamaño XL (cuadro 1) en la (figura 1) se muestran las medias obtenidas expresadas en $t\text{ ha}^{-1}$, reflejándose una variabilidad entre híbridos una vez que son injertados. El tratamiento Avante/Yaocali (Figura 1), fue superior estadísticamente obteniendo un incremento en el rendimiento del 57% en comparación al híbrido cuando no se injerto. Así mismo sucedió con el híbrido ucumari, en donde se obtuvo que el tratamiento Ucumari/Yaocali alcanzó hasta un 228% de incremento en el rendimiento de frutos con denominación comercial (XL) en comparación al híbrido cuando no se injerto. Situación inversa se observó en el híbrido dicaprio, que cuando se injerto se obtuvieron decrementos significativos con cada portainjerto comparado, obteniendo al tratamiento dicaprio/UAAN-E como el que presentó la disminución más pronunciada con el 65% en el rendimiento en comparación a híbrido sin injertar. El efecto tanto de portainjerto e híbridos se reflejó de manera significativa sobre el tamaño de los frutos con denominación XL. Esto pudiera deberse a que el efecto de los portainjertos depende del genotipo del híbrido (Martínez Rodríguez *et al.*, 2008), Flores

et al. (2010) Indican que los portainjertos ayudan a mejorar la calidad del fruto solo bajo condiciones de estrés biótico o abiótico esto dependiendo de las variedades seleccionadas y que los cambios en el vástago están controlados por el portainjerto a través de la absorción y translocación de minerales, agua, y hormonas vegetales (lee y oda, 2003).

Clasificación comercial (L). Se detectaron diferencias significativas por efecto de los portainjertos, reflejando a yaocali como el que estadísticamente produjo el mayor número con 26.5 frutos m^{-2} y a UAN-E con la disminución más pronunciada con 18.8 frutos m^{-2} . El análisis de varianza registro diferencias significativas por efecto de los híbridos, detectando en la comparación de medias (Tukey $P \leq 0.05$) a Dicaprio como el que estadísticamente fue superior con 26.5 frutos m^{-2} , seguido de Avante con 20.9 frutos m^{-2} y Ucumary con 16.8 frutos m^{-2} respectivamente (Cuadro 1). Los resultados obtenidos en nuestro estudio, muestra al híbrido Dicaprio siendo influenciado de manera negativa por el injerto, el efecto de los portainjertos disminuyeron los tamaños de los frutos, a diferencia cuando el híbrido no se injerto, esto pudiera deberse a una incompatibilidad fisiológica, la falta de reconocimiento celular, presencia de reguladores de crecimiento o toxinas de incompatibilidad (Adrews y Marquez, 1993) entre portainjertos y el híbrido.

Clasificación comercial (M) y número de frutos. En el análisis de varianza no detecto niveles de significancia entre los factores de estudio que son: híbrido y portainjertos sobre los tamaños comerciales denominados (M) y numero de frutos (cuadro 1).

Clasificación comercial (S). Para esta clasificación comercial, el análisis de varianza no detecto diferencias significativas entre híbridos, sin embargo si entre portainjertos (Cuadro 1), estadísticamente UAN-E fue superior con 24.8 frutos m^{-2} , en comparación a los dos portainjertos restantes: foundation y yaocali, siendo este último como el que favoreció a disminuir estos frutos de menor tamaño y calidad comercial con 16.2 frutos m^{-2} . Curiosamente frutos con tamaño comercial (S) no existe diferencia entre híbridos, pero si entre portainjertos (Cuadro 1), los portainjertos de alguna manera favorecen a incrementar condiciones vegetativas o generativas a los híbridos (López-Marín *et al.*, 2016) , el portainjerto UAAN-E favoreció a plantas más generativas, expresando frutos

de menor tamaño, el tratamiento que presento mejor balance entre vigor generativo y vegetativo fue yaocali/dicaprio situación que favoreció a la obtención de frutos con mayor calidad comercial y un incremento en el rendimiento del 22% con respecto al híbrido no injertado.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio, muestra al híbrido Dicaprio siendo influenciado de manera negativa por el injerto, el efecto de los portainjertos disminuyeron los tamaños de los frutos, a diferencia cuando el híbrido no se injerto, esto pudiera deberse a una incompatibilidad fisiológica, la falta de reconocimiento celular, presencia de reguladores de crecimiento o toxinas de incompatibilidad (Adrews y Marquez, 1993) entre portainjertos y el híbrido. Situación opuesta en dos de los híbridos restantes: avante y ucumari, el efecto de portainjertos influyo de manera significativa en la obtención de frutos de mayor tamaño.

Curiosamente frutos con tamaño comercial (S) no existe diferencia entre híbridos, pero si entre portainjertos (Cuadro 1), los portainjertos de alguna manera favorecen a incrementar condiciones vegetativas o generativas a los híbridos (López-Marín *et al.*, 2016), el portainjerto UAAN-E favoreció a plantas más generativas, expresando frutos de menor tamaño (figura 3,4 y 5), en estas figuras, reflejan el efecto del injerto en un desbalance en los tamaños de frutos, siendo más complejo las acciones de balance sobre plantas injertadas, el tratamiento que presento mejor balance entre vigor generativo y vegetativo fue yaocali/dicaprio, situación favoreció a la obtención de frutos de mayor calidad comercial incrementando el rendimiento al 22% con respecto al híbrido no injertado

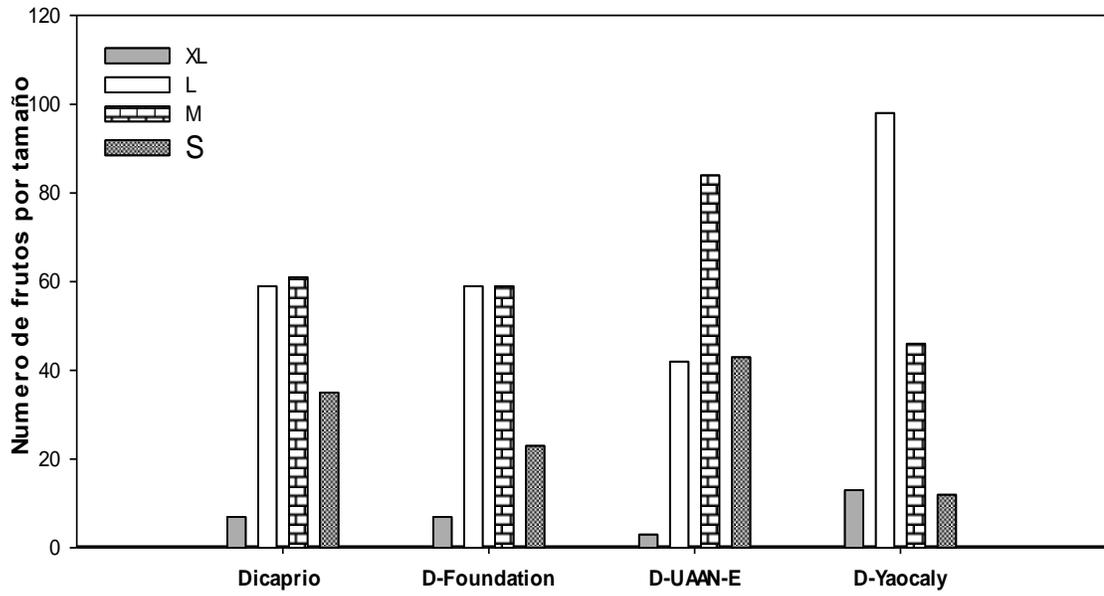


Figura 14. Tendencia en tamaño de frutos del híbrido dicaprio

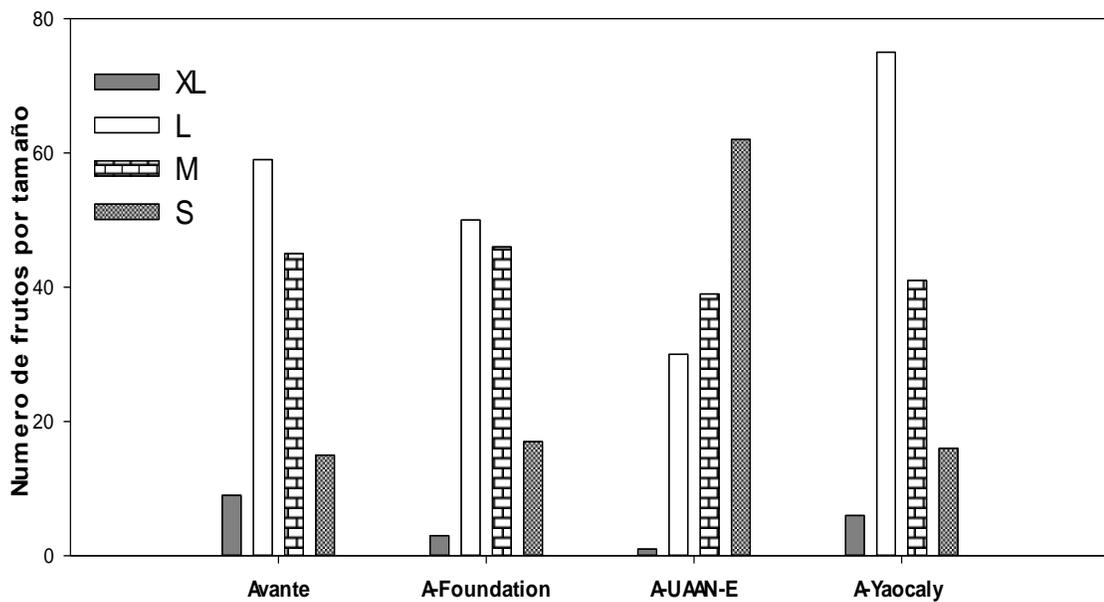


Figura 15. Tendencia en tamaño de frutos del híbrido avante

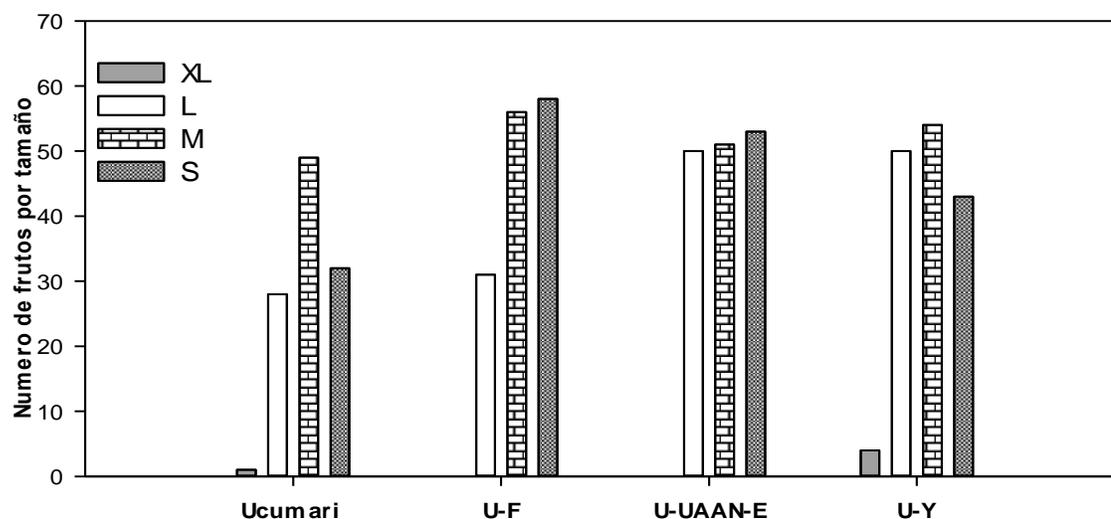


Figura 16. Tendencia en tamaño de frutos del híbrido ucumari

Rendimiento (RTO). En el análisis de varianza detecto diferencias significativas entre híbridos, más sin embargo no entre portainjertos (Cuadro 1), el híbrido Dicaprio fue el que estadísticamente presentó los mejores rendimientos con 143.8 t hec^{-1} , seguido de Avante con 130.4 t hec^{-1} y a Ucumari como el que presentó el menor rendimiento con 115.8 t hec^{-1} . Estudios reportan que una planta no injertada tiende a presentar menores rendimientos (Alan et al., 2007), García-Bañuelos. (2016) reporta incrementos significativos de 2.95 veces mayor en el rendimiento por efecto de portainjertos, esto pudiera deberse a que las plantas injertadas tiende a tener mayor área de exploración en el suelo por consiguiente mayor capacidad de adsorción de agua y nutrientes.

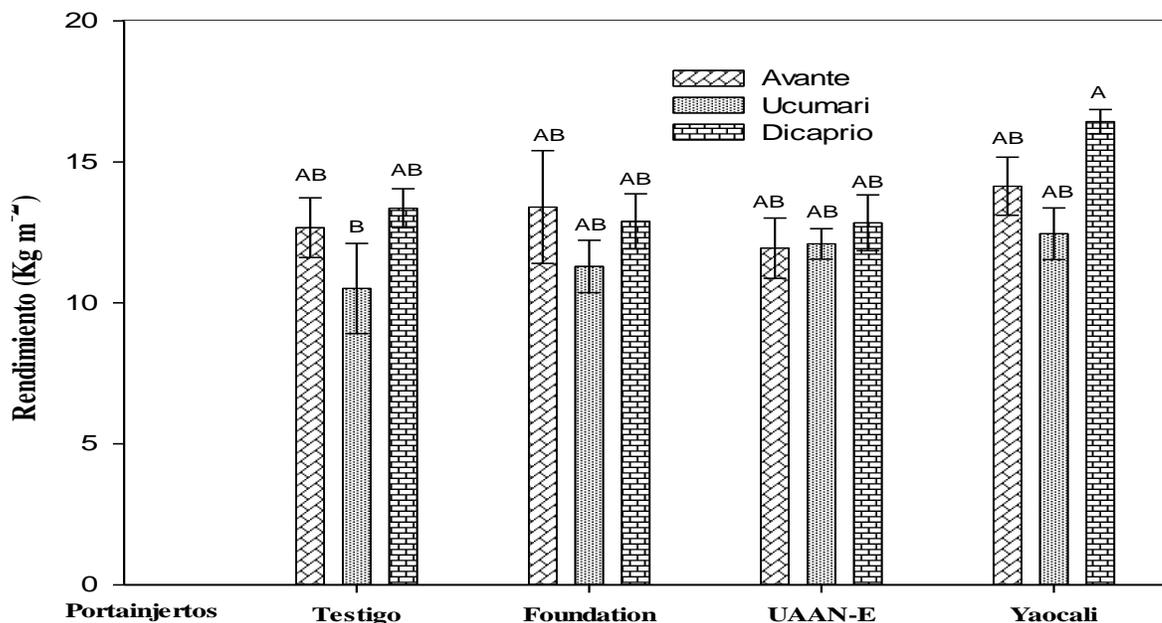


Figura 17. Rendimiento por m² de cada tratamiento evaluado.

AVA: Avante sin injertar; A/F: Avante/Foundation; A/UA: Avante/UAAN-E; A/Y: Avante/Yaocali; UCU: Ucumary sin injertar; U/F: Ucumary/Foundation; U/UA: Ucumary/UAAN-E; U-Y: Ucumary/Yaocali; DIC: Dicaprio sin injertar; D/F: Dicaprio/Foundation; D/UA: Dicaprio/UAAN-E; D/Y: Dicaprio/Yaocali.

Peso promedio de frutos (PPF).

El análisis de varianza (Cuadro 1) detecto diferencias significativas por efecto de los factores de estudio, portainjerto e híbrido sobre PPF, dentro de los portainjertos, se detectó a Yaocali como el que influyo estadísticamente a obtener un mayor peso promedio en sus frutos con 214.9 grs, y UAN-E como el que presento una disminución más pronunciada con 189.6 grs, así mismo entre híbridos se detectó diferencias significativas, registrando estadísticamente un mayor peso promedio en el híbrido Dicaprio con 204.6 grs, y a Ucumari como el que produjo el menor peso promedio con 187.6 grs, con esto se detectó a Yaocali/Dicaprio como el tratamiento que obtuvo los pesos promedio más altos con 220 grs, pero no se detectó diferencias significativas entre tratamientos.

Diámetro polar (DP).

En el análisis de varianza no detectó diferencias significativas entre portainjertos, mas sin embargo si entre híbridos sobre el tamaño polar de fruto (Cuadro 2). Detectando al híbrido

Avante como el que obtuvo estadísticamente las dimensiones más altas con 8.78 cm, y a Ucumary como el de menor dimensiones con 7.92 cm (Cuadro 2).

Diámetro ecuatorial (DE).

En el análisis de varianza, no detecto diferencias significativas por efecto de los factores de estudio, que son: híbridos y portainjertos sobre el diámetro ecuatorial del fruto, no existiendo diferencia entre injertar o no injertar. (Cuadro 2).

Cuadro 5. Efecto entre los factores de estudio sobre las variables: contenido de vitamina “C” (mg de ácido ascórbico⁻¹ 100g de peso fresco), diámetro polar (DP), Diámetro ecuatorial (DE), Grados °Brix, grosor de mesocarpio, firmeza de fruto y altura final de la planta.

Portainjerto	Vit. “C” (mg 100g ⁻¹)	DP (cm)	DE (cm)	Solidos solubles (°Brix)	Grosor (mm)	Firmeza (kg cm ⁻²)	Altura (m)
UAN-E	129.73 a	8.05 a	7.91 a	6.7 a	6.87 a	7.38 a	1.21 ab
Foundation	127.08 a	8.06 a	8.57 a	6.5 a	7.03 a	7.33 a	1.19 ab
Yaocali	122.04 a	8.60 a	8.03 a	6.89 a	7.06 a	7.34 a	1.32 a
Sin injertar	125.67 a	8.23 a	7.89 a	6.64 a	6.85 a	7.22 a	1.14 b
Anova P≤	0.88	0.48	0.29	0.6	0.52	0.84	0.019
Híbridos							
Avante	132.47 a	8.78 a	8.256 a	6.98 a	7.44 a	7.99 a	1.23 ab
Dicaprio	116.84 a	8.01 ab	8.179 a	5.52 b	6.78 b	6.79 b	1.28 a
Ucumary	123.85 a	7.92 b	7.873 a	7.54 a	6.64 b	7.16 b	1.13 b
Anova P≤	0.075	0.036	0.5	0.0001	0.0001	0.0001	0.009
Interacción	0.015	0.184 ns	0.90 ns	0.55 ns	0.40 ns	0.27 ns	0.78 ns
CV (%)	12.7	10	10	9	5.3	5.43	9.3
Error	250	0.693	0.693	0.377	0.136	0.158	0.012

Niveles de significancia representados por: * significativo, ** altamente significativo, NS no significativo a $P \leq 0.05$. Valores con diferente literal por columna indican diferencias estadísticas con la prueba de Tukey $P \leq 0.05$

Vitamina “C”.

El análisis de varianza no detecto diferencias significativas por efecto de los factores de estudio, portainjerto e híbrido sobre Vitamina “C” (Cuadro 2), más sin embargo si se detectó una diferencia significativa entre la interacción de los factores sobre la variable Vitamina C. Reflejándose una variabilidad entre híbridos una vez que son injertados.

El híbrido avante no mostro incrementos entre injertar y no injerar, a diferencia de dicaprio que presento el mayor contenido cuando no se injerto, una vez que se injerto

sobre los portainjertos evaluados, su contenido de vitamina C disminuyo en cada uno estos, situación inversa que se observó en el híbrido ucumari, el híbrido sin injertar exhibió los valores más bajos en comparación cuando se injerto.

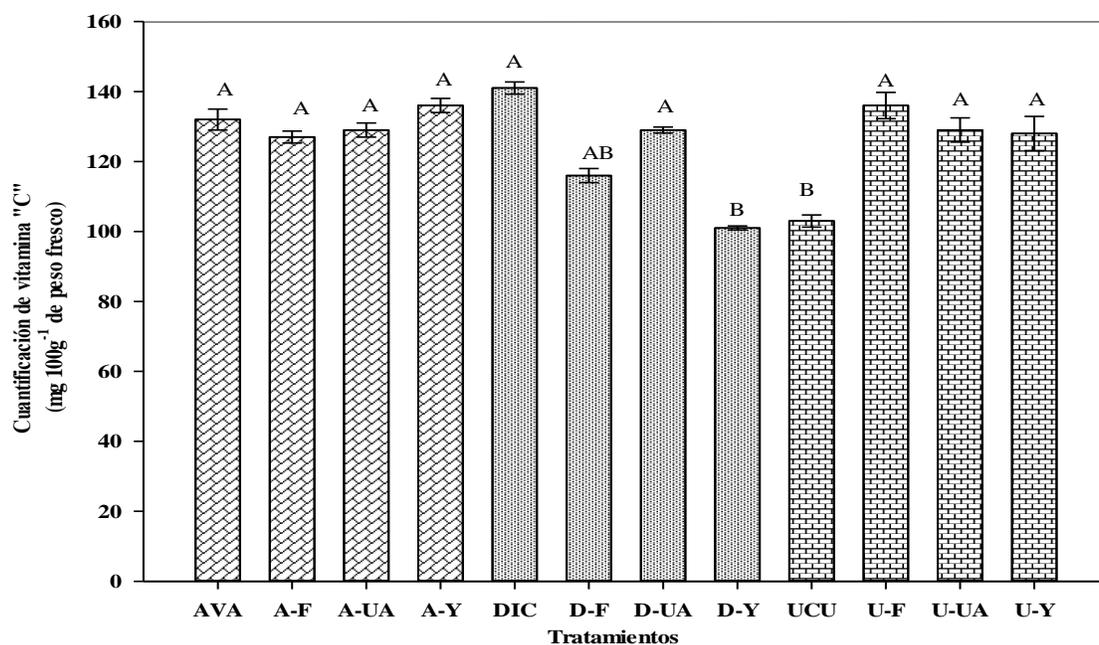


Figura 18. Interacción detectada entre portainjerto*híbrido*Cuantificación de vitamina “C” (mg de ácido ascórbico-1 100g de peso fresco) en frutos de pimiento morrón por cada tratamiento.

Las líneas verticales en cada barra corresponden a la desviación estándar. Promedios con letras iguales en cada barra no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05). AVA: Avante sin injertar; A-F: Avante/Foundation; A-UA: Avante/UAAN-E; A-Y: Avante/Yaocali; UCU: Ucumary sin injertar; U/F: Ucumary/Foundation; U-UA: Ucumary/UAAN-E; U-Y: Ucumary/Yaocali; DIC: Dicaprio sin injertar; D-F: Dicaprio/Foundation; D-UA: Dicaprio/UAAN-E; D-Y: Dicaprio/Yaocali.

El híbrido Avante no mostro diferencias por efecto de cada uno de los portainjertos, siendo estadísticamente igual entre injertar y no injertar para esta variable. El híbrido Dicaprio presento decrementos entre injertar y no injertar, el tratamiento Dicaprio/Yaocali reflejo el decremento más pronunciado con el 28.4% en comparación al híbrido Dicaprio sin injertar, siendo este el que presento el mayor contenido de Vitamina C. En el híbrido ucumari sin injertar, presento el contenido más bajo en comparación cuando se injerto, el tratamiento ucumari/foundation reflejo el incremento más alto con un 32% en comparación al híbrido sin injertar. Algunos autores indican que el ácido ascórbico aumenta por efecto de portainjertos según (Zhu et al., 2006) así mismo Gisbert et al. (2010) Reportan que el uso de portainjertos Foc y Charlot no afectó en contenido de

vitamina C, López-Marín *et al.*, (2016) indican que el uso de portainjertos favoreció en una disminución en el contenido de vitamina C. En base a nuestros resultados, estos efectos se pudieran presentar, debido a que tanto portainjerto como el injerto pudieran poseer reguladores de crecimiento, incompatibilidad fisiológica, poco o nulo reconocimiento celular, toxinas, así como translocación de minerales, que pudieran repercutir en la disminución o incremento de la vitamina C. En el presente trabajo, el promedio del contenido de esta vitamina entre tratamientos fue de 130 mg/100g de peso fresco, contenido relativamente inferior en comparación a otros reportes, Hernández-Fuentes. (2010) Reporta contenidos de 150 mg 100g⁻¹ y un incremento considerable a los 30 días de 200.1 mg 100g⁻¹, los bajos contenidos en nuestro estudio, como lo indica Hernández flores, se pudo ver afectado por el periodo de cosecha, ya que los frutos fueron cosechados a una madurez del 75%, esto por la viabilidad y manejo a posible exportación y vida de anaquel, así como considerando las recomendaciones de Calidad Suprema. (2005). Siller-Cepeda *et al.* (2005) Menciona que el contenido de vitamina C, es mayor en frutos de color rojo y amarillo en comparación a los verdes, entre los híbridos evaluados el contenido de sólidos solubles se comportó de la siguiente manera, frutos de color naranja presentaron los mayores contenidos, seguido por los de color rojo y por último los de color amarillo.

Sólidos solubles totales.

El análisis de varianza (Cuadro 2), no detecto diferencias significativas entre portainjertos, mas sin embargo si una diferencia significativa entre híbridos sobre el contenido de sólidos solubles totales, en la comparación de medias, reflejo estadísticamente a ucumari como el que cuantifico el mayor contenido de sólidos solubles con 7.54 °Brix, de igual manera a dicaprio como el que cuantifico el menor contenido con 5.52 °Brix. Muramatsu. (1981) Reporto el uso de un portainjerto resistente al marchitamiento por fusarium pero que causaba un decremento en la calidad de fruto y sólidos solubles totales, Davis y Perkins. (2008) indican que el injerto afecta diversos aspectos de calidad, Traka-Mavrona *et al.* (2000) Indican que el injerto tiene efectos adversos en la calidad del fruto dependiendo del patrón, así mismo el efecto del patrón dependerán de las condiciones climáticas y geográficas (Davis y Perkins, 2008), para influenciar de manera significativa,

esto pudiera explicar que los materiales utilizados como portainjertos influirán de manera diversa sobre el híbrido, con base a lo observado, los híbridos también influirán en una o más variables esto por su potencial genético una vez injertados. El contenido de sólidos solubles, grosor y firmeza de nuestros frutos solo presentaron diferencias significativas entre híbridos o injertos (Cuadro 2), considerando el periodo de cosecha de 75% de madurez, presentaron niveles de 7.6 y 7.8 °Brix, superando en contenido a los reportados por Hernández-Fuentes. (2010) Quien reporta contenidos de 5.73 y 5.75. En el presente estudio se observa que el contenido de grados °Brix fue afectado significativamente en cada uno de los tratamientos. El híbrido Avante presentó incrementos significativos con cada uno de los portainjertos, a diferencia de Ucumari y Dicaprio, donde el contenido de sólidos disueltos disminuyó significativamente cuando se injertó. Esto pudiera deberse al efecto del genotipo del híbrido (Martínez Rodríguez *et al.*, 2008) utilizados en este experimento.

Firmeza de fruto.

El análisis de varianza (cuadro 2), no detectó diferencias significativas entre portainjertos mas sin embargo si entre híbridos, en la comparación de medias, el híbrido Avante obtuvo el mayor grado de firmeza con 7.99 Kg cm⁻², de igual manera detectó a Dicaprio con el menor grado de firmeza con 6.79 Kg cm⁻². Estudios efectuados en el cultivo de sandía comentan que la firmeza y los grados °Brix son afectados positivamente por el portainjerto (Davis and Perkins, 2005). Yetisir *et al.* (2003) reportan que la firmeza, grosor y forma de la fruta en sandía se vio afectada por efecto del injerto

Grosor de mesocarpio.

En esta variable, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas por efecto de portainjertos, mas sin embargo si se detectaron diferencias significativas por efecto de híbridos. En la comparación de medias, el híbrido Avante reflejó los mayores índices de grosor con 7.44 mm, y al híbrido Ucumari como el que obtuvo el menor índice de grosor con 6.64 mm.

Altura de planta.

El análisis de varianza reflejo diferencias significativas por efecto de portainjertos así como entre híbridos, en base al análisis de comparación de medias para portainjertos (Tukey $P \leq 0.05$) se obtiene que Yaocali fue superior estadísticamente, presentando el mayor índice de crecimiento con 1.32 m, a diferencia cuando no se injerto que presento el menor índice con 1.14 m. La comparación de medias entre híbridos reflejo a dicaprio con el mayor índice de crecimiento con 1.28 m, y el de menor índice de crecimiento fue Ucumary con 1.13m (Cuadro 2). (López-Marín et al., 2016) obtuvieron diferencias significativas sobre esta variable, influyendo el portainjerto significativamente, Hernández-Gonzales. (2014) no obtuvo efecto significativo de portainjerto sobre la altura final, esto pudiera deberse a que los cambios en el vástago están controlados por el portainjerto a través de la absorción y translocación de minerales, agua, y hormonas vegetales (lee y oda, 2003) en conjunto esto dependerá la expresión del portainjerto sobre el híbrido.

CONCLUSIONES

El injerto en el cultivo de pimiento morrón resulta ser una alternativa de producción viable, siempre y cuando se considere una meta u objetivo a lograr, considerando que no todos los híbridos una vez injertados obtendrán los resultados esperados. Resaltando que, algunos porta injertos e híbridos pudieran no estar aptos o que reúnan las características para ser considerados para los objetivos deseados, ya que tanto híbrido y portainjerto poseen características específicas que limitaran o favorecerán el incremento o decremento de alguna variable esperada, por esto se recomienda realizar pruebas preliminares antes de establecerse a gran escala.

El uso de portainjertos en la producción de pimiento representa una alternativa para la producción de frutos de las categorías XI, que son los frutos que adquieren mayor valor en el mercado. Sin embargo la selección de portainjertos e injertos es de gran importancia para lograr altos rendimientos y calidad de fruto ya que no todas las combinaciones logran una adecuada compatibilidad. Resaltando que, algunos portainjertos e injertos pudieran no estar aptos para ser establecidos y adaptarse adecuadamente a un estrés biótico y abiótico y finalmente no cumplir con el objetivo de lograr altos rendimientos y calidad de fruto.

AGRADECIMIENTO

Un enorme agradecimiento al CONACYT por el apoyo de una beca para la realización de los estudios de posgrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alan O, Ozdemir N, and Gunen Y (2007) Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. *Journal of Agronomy* 6:362-365.
- Andrews PK, and Marquez CS (1993) Graft incompatibility. *Hort. Rev. Amer. Soc. Hort. Sci.* 15:183–232.
- AOAC (1980). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 13th ed. Washington, DC. 43 p. 746-747 (43.055, 43.056).
- Báez-Sañudo, M.A., Siller Cepeda, J.H., Contreras Martínez, R. 2009. La Inocuidad en la Producción y Empaque de Tomate. Capítulo 14. En: *Manual de Producción de Tomate en Invernadero*. Editor INTAGRI, S.C. México, D.F. Páginas 427-442. ISBN - 978-607-95302-0-4.
- Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN). U.S Department of Health and Human Services., Food and Drug Administration (FDA). *Guía para Reducir al Mínimo el Riesgo Microbiano en los Alimentos para Frutas y Hortalizas Frescas*. EUA, 1998.
- Chávez-Mendoza C, Sánchez E, Carvajal-Millán E, Muñoz-Márquez E, Guevara-Aguilar A (2013). Characterization of the nutraceutical quality and antioxidant activity in bell pepper in response to grafting. *Molecules* 18 (12): 15689-15703.
- Chávez-Mendoza C, Sánchez E, Muñoz-Márquez E, Sida-Arreola JP, Flores-Córdova MA (2015). Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Grafted Varieties of Bell Pepper. *Antioxidants* 4 (2): 427-446.
- Davis, A.R. and Perkins-Veazie P (2005) Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. *Cucurbit Genet. Coop. Rpt.* 28:39–42.
- Davis, A.R. and Perkins-Veazie P (2008) Grafting effects on vegetable quality. *HortScience* 43(6): 1670-1671.
- FAO (2012). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <http://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2012/es/?page=2&ipp=10> (Consultado: Febrero 2018).
- Flores FB, Sánchez-Bel P, Estañ MT, Martínez-Rodríguez M.M, Moyano E, Morales B, Campos JF, García-Abellan JO, Egea MI, Fernández-García N, Romojaro F, Bolarin MC (2010). The effectiveness of grafting to improve tomato fruit quality. *Scientia Horticulturae* 125 (3): 211-217.

- García-Bañuelos ML, Sánchez-Chávez E, Gardea-Béjar AA, Parra JM, Muñoz-Márquez E, García-Carrillo M (2016). Grafted bell pepper cultivars with an efficient nitrogen use to improve production. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 17 p. 3491-3507.
- Gilardi G, Baudino M, Moizio M, Pugliese M, Garibaldi A, Gullino ML (2013) Integrated management of *Phytophthora capsici* on bell pepper by combining grafting and compost treatment. *Crop Protection*. 53 p. (2013) 13-19.
- Gisbert C, Sánchez-Torres P, Raigón MD, Nuez F (2010). *Phytophthora capsici* resistance evaluation in pepper hybrids: agronomic performance and fruit quality of pepper grafted plants. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 8(1): 116-121.
- Hernández-Fuentes AD, Campos-Montiel R, Pinedo-Espinoza JM (2010) Comportamiento poscosecha de pimiento morrón (*Capsicum annum L.*) Var. California por efecto de la fertilización química y aplicación de lombrihumus. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 11 (1): 82-91.
- Hernández-Gonzales Z, Sahagún-Castellanos J, Espinosa-robles P, Colinas-León MT, Rodríguez-Pérez JE (2014) Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de frutos en pepino injertado. *Rev. Fitotec. Mex.* 37 (1): 41-47.
- Jang Y, Moon JH, Lee JW, Lee SG, Kim SY, Chun C (2013). Effects of different rootstocks on fruit quality of grafted pepper (*Capsicum annum L.*). *Korean Journal of Horticultural Science Technology* 31(6): 687-699.
- Kubota, C., McClure A. (2008). Vegetable grafting: History, use, and, Currente Tecnology Status in North America. *HortScience* 43 (6).
- Lee, J. M.; Kubota, C.; Tsao, S. J.; Bie, Z.; Hoyos, E. P.; Morra, L. and Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: diffusion, grafting techniques, automation. *Sci. Hortic.* 127:93-105.
- Lee JM, Oda M (2010) Grafting of herbaceous vegetable and ornamental crops. *Horticultural Reviews*. 28:61–124.
- López-Marín J, Gálvez A, Del amor, F. M., Albacete, A., Fernandez, J.A., Egea-Gilabert, C., Pérez -Alfocea, F. (2016) Selecting vegetative/generative/dwarfing rootstocks for improving fruit yield and quality in wáter stressed sweet peppers. *Scientia Horticulturae*. 214 (2017) 9-17.
- Lowman, M.S. and J.W. Kelly. 1946. The presence of mydriatic alkaloids in tomato fruit from scions grown on *Datura stramonium* rootstock. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 48:249–259.

- Martínez-Rodríguez MM, Estañ MT, Moyano E, García-Abellan JO, Flores FB, Campos JF, Al-Azzawi MJ, Flowers TJ, Bolarín MC (2008). The effectiveness of grafting to improve salt tolerance in tomato when an “excluder” genotype is used as scion. *Environmental and Experimental Botany* 63: 392-401.
- Muramatsu Y (1981). Problems on vegetable grafting. *Shisetu Engei*, 10(11), 48-53.
- Organización de las naciones unidas ONU (2016). División de estadística de la organización de las naciones unidas, COMTRADE (código 070960) pimiento fresco y refrigerado, (tariff integrated of the european communities).
- Penella C, Landi M, Guidi L, Nebauer SG, Pellegrini E, Bautista A, Remorini D, Nali C, López-Galarza S, Calatayud A (2015) Salt-tolerant rootstock increases yield of pepper under salinity through maintenance of photosynthetic performance and sinks strength. *Journal of Plant Physiology*. 193 (2016) 1-11.
- Rivero RM, Ruiz JM, Romero L (2003). Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 1(1): 70-74
- Rodríguez-Valencia, D. (2015) Efecto de los cv Serrano de Morelos 2 y Jalapeño utilizados como portainjertos sobre la producción del pimiento “Tipo California” cv Bily bajo invernadero. Tesis de licenciatura, Universidad de Almería Escuela Politécnica Superior y Facultad de Ciencias Experimentales.
- SAGARPA (2005). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimiento morrón, PC-022-2005.
- SAGARPA (2017). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/nayarit/boletines/Paginas/BNS-AGENE052017.aspx> (Consultado: Marzo 2018).
- Sánchez-Torres A, Flores M, Preciado P, Márquez C (2015) Uso de portainjerto sobre el rendimiento, calidad del fruto y resistencia a *Phytophthora capsici* Leonian en pimiento morrón. *Revista Electrónica. Nova Scientia*. Pp: 227-244.
- SAS (2006) Statistical Analysis System. SAS Institute Inc. Version 9. North Caroline. USA.
- SENASICA (2016). Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria. <https://www.gob.mx/senasica/articulos/una-definicion-clara-de-inocuidad-70674?idiom=es> (Consultado: Marzo 2018).
- SIAP (2017). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/232764/Chile_Pimiento_Mayo_2017.pdf (Consultado: Marzo 2018).

- SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2018) www.siap.gob.mx (Abril 2018).
- Siller-Cepeda J, Báez- Sañudo M, Muy- Rangel P, Contreras-Martínez R, Contreras-Angulo L (2005) Carotenoides, ácido ascórbico y otros nutrimentos en chiles morrones rojos, amarillos y anaranjados producidos en invernadero. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Sinaloa México. Second World pepper Convention.
- Tateishi, K. 1927. Grafting watermelon on squash. *Japan. J. Hort.* 39:5–8.
- Traka-Mavrona E, Koutsika-Sotiriou M, Pritsa T (2000) Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scientia Horticulturae* 83:353-362.
- Yetisir H, Sari N, Yucel S (2003) Rootstock resistance to *Fusarium* wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica* 31:163–169.
- Zhao X, Guo Y, Huber DJ, Lee J (2011) Grafting effects on postharvest ripening and quality of 1-methylcyclopropene-treated muskmelon fruit. *Scientia Horticulturae*.
- Zhu I, Bie ZL, Huang Y, Han XY (2006) Effects of different grafting methods on the grafting work efficiency and growth of cucumber seedlings. *China Vegetables* 9:24-25.