

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación del Potencial de Rendimiento y Calidad de Fruto en 16 Genotipos de Pimiento Morrón (*Capsicum annum* L.) en Invernadero de Mediana Tecnología

Por:

OSCAR ALAN PIÑA ANGELINO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Enero de 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación del Potencial de Rendimiento y Calidad de Fruto en 16 Genotipos de Pimiento Morrón (*Capsicum annuum* L.) en Invernadero de Mediana Tecnología

Por:

OSCAR ALAN PIÑA ANGELINO

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal



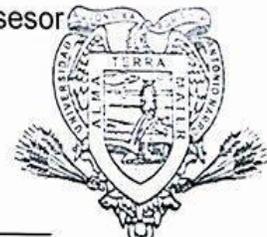
Dra. Francisca Ramírez Godina
Coasesor



M.C. Álvaro García León
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Enero de 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes y sobre todo felicidad.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por ser la cuna de mi formación personal y profesional.

Al Dr. Valentín Robledo Torres y a la Dra. Francisca Ramírez Godina por su ayuda y conocimiento para realizar este trabajo.

Al Dr. Álvaro García León por su amistad y apoyo, sin duda fundamental para la realización de esta tesis.

Le doy gracias a mis padres Aniceto Piña Albarrán y Norma Angelino Santos por confiar en mí en todo momento, por los valores inculcados, así como la oportunidad de tener una formación profesional sin escatimar esfuerzos.

A la M.C. Viviana Paola Sosa Flores te agradezco de la manera más sincera e infinita por tu ayuda en la elaboración de esta tesis, y por tus incontables apoyos en mi vida, mostrado mil veces en tu propio ejemplo lo que significa ser una gran persona.

A Juan Jesús Vásquez Ricardo, José Luis Roque Carrillo y Mayra Alejandra Sosa Flores, por permitirme encontrar una amistad tan pura, verdadera y productiva para mi vida.

DEDICATORIA

De manera especial a mis padres:

Aniceto Piña Albarrán y Norma Angelino Santos pues son mi principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaron en mí las bases de responsabilidad y deseos de superación, en ellos tengo el espejo en el cual me quiero reflejar pues sus virtudes infinitas y su gran corazón me llevan a admirarlos cada día más.

A mis hermanos Joshua Iván Piña Angelino y Brenda Piña Angelino, por estar siempre a mi lado, y apoyarme como amigos. Confió en ustedes como en nadie.

De igual forma dedico esta tesis con mucho cariño a mis abuelos Epifanio Piña Victoria (+) Martina Albarrán Eligio, Adrián Angelino Piña y Juana Santos Rosales, ya que después de mis padres son las personas que más se preocuparon de mí.

A mi familia en general, porque me han brindado su apoyo incondicional y por compartir conmigo buenos y malos momentos, que han hecho de mí una mejor persona.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	1
1.- INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO GENERAL	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
HIPÓTESIS	4
2.- REVISIÓN DE LITERATURA	5
Panorama de la Agricultura Protegida en México	6
Importancia del Pimiento en México	7
Comercialización del Pimiento Morrón	8
Buenas Prácticas de Manejo	8
Especificaciones de certificación México Calidad Suprema para Pimiento Morrón	9
Especificaciones Sensoriales del Fruto de Pimiento Morrón	12
Necesidades Nutrimientales del Pimiento Morrón	13
Material Vegetal	16
Bunker.	16
Artillero (E20b30077)	16
Dicaprio	16
Karisma	17
Revolution	17
Mysterio	17
Morraine	18
Viper	18
Triple 5	18
Mecate	19

Importancia del Injerto del Pimiento Morrón _____	19
Tipos de Injerto en Pimiento _____	20
Injerto de púa _____	21
Injerto de empalme _____	21
Patrones Utilizados en la Presente Investigación _____	22
Scarface. _____	22
E10144. _____	22
3.- MATERIALES Y MÉTODOS _____	23
Área del Experimento _____	23
Labores Culturales _____	23
Material Vegetal _____	24
Tratamientos y Diseño Experimental _____	24
Determinación del Rendimiento Total de Fruto _____	25
Medición de Parámetros de Calidad de Fruto _____	26
Evaluación Nutrimental _____	29
Análisis estadístico _____	31
4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	32
Análisis de Calidad de Fruto y Rendimiento _____	32
Evaluación de genotipos con portainjertos y sin portainjerto _____	37
Correlaciones entre el rendimiento y la nutrición mineral mensual _____	41
5.-CONCLUSIONES _____	44
6.- LITERATURA CITADA _____	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Demanda nutritiva de la planta para producir una tonelada de fruto fresco para diferentes variedades cultivadas al aire libre o en invernadero según diversos autores.....	13
2	Cantidad de fertilizantes aplicados cada mes, vía fertirriego..	30
3	Cantidad de elementos minerales aplicados mensualmente vía fertirriego.....	30
4	Cuadrados medios de los parámetros de calidad y rendimiento de 16 materiales de pimiento morrón evaluados bajo invernadero de mediana tecnología.....	35
5	Comparación de medias de los parámetros de rendimiento y calidad de fruto en 16 genotipos injertados y sin injertar de pimiento morrón, evaluado bajo invernadero de mediana tecnología.....	36
6	Cuadrados medios de los parámetros de calidad y rendimiento de 4 materiales de pimiento morrón injertados respecto a sus variedades, evaluados bajo invernadero de mediana tecnología.....	40
7	Comparación de medias de los parámetros de calidad de fruto de pimiento morrón y su rendimiento en patrones injertados e híbridos sin injerto.....	41
8	Análisis de correlación del rendimiento entre materiales injertados y respectivas variedades en relación a la aportación de nutrientes durante el ciclo de cultivo.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curva de extracción de macronutrientes de pimiento en invernadero.....	14
2	Recomendación de nutrición mineral pre siembra y fertirriego del cultivo de pimiento morrón en invernadero, según la empresa Haifa.....	15
3	Ubicación del área experimental dentro del Tecno-Parque Hortícola Fidesur, Galeana, Nuevo León.....	23
4	Representación esquemática de la distribución de tratamientos dentro del invernadero.....	25
5	Monitoreo de plantas y frutos de pimiento morrón.....	25
6	Procedimiento del peso de frutos.....	26
7	Vista apical de frutos de pimiento, donde se observa la diferencia en la formación de sus lóculos.....	27
8	Procedimiento de medición del diámetro polar de los frutos.....	27
9	Método de medición del diámetro ecuatorial de los frutos.....	28
10	Equipo digital portátil empleado para la medición de Grados Brix.....	28
11	Equipo de medición portátil digital utilizado para determinar firmeza.....	29
12	Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de la variedad Triple 5 y el injerto Triple 5/Scarface.....	42
13	Efecto de la aplicación de potasio (K ₂ O) sobre el rendimiento de la variedad Triple 5.....	43

RESUMEN

Hoy en día, el sector agrícola debe estar encaminado a dar solución a problemas de producción, precocidad, comercialización; economía, mano de obra, insumos, energía y manejo sustentable del ambiente, evitando riesgos por escasez de agua, precipitación excesiva, temperatura, vientos. Es por ello que se plantea la presente investigación, que tiene como objetivo, identificar genotipos que se adapten a las condiciones climáticas del Tecno Parque Agrícola Fidesur en Galeana, Nuevo León. Por lo tanto, se evaluaron 12 genotipos de pimiento sin injertar (Bunker, Artillero, Viper, Triple 5, Dicaprio, Karisma, Revolution, Misterio, Morraine, Mecate, 7556, E20b.10135) y cuatro genotipos injertados (Bunker/Scarface, Bunker/E10144, Viper/E10144 y Triple 5/Scarface). El diseño experimental fue un bloques al azar con tres repeticiones, donde se tenían 16 tratamientos, se evaluó el rendimiento, peso de frutos, número de frutos, firmeza, grados brix, diámetro polar, diámetro ecuatorial y número de lóculos. El análisis de varianza exhibió diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre genotipos, en rendimiento, firmeza, número de frutos y número de lóculos. Los análisis de varianza realizados a híbridos con portainjertos y sin portainjertos, mostraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$), para rendimiento, número de frutos, peso y firmeza de frutos. Aunque se encontró que el uso de portainjertos no influyo significativamente en el rendimiento o calidad de fruto. El análisis de correlación de materiales injertados y sus respectivas variedades, indica correlaciones negativas entre la aportación de nitrógeno y el rendimiento de triple5/Scarface, se encontraron correlaciones positivas y significativas entre el rendimiento de triple5 y la aportación de K_2O . Por lo tanto se concluye que el genotipo Morraine es el más adecuado por sus altos rendimientos (30.62 Kg/m^2), de igual forma Misterio (276.67 g) produjo la mejor calidad en cuanto a peso promedio de fruto. Por lo que respecta a los genotipos con portainjertos no aportaron mayores rendimientos o calidad de fruto, y no se recomienda su uso en el Tecno Parque Agrícola Fidesur en Galeana, Nuevo León.

Palabras clave: Pimiento, Injertos, rendimiento, fertirriego.

1.- INTRODUCCIÓN

En México se puede observar un desarrollo acelerado de la agricultura protegida y aparentemente, esta industria ha incrementado drásticamente en extensión, consecuentemente en oferta. Por un lado, las cifras oficiales de inventarios de invernaderos y casas sombra de casi 9,500, hectáreas en el 2009, cuando la Asociación Mexicana de Horticultura Protegida (AMHPAC), manejaba en su inventario poco más de 3500 hectáreas, mismas que estaban distribuidas en 23 estados de la república y representaban casi el 70% de las exportaciones totales de la horticultura protegida. Por otro lado, las tendencias comerciales de nuestro vecino del norte, marca nuevas exigencias y requisitos que hoy son variables y que influyen fuertemente sobre el mercado al que nuestros agricultores venden (AMHPAC, 2009). El cultivo del pimiento representa el 16% de la superficie sembrada en condiciones de agricultura protegida en el país, solo superado por el cultivo de tomate el cual se cultiva en un 70% (SAGARPA, 2012). En México la mayor parte de la producción de pimiento morrón se exporta hacia los Estados Unidos de América y Canadá, estas exportaciones han venido en ascenso (Castellanos y Borbón, 2009). Como reacción a la apertura comercial es preocupación permanente de los agricultores la producción de hortalizas de calidad y que sean aptas para el consumo humano, es decir, la producción hortícola de calidad y libre de contaminantes, lo que constituye una de las prioridades para productores y consumidores. Debido a esto, actualmente se buscan alternativas de manejo que permitan reducir la aplicación de pesticidas y fertilizantes, una opción con mucho potencial es el uso de portainjertos con resistencia a ciertos patógenos y otro tipo de estrés biótico, y que puede tener un efecto positivo en el rendimiento (Martínez, 2013), por lo que es necesario que las combinaciones portainjerto-injerto sean seleccionadas cuidadosamente para condiciones climáticas y geográficas específicas. Una selección apropiada puede ayudar a reducir la incidencia de enfermedades que afectan la raíz e incrementar

y mejorar la calidad de fruto. 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). Debido a lo anterior se planteó evaluar el comportamiento del rendimiento y calidad de fruto en variedades, híbridos y materiales injertados, así como definir las ventajas y rentabilidad del uso de portainjertos en el cultivo de pimiento en invernadero de mediana tecnología, así como identificar un material vegetal con potencial de rendimiento y calidad de fruto que cubra las exigencias del mercado de exportación.

OBJETIVO GENERAL

1. Evaluar el rendimiento de variedades con potencial a utilizarse como material vegetal dentro de los 156 invernaderos pertenecientes al Tecno-Parque Hortícola Fidesur.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2. Conocer si el uso de injertos en pimiento morrón influye sobre el rendimiento.
3. Determinar la calidad del fruto en las variedades evaluadas.
4. Analizar el efecto de la nutrición respecto al rendimiento de las variedades injertadas sobre las mismas variedades sin injertar.

HIPÓTESIS

Entre los materiales de pimiento morrón evaluados habrá una variedad injertada o sin injertar que genera el rendimiento y calidad de fruto requerido por los productores del Tecno - Parque Hortícola Fidesur pudiendo estas cualidades estar influidas por la nutrición mineral.

2.- REVISIÓN DE LITERATURA

Cultivo del Pimiento Morrón

El pimiento es una planta cuyo origen botánico se centra en América del Sur, concretamente en el área entre Perú y Bolivia, desde donde se expandió al resto de América Central y Meridional. Es una planta cultivada desde hace varios siglos y una vez descubierta por los españoles fue enviada a España en 1493, para extenderse a lo largo de otros países de Europa, Asia y África durante el siglo XVI (Casilimas *et al.*, 2012).

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 cierta edad, los tallos se lignifican ligeramente (Nuñez, 1996).

Las hojas son planas, simples, lampiñas, enteras, ovales o lanceoladas con un ápice muy pronunciado (acuminado) y un peciolo largo o poco aparente y de forma ovoide alargada. Para que se produzca la floración, además de condiciones climáticas adecuadas, se requiere cierta “madurez” de la planta, que en la especie se materializa con la presencia mínima de 8 a 12 hojas (Vilmorin, 1977).

Las flores son perfectas, formándose en las axilas de las ramas; son de color blanco y a veces púrpura. Poseen la corola blanquecina, aparecen solitarias en cada nudo y son de inserción aparentemente axilar. Su fecundación es claramente autógena, no superando el porcentaje de alogamia del 10% (Nuñez, 1996).

El fruto es una baya semicartilaginosa y deprimida de color rojo o amarillo cuando está maduro, que se puede insertar pendularmente, de forma y tamaño muy variable. Los frutos se presentan en diferentes formas y tamaños, existiendo variedades que dan frutos de 1 o 2 g, frente a otras que pueden formar bayas de más de 300 g. Las semillas son redondeadas y ligeramente reniformes, suelen tener de 3 a 5 mm de longitud, se insertan sobre una placenta cónica de disposición central y son de un color amarillo pálido. En un gramo pueden concentrarse entre 150 y 200 semillas y su poder germinativo es de 3 a 4 años (Nuez, 1998).

Panorama de la Agricultura Protegida en México

La agricultura protegida es aquella que se realiza bajo estructuras construidas con la finalidad de evitar las restricciones que el medio 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 en concordancia con los factores climáticos de cada región, que han afectado gravemente a la agricultura (Huerta, 2012).

Las primeras instalaciones comerciales se iniciaron en 1990, sin embargo, fue hasta la primera década del siglo XXI que se dio un franco crecimiento a esta industria. Las mayores tasas de crecimiento se dieron durante 2004 y 2005, y fueron cercanas al 20%. En los últimos dos años se dio un ligero descenso en la velocidad del incremento de esta industria. Sin embargo, el crecimiento de la horticultura en México continua siendo muy significativo (Huerta, 2012).

La agricultura protegida en México ha tenido un incremento principalmente orientado a la implementación de casa sombra e invernaderos de baja tecnología, debido a los costos de implementación que conllevan éstos 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 las diferencias en rendimientos por unidad de producción (Ordoñez, 2010).

En cuanto a materiales, también encontramos sustanciales 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

Para la economía agrícola del país, 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).

México es líder en exportación de chile, con un comercio de 845 mil toneladas de este producto, lo que generó divisas por alrededor de 560 millones de dólares en 2014 (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 para comercialización 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 de pimiento dulce verde. 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).

Las exportaciones de pimiento morrón en México fueron adquiridas principalmente por Estados Unidos de América con un total 640,671 toneladas (FAOSTAT, 2010).

Comercialización del Pimiento Morrón

Los productores de pimiento morrón (chile dulce, pimentón o bell) en México se enfrentan a la competencia de varios países productores, entre los que se encuentra Canadá y en la lucha por los mercados de consumo foráneos, las autoridades mexicanas ofrecen su ayuda, mediante el sello de calidad de; México Calidad Suprema (Robinson, 2008).

El presente pliego de condiciones hace referencia al pimiento morrón cultivado en campo abierto o casa sombra, como la hortaliza de la familia de las Solanáceas, del género *Capsicum* y especie *annuum* que presenta diversos colores, con olor y sabor característicos propios de la variedad. Es característica de éste tipo de chiles la ausencia del sabor picante.

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 medio 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.

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.

Lote. Para fines de evaluación de conformidad con respecto a este pliego de condiciones, el lote corresponderá a la totalidad de la carga de pimientos morrones debidamente empacada, que se embarca en la caja de un trailer, con el propósito de transportarlo hacia el destino en donde dicho producto será distribuido o comercializado. Este lote de embarque a su vez podrá estar conformado por aquellos lotes o sub lotes (pallets o cajas) provenientes de los campos y que deberán estar plenamente identificados, para los casos en que se requiera llevar a cabo acciones de rastreabilidad.

Signo Distintivo. Es el logotipo que los interesados incorporarán en las etiquetas de cada uno de los frutos y/o cajas empacadas. Este signo distintivo permitirá al consumidor final, identificar la calidad suprema de los productos que la contengan. El registro del signo distintivo ha sido otorgado por el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial en forma exclusiva a las Secretarías de Economía (SE); de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y

Alimentación (SAGARPA) y al Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT).

Especificaciones Sensoriales del Fruto de Pimiento Morrón

El producto objeto de este pliego de condiciones, debe cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales.

El pimiento morrón debe ser:

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.

Lo anterior es sólo una muestra de la información necesaria para obtener la certificación de México Calidad Suprema (SAGARPA, 2005).

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, 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. No obstante, diversos factores intervienen directamente en la demanda de nutrientes y en el ritmo de absorción, entre los que cabe mencionar, condiciones climáticas de cultivo (campo abierto o invernadero), material vegetal, calidad del agua de riego y técnica de cultivo (Rincon, 2003). El Cuadro 1 muestra la demanda de nutrientes de toda la planta de pimiento para llegar a producir una tonelada de fruta fresca en distintas variedades cultivadas al aire libre o bajo invernadero según diversos autores.

Cuadro 1. Demanda nutritiva de la planta para producir 1 tonelada de fruto fresco para diferentes variedades cultivadas al aire libre o en invernadero según diversos autores.

Autor y condiciones de cultivo	Variedad	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
		kg nutriente/ton fruto fresco				
Anstett <i>et al</i> (1965) - Aire Libre	Doux des Landes	3,7	1,0	5,0	3,0	0,6
Rodríguez <i>et al</i> (1989) - Aire Libre	Bola y negral	3,3	0,9	5,8		
	Belrubi y Datler	2,3	0,7	4,5		
Martínez <i>et al</i> (1989) - Aire Libre	Morrón de Conserva	2,3	0,8	3,6		
Graifenberg <i>et al</i> (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 <i>et al</i> (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

La Figura 1 presenta las curvas de absorción de macronutrientes del pimiento grueso de invernadero variedad Lamuyo (Rincón, 2003). Las extracciones totales para una producción de $10 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ ascienden a 325 kg ha^{-1} de N, 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 520 kg ha^{-1} de K_2O , 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.

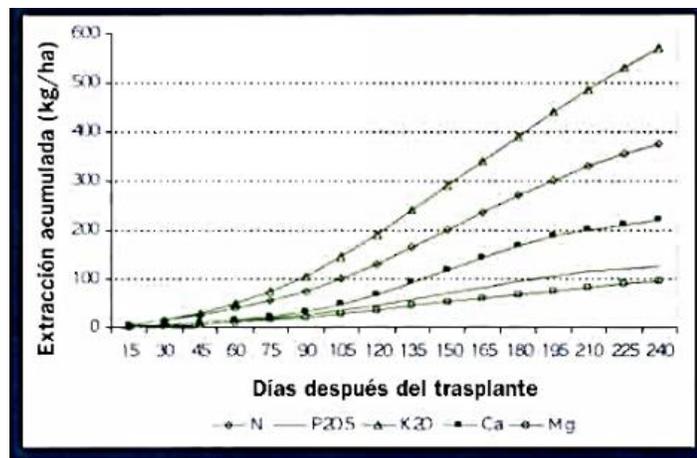


Figura 1. Curva de extracción de macronutrientes de pimiento en invernadero.

La empresa Haifa a través de su portal de internet ofrece una estimación del aporte de elementos minerales en diferentes etapas de crecimiento, en suelo franco arenoso, cuando el rendimiento esperado es de 65 ton / ha (Haifa, 2017).

Base dressing - pepper

All nutrients in kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Suggested base dressing	92	115	234	76	48
Actual base dressing					

Nutrigation - pepper

All nutrients in kg/ha	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Suggested nutrigation	215	77	350	19	12
Actual nutrigation					

Figura 2. Recomendación de nutrición mineral pre siembra y fertirriego del cultivo de pimiento morrón en invernadero, según la empresa Haifa.

Todas estas cantidades son referencias que se deben adaptar al programa de fertirrigación a sus características agroclimáticas y variedad.

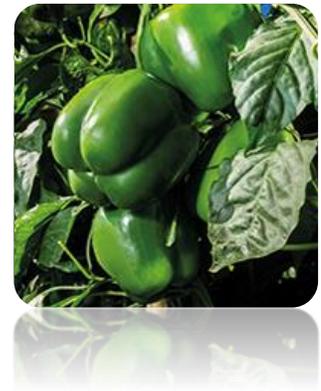
Resulta muy conveniente ajustar el pH de toda la aplicación de 5.5 a 6.0, esto permitirá a la raíz, mejores condiciones de absorción de nutrientes y aprovechamiento de los elementos (fosforo, hierro, manganeso, etc) que bajo el pH normal (alcalino) de nuestros suelos no se encuentran disponibles para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

Material Vegetal

Bunker. Planta, fuerte de porte mediano y buena cobertura foliar. Puede adaptarse a cultivo en malla sombra. Su producción es muy concentrada con una entrada a cosecha precoz predominando frutos de tamaños XL y L. De color verde oscuro y brillante, forma tradicional de blocky con paredes muy firmes y alta predominancia de 4 lóbulos con tamaños XL y L. Maduración: Precoz – Intermedia. Grandes tamaños, larga vida de anaquel. Color: Verde (Enza Zaden, 2017).



Artillero (E20b30077). Nuevo híbrido pre comercial de Enza Zaden con una amplia gama de resistencias, aunado a la calidad del fruto reflejada en tamaños y formas deseables para el productor y comercializador como sus grandes tamaños y la alta resistencia al cracking lo que aporta ventajas contra otros materiales en el mercado. Puede ser establecido tanto en campo abierto como malla sombra mostrando excelentes resultados en las evaluaciones. Ampliamente adaptable a condiciones de manejo de Sinaloa y Sonora (Enza Zaden, 2017).



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).

Karisma. Es un pimiento dulce de campo abierto, de lo más completo en el mercado, que cuenta con un amplio paquete de resistencias. Entre sus características excepcionales destacan la conservación de formas y tamaños en la parte alta de la planta, su maduración precoz, y sus frutos grandes muy uniformes de pared gruesa. Alto rendimiento de fruta uniforme, de tamaños grandes y extra grandes. Excelente cobertura, planta vigorosa mediana y erecta. Excelente cosecha. Tipo: Blocky. Resistencia/Tolerancia: Xcv 1, 2, 3/TMV/PVY 0,1, 1-2/ PepMoV IR: CMV (Ahern Seeds, 2017).



Revolution. Planta vigorosa de tamaño medio, madurez relativamente temprana, buena tolerancia al frío, alto amarre temprano y concentrado para altos rendimientos. Frutos muy firmes, uniformes de tamaños XL. De maduración precoz. Cosechas concentradas que le facilitará el manejo. Frutas extragrandes, con paredes gruesas y 4 lobúlos. Disminuye riesgos en climas húmedos, gracias a sus resistencias a enfermedades. HR: Xcv 1,2,3,5 IR: CMV. Pv .Tipo: Blocky Rojo. Peso Promedio/Tamaño: XL. Resistencia/Tolerancia: Xcv 1,2,3,5. RI: CMV, Pc (Ahern Seeds, 2017).



Mysterio. Extraordinaria calidad y productividad de principio a fin. Tamaños grandes y extra grandes permiten que se obtengan elevados rendimientos en bultos de exportación. Frutas homogéneas de excelente firmeza de verde a rojo. Planta vigorosa de



porte alto con buena cobertura foliar que mantiene una carga balanceada de frutas. Por su forma de fruto, en condiciones de baja temperatura no produce frutos tipo galleta. Ideal para plantaciones de primera intermedia a segunda temprana en Sinaloa. Tipo: Blocky Rojo (Harris Moran, 2017).

Morraine. Pimiento blocky que madura de verde a rojo, planta vigorosa, buena cobertura foliar durante toda la temporada. Frutos de tamaño extra grande, de color rojo intenso que mantienen su forma y tamaño. Altos rendimientos de frutos de excelente calidad de peso promedio de 225 gramos. Tipo: Blocky Rojo (Ahern Seeds, 2017).



Viper. Planta de crecimiento fuerte y presenta amarres continuos, buena tolerancia a la pudrición apical, micro cracking y stip. Altamente productiva, madurez a cosecha temprano – intermedio. Variedad altamente productiva, con madurez a cosecha temprana. Fruta de color rojo brillante constante en sus 4 lóbulos de tamaños XL y L. Maduración temprana a intermedia. Variedad dual para invernaderos con o sin calefacción. Color rojo tipo blocky (Enza Zaden, 2017)..



Triple 5. Planta semi abierta con gran fuerza y vitalidad, de tipo más generativo y fácil de amarrar sus sets. Crece bien en condiciones de calor. La fruta mantiene la formas Blocky durante todo el ciclo, no hace puntas en clima frío (invierno) y sus frutos son de color rojo intenso de alta calidad con promedios de 85 a 90 cms de grosor, lo que la convierte en altamente exportable. Nueva variedad para productores de



invernadero de alta y media tecnología. Color rojo oscuro tipo blocky, maduración precoz- intermedio (Enza Zaden, 2017).

Mecate. Pimiento dulce, campo abierto, fruto forma de bloque, coloración de verde a amarillo, fruta mediana a grande con sabor excepcional. Fruta de paredes gruesas y uniformes, con sabor excepcional. Alto rendimiento y semi-concentrado, planta media, erecta y vigorosa con excelente cubierta de hojas. Bien adaptado para campo abierto. Variedad resistente a virus del mosaico del tabaco (TMV), Pepper Mild Mottle (PMMoV:1-2), Virus Y de la papa (PVY:0,1,1-2), Pepper Mottle (PepMoV), *Xanthomonas campestris* pv. *Vesicatoria* (Xcv 1,2,3) (Harris Moran, 2017).



Importancia del Injerto del Pimiento Morrón

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. Este cultivo presenta mala afinidad con otras solanáceas e incluso con algunos taxones de una misma 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. Los objetivos que se persiguen son incrementar la productividad de cultivares con frutos de gran calidad y características exigidas por el consumidor debido a su forma o sabor. El desarrollo del injerto en esta planta está siendo lento debido a resolución que se tiene de los problemas de patógenos del suelo y compatibilidad (Gongora, 2012).

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). El injerto es una técnica que permite inducir la resistencia o tolerancia de las plantas a determinados patógenos del suelo incrementando el crecimiento y rendimiento de las plantas injertadas. Es importante constatar el efecto que puede producir sobre el comportamiento en la variedad injertada, sobre todo en rendimiento, ideotipo de frutos e influencia sobre las propiedades cualitativas de éstos (López, 2016).

El uso de portainjertos posee otras ventajas de interés agronómico como son el aumento de la producción de la variedad y la mejora de la calidad de los frutos, la tolerancia a estreses abióticos y la precocidad, es por tanto considerado como una operación ecológica de sustancial y sostenible relevancia, para los sistemas de cultivo gestionados bajo producción integrada y orgánica. 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).

Tipos de Injerto en Pimiento

El injerto en pimiento sólo se puede realizar sobre plantas de su misma especie o género *Capsicum*. Se ha trabajado con patrones resistentes o tolerantes a nematodos del género *Meloidogyne*. 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 1-1.5 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 (23-25° 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 (Produce, 2013).



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 (Produce, 2013).

Patrones Utilizados en la Presente Investigación

Scarface. Es el nuevo portainjerto vigoroso para cultivo de pimiento. Al ser de vigor medio esto se traduce en un cultivo de fácil balance que proporciona continuidad en la producción manteniendo los tamaños y calidad de fruta a lo largo del ciclo, evitando con ello los picos de producción. Mejora el rendimiento y la calidad de la fruta de chiles en cultivos protegidos o de campo abierto. Scarface también proporciona protección contra infecciones de nematodos. Resistencias: RA: Tm:0 | RM: Ma/Mi/Mj.



E10144. La estrategia de las empresas semilleras es analizar el comportamiento de sus materiales para las distintas zonas del país, relevando las necesidades que manifiestan los productores con el fin de elegir los materiales nuevos que saldrán a la venta. Estos llevan un número hasta tanto se confirmen sus resultados y posteriormente pueden adoptar un nombre fantasía. Dentro de estos materiales se incluye las variedades 7556, E20b.10135 y el portainjerto E10144, utilizados en esta investigación, los cuales aún no cuentan con una descripción definida.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

Área del Experimento

El experimento se llevó a cabo en un invernadero de mediana tecnología con una superficie de 2500m², el cual pertenece al complejo agrícola, “Tecno-Parque Hortícola Fidesur, ubicado en la localidad San Joaquín, municipio de Galeana, Nuevo León, con las siguientes coordenadas 24°59'07.63"N 100°28'52.12"W en el periodo agrícola Primavera-Otoño 2016.



Figura 3. Ubicación del área experimental dentro del Tecno-Parque Hortícola Fidesur, Galeana, Nuevo León.

Labores Culturales

En marzo de 2016 se realizó la preparación del terreno, para ello se hizo uso de la rastra para borrar las camas del ciclo agrícola anterior, después se realizaron dos subsuelos al terreno, posteriormente se pasó el rototiller con el fin de mullir el suelo, finalmente se hicieron camas de 27.5m de largo y 1.90 m de ancho, las cuales contaban con 2 cintillas calibre 8000 con goteros a 20 cm entre

uno y otro teniendo un gasto de agua de 1l/hr para el sistema de riego. Dichas camas se acolcharon con un plástico gris con perforaciones de 0.30 m entre ellas.

Para la desinfección del suelo, se aplicó vía riego dicloropropano y cloropicrina dejando actuar por 16 días, en este punto se realizó el trasplante a doble hilera con una distancia entre plantas de 0.30 m.

Material Vegetal

Se utilizaron las variedades Bunker, Artillero, Viper, Triple 5 y Dicaprio, de Enza Zaden, compañía internacional de mejoramiento de semillas vegetales. Karisma y Revolution de la compañía Ahern Seed. Mysterio perteneciente a la empresa Harris Moran, Morraine de la empresa De Ruitter, Mecate, 7556, E20b.10135. A la par se evaluaron 4 genotipos injertados Bunker/Scarface, Bunker/E10144, Viper/E10144 y Triple 5/Scarface. Estos materiales fueron proporcionados por el Tecno Parque Fidesur, como plántula lista para su trasplante.

Tratamientos y Diseño Experimental

Se evaluaron 12 variedades sin injerto y 4 variedades injertadas, por lo tanto se trabajó con 16 tratamientos, los cuales se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones, en 8 camas, donde a cada material le correspondieron aproximadamente 13.75 m lineales de cama. Esta distribución se realizó en 24 camas donde se consideró como bloque a un conjunto de 8 camas donde se encontraban todos los tratamientos (Figura 4).

Bloque 1		Bloque 2		Bloque 3	
Viper	Bunker	Morraine	Mecate	Revolution	Triple5/Scarface
Revolution	Karisma	Triple5/Scarface	Dicaprio	Viper	Mecate
Mecate	Mysterio	Bunker	Mysterio	Karisma	Bunker
Bunker/Scarface	Triple 5	Bunker/Scarface	7556	Bunker/Scarface	Bunker/E10144
Artillero	Bunker/E10144	E20b.10135	Bunker/E10144	Triple 5	Viper/E10144
Dicaprio	Morraine	Karisma	Viper	Dicaprio	7556
7556	Viper/E10144	Triple 5	Viper/E10144	Morraine	Artillero
Triple5/Scarface	E20b.10135	Revolution	Artillero	Mysterio	E20b.10135

Figura 4. Representación esquemática de la distribución de tratamientos dentro del invernadero.

Determinación del Rendimiento Total de Fruto

El primer corte de fruto estimado dentro del rendimiento (Kg/m^2) se realizó 11 semanas después del trasplante y hasta el corte 17, realizado el día 22 de septiembre de 2016. Los frutos fueron colocados en cajas plásticas y transportados al área de empaque dentro del Tecno Parque Fidesur, en donde se determinó el peso total por tratamiento y el número de frutos cosechados. El punto de corte fue determinado por el tamaño de los frutos y su firmeza al tacto.



Figura 5. Monitoreo de plantas y frutos de pimiento morrón.

El rendimiento de cada tratamiento por corte se sumó para obtener un dato mensual. En el caso de los materiales injertados respecto a su variedad sin injerto, se realizó un análisis de correlación entre el rendimiento mensual y el aporte mensual de nutrimentos, donde se relacionó el rendimiento del mes de junio con el aporte mineral del mes de mayo de igual manera para los siguientes meses.

Medición de Parámetros de Calidad de Fruto

Para este propósito se realizó un muestreo al azar en el corte 17, obteniendo un fruto por repetición, es decir 3 frutos, se determinó tomar solamente este número de frutos debido a la cantidad de tratamientos que se evaluaron y con el objetivo de no afectar la cuantificación del rendimiento además de que las características del fruto en cada variedad no presentaban variaciones considerables a simple vista.

Peso de frutos. Se obtuvo utilizando una báscula, marca Medidata modelo PS-5, donde se pesó cada repetición individualmente.



Figura 6. Procedimiento del peso de frutos.

Número de Lóculos. Consintió en cuantificar de manera visual la cantidad de protuberancias externas presentes en el fruto.



Figura 7. Vista apical de frutos de pimiento, donde se observa la diferencia en la formación de sus lóculos.

Diámetro Polar. Fue obtenido midiendo perpendicularmente desde el pedúnculo hasta el ápice del fruto en su sección mayor, utilizando un vernier digital marca AutoTec y los datos obtenidos se reportan en milímetros.



Figura 8. Procedimiento de medición del diámetro polar de los frutos.

Diámetro Ecuatorial. Fue determinado midiendo con un vernier marca AutoTec, la distancia entre las partes centrales de las caras del fruto. Los datos obtenidos se reportan en milímetros.



Figura 9. Método de medición del diámetro ecuatorial de los frutos.

Grados Brix. Se determinó macerando en mortero 10 g de fruto para obtener el extracto, del cual se colocó 1 gota sobre el sensor del refractómetro digital marca ATAGO Pocket modelo Pa-1, con escala de medición de 0-53%. Los datos obtenidos se reportan en porcentaje.



Figura 10. Equipo digital portátil empleado para la medición de Grados Brix.

Firmeza. Para su cuantificación se realizaron perforaciones a cada una de las caras de los frutos utilizando un penetrómetro Fruit Hardness Tester digital marca EXTECH modelo FHT200, con una puntilla de 8 mm. Los datos obtenidos se reportan en Kg /cm²



Figura 11. Equipo de medición portátil digital utilizado para determinar firmeza.

Número de frutos: Se cuantificó después de cosechar los frutos en cada corte, determinando el número de frutos cortados en 6 plantas por m².

Evaluación Nutrimental

Para la evaluación nutrimental se utilizaron los kilogramos de fertilizante aplicada por mes (

Cuadro 2), para calcular la cantidad de nitrógeno, fósforo, potasio (K₂O), magnesio (MgO) y hierro, aportados en el invernadero. Posteriormente se calculó el aporte de elemento por metro cuadrado por mes y finalmente se utilizara para correlacionarlo con el rendimiento de los materiales injertados respecto a sus variedades.

Cuadro 2. Cantidad de fertilizantes aplicados cada mes, vía fertirriego.

Fertilizante	Mes				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
Ácido fosfórico (Its)	15.75	17.5	18.5	26.0	28.0
Triple 18 (kg)	52.5	49.0	75.0	52.0	28.0
Urea(kg)	24.5	21.0	66.0	26.0	3.5
Nitrato de potasio(kg)	91.0	133.0	110.0	182.0	2.10
Nitrato de magnesio(kg)	115.5	217.0	189.0	169.0	192.5
Fosfonitrato (kg)	28.35	94.5	0.0	0.0	21.0
Fosfato monopotásico (kg)	7.0	35.0	16.0	26.0	38.5
Sulfato de potasio (kg)	3.5	14.0	16.0	0.0	0.0
Sulfato de magnesio (kg)	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Cuadro 3. Cantidad de elementos minerales aplicados mensualmente vía fertirriego.

	N	P	K ₂ O	MgO	Fe
	Kg m ² mes				
Mayo	89.32	6.91	30.28	10.46	0.05
Junio	46.72	13.07	50.92	18.52	0.06
Julio	41.55	10.10	43.31	16.13	0.43
Agosto	32.93	9.71	56.85	14.42	0.10
Septiembre	31.75	10.12	64.89	16.43	0.17

Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) para evaluar el comportamiento del rendimiento y calidad de frutos donde se consideró el número de frutos, peso promedio de frutos, firmeza, grados brix, diámetro polar, diámetro ecuatorial y número de lóculos en los 16 genotipos. Se utilizó el software SAS System versión 9.0.

También se presenta el análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$) donde se evaluó el comportamiento de genotipos injertados en relación a sus genotipos sin injertar en cuanto a rendimiento y calidad de frutos donde se incluye el número de frutos, peso promedio de frutos, firmeza, grados brix, diámetro polar, diámetro ecuatorial y número de lóculos en. Además se efectuó un análisis de correlación entre el rendimiento de estos genotipos injertados y sin injertar en relación con el aporte de nutrimentos, para ello se utilizó el software SAS System versión 9.0

4.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de Calidad de Fruto y Rendimiento

El análisis de varianza donde se incluyen doce variedades y cuatro injertos, muestra diferencias altamente significativas ($p \leq 0.05$) en los parámetros de calidad de fruto como: número de lóculos, peso de fruto, firmeza, rendimiento y número de frutos (Cuadro 4), debido a ello se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey ($p \leq 0.05$), la cual indica que para número de lóculos las variedades e injertos con mayor número de lóculos fueron Triple 5, Morraine, Injerto Viper/E10144, Injerto Bunker/ Scarface, con 4.00 lóculos que fueron estadísticamente iguales al tratamiento Injerto Bunker/E10144, Viper, Dicaprio, Karisma, Misterio y E20b10135 que presentaron un promedio de 3.66 a 3.89 lóculos. Mientras que la variedad Mecate tuvo un 1.67 lóculos menos en relación a las variedades de 4 lóculos (Cuadro 4). Pérez (2015) menciona que entre los criterios de calidad más importantes para pimiento Hebrón, se encuentran los frutos con 3 o 4 lóculos en el extremo, por lo tanto las variedades que presentan este número de lóculos son consideradas de calidad.

En el caso de los pimientos, el peso del fruto (que está relacionado con su tamaño) es una variable muy importante, pues determina el precio del producto (Monge, 2016). Respecto al peso de fruto, la variedad Mystery fue la que presentó mayor peso con 276.67 g, superando estadísticamente al híbrido Viper tuvo un peso promedio de 194.17 g, y fue superado en un 42.5% por el híbrido Mystery (Cuadro 5). Estos resultados difieren con los presentados por Moreno *et al.*, (2011) donde evaluaron el rendimiento de híbridos de pimiento morrón cultivados en hidroponía y determinaron el peso de fruto de 14 híbridos comerciales, reportando el mayor peso de fruto en el híbrido Orión con 178.7 g, y el menor con Cyrus de 98.0 g, es notoria la diferencia de 96.17 g entre el peso

de fruto de la variedad Viper evaluada en la presente investigación la cual presentó el menor peso comparada con Cyrus.

La firmeza es un indicador de calidad que está claramente relacionado con el tiempo de conservación de los alimentos, principalmente en frutas y hortalizas. Por esta razón, los valores elevados de firmeza son deseables para productos que tienen que viajar largas distancias antes de llegar a los consumidores (Parcero, 2014). En cuanto a la firmeza del fruto destaca el injerto Bunker/Scarface con un valor de 4.49 kg/cm², que superó estadísticamente ($p \leq 0.05$) a Morraine que presentó un valor de 2.61 kg/cm², el cual fue superado en 72% por el primero. Valores diferentes fueron reportados por Castro *et al.*, (2011) con 0.86 y 0.339 KgF y son menores a los obtenidos en la presente investigación, por otra parte Guerra *et al.*, (2011) presentan valores entre 3.5 a 3.9 KgF mencionando que esto es debido a un mayor grosor en la pared del fruto y por consecuencia mayor resistencia a la deformación. Considerando lo anterior se puede decir que los valores más altos de firmeza en nuestros híbridos indican mayor calidad y tiempo de conservación.

En cuanto a rendimiento la variedad Morraine con un valor de 30.62 Kg/m² fue la de mayor rendimiento y fue estadísticamente igual a Bunker/scarface, E20b.10135 y 7556, pero estadísticamente diferente de los híbridos, Mecate, Karisma e injerto Triple 5/Scarface, que fueron los que presentaron el menor rendimiento de fruto y fueron superados en 67.9%, 64.3% y 68.8% respectivamente por Morraine. Moreno *et al.*, (2011) evaluaron el rendimiento de híbridos de pimiento morrón cultivados en hidroponía y determinaron el rendimiento de 14 híbridos comerciales, reportando el mayor en el híbrido Orión con 11.33 Kg/m², seguido del híbrido Grandísimo con 10.604 Kg/m², estos valores se encuentran por debajo de los más bajos rendimientos obtenidos en la presente investigación con los materiales Mecate e injerto Triple 5/Scarface. Finalmente en el número de frutos la variedad que destacó fue Morraine con 140.3 frutos/m² por otra parte Misterio presenta un 49.2% menos número de

frutos en relación a Morraine. Estos resultados son mayores a los obtenidos por Moreno *et al.*, (2011) ya que su mayor número de frutos fue de 64.8 frutos/m² del híbrido Orión, cifra que se aproxima al número más bajo de frutos producido por la variedad Mystery evaluada en la presente investigación.

Cuadro 4. Cuadrados medios de los parámetros de calidad y rendimiento de 16 materiales de pimiento morrón evaluados bajo invernadero de mediana tecnología.

Fuente de Variación	Grados de libertad	NL	PF	° Brix	Firmez a	DP	DE	RF	NF
Bloques	2	0.216	340.98	0.126	0.120	68.789	7.699	2.636	53.271
Genotipo	15	0.548**	1112.634* *	0.427	0.811**	40.097	29.356	41.666**	780.244* *
Error	30	0.161	331.942	0.213	0.100	35.319	27.374	2.087	88.115
c.v	%	11.17	7.836	12.578	9.360	6.487	6.168	6.345	9.522
\bar{x}		3.597	232.517	3.672	3.377	91.608	84.820	22.769	98.583

NL = Numero de lóculos; PF = peso de fruto; DP = diámetro polar; DE = diámetro ecuatorial; RT = rendimiento de fruto; NF = numero de frutos; cv= coeficiente de variación; *, ** diferencia significativa ($P \leq 0.05$) y altamente significativa ($P \leq 0.01$), respectivamente.

Cuadro 5. Comparación de medias de los parámetros de rendimiento y calidad de fruto en 16 genotipos injertados y sin injertar de pimiento morrón, evaluado bajo invernadero de mediana tecnología.

Material	Numero de lóculos	Peso de fruto (g)	Firmeza (Kg /cm²)	Rendimiento (kg/m²)	Numero de frutos (m²)
Bunker/ scarface	4.00a	255.00ab	4.49a	26.39abc	104.00bcd
Bunker/ E10144	3.66a	233.33abc	3.84abc	25.34bcd	108.67bc
Vyper/E10144	4.00a	220.00bc	2.78f	22.24cdef	101.00bcd
Triple5/ scarface	3.33ab	233.33abc	3.27abcdef	18.13f	77.67de
Bunker	3.33ab	237.78abc	3.72abcde	23.61bcde	99.33bcde
Viper	3.66a	194.17c	2.78ef	19.24ef	99.33bcde
Triple 5	4.00a	241.67abc	3.91ab	22.32cdef	93.00bcde
Artillero	3.44ab	236.67abc	3.72abdce	24.65bcd	104.33bcd
Dicaprio	3.89a	237.22abc	3.17bcdef	21.69def	92.00bcde
Karisma	3.66a	226.67abc	3.44abcdef	18.63f	82.33cde
Revolution	3.33ab	223.33abc	2.85def	20.06ef	89.67bcde
Mysterio	3.66a	276.67a	3.19bcdef	19.62ef	71.33e
Mecate	2.33b	203.33bc	3.55abdef	18.24f	91.33bcde
7556	3.33ab	241.67abc	2.91cdef	26.38abc	110.33bc
Morraine	4.00 a	218.33bc	2.61f	30.62a	140.33a
E20b.10135	3.89 a	241.11abc	3.78abcd	27.15ab	112.67ab
Dms	1.23	55.162	0.96	4.41	28.07

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa, según la prueba de Tukey (P≤0.05)

Evaluación de genotipos con portainjertos y sin portainjerto

El análisis de varianza donde se evaluó la calidad de fruto y rendimiento de injertos y sus variedades sin injertar fue significativo ($P \leq 0.05$) para los parámetros peso de fruto, firmeza, rendimiento y número de frutos (Cuadro 5). Por lo cual se realizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey al nivel de significancia de ($P \leq 0.05$), respecto al peso de fruto el injerto Bunker/Scarface, Bunker/ E10144 y Bunker fueron estadísticamente iguales, lo cual indica que el patrón no influyó significativamente sobre ésta variable, lo mismo fue observado con el Triple 5 y Triple5/ scarface, en el caso de Viper/E10144 y Viper. Estos datos indican que en realidad los patrones no influyeron sobre el peso de fruto. Estos resultados difieren de los reportados por Doñas *et al.*, (2014), quienes mencionan que el uso de portainjertos en pimiento dulce italiano (Palermo/Tresor) mejoró el tamaño del fruto durante dos años de evaluación.

En el parámetro firmeza, en injerto Bunker/Scarface presentó el valor más alto, 4.49 Kg/cm², aunque fue estadísticamente igual a la firmeza observada en Bunker/ E10144 y Bunker sin portainjerto, en el caso de Viper/E10144 y Viper sin portainjerto, también fueron estadísticamente iguales y lo mismo ocurrió en Triple5/scarface y Triple5 sin portainjerto. En éste caso se puede afirmar que el portainjerto no influyó significativamente sobre la firmeza de fruto. Estos resultados difieren a los presentados por Sánchez *et al.*, (2015) ya que ellos obtuvieron promedios más altos de firmeza en las variedades sin injertar en relación a las injertadas.

En relación al rendimiento destaca el injerto Bunker/Scarface con 26.4 Kg/m², el cual fue estadísticamente diferente del rendimiento observado en el híbrido sin portainjerto. En el caso de Viper/E10144 y el Viper sin portainjerto también se observaron diferencias significativas, donde el de Viper/E10144 superó en 15.6% al Viper sin portainjerto. Sin embargo en el caso del Triple5/

scarface presento un rendimiento estadísticamente ($p \leq 0.05$) inferior al rendimiento observado en el híbrido Triple5 sin porta-injerto. El Triple 5 supero en 23% en rendimiento al Triple5/ scarface. Lo anteriormente indicado es que el patrón si influyó en el rendimiento al menos en el caso de dos híbridos. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Sánchez *et al.*, (2015) quienes encontraron que el rendimiento de la combinación variedad/portainjeto Fascinato/Terrano y Janette/Terrano, el portainjerto si aumentó la producción en un 50% y mejoró los parámetros de calidad del fruto de pimiento morrón y indicando que el uso de portainjertos si podría ser una técnica viable en la horticultura sustentable.

En la variable número de frutos, no se encontraron diferencias significativas en los tratamientos Bunker/Scarface, Bunker/E10144 y Bunker sin portainjerto, igualmente no se encontraron diferencias significativas entre Viper/E10144 y Viper en relación a la variable número de frutos. Lo mismo sucedió con Triple 5/ Scarface y Triple 5. Por lo tanto se puede indicar que el uso de un portainjerto no afecto significativamente el número de frutos en los híbridos estudiados. Indicando que más que el patrón puede haber otras variables que pueden influir en el número de frutos, en éste sentido Wien (1999), indica que los principales agentes causales de la caída de flores son alta temperatura, baja intensidad de radiación, presencia de fruto en la etapa de crecimiento rápido y de agentes bióticos; por lo tanto la diferencia en el número de frutos que produce cada planta influye en el rendimiento de éstas.

En cuanto al diámetro polar y ecuatorial de fruto no se encontraron diferencias estadísticas significativas, estos resultados difieren a los obtenidos por Sánchez *et al.*, (2015) quienes encontraron diferencias significativas para diámetro ecuatorial al utilizar el injerto Janette/Terrano, mientras que para Fascinato/Terrano y Janette/Terrano se observaron valores más altos para

diámetro polar, en relación a las mismas variedades sin injertar presentando promedios más bajos.

La eficiencia de injerto fue significativamente evidente para rendimiento de fruto, pero no fue así para otras variables. Su influencia puede ser ejercida por la interacción de procesos tales como el aumento de la absorción de agua y nutrientes resultantes del sistema vigoroso de las raíces de los porta-injertos y una mejora del vigor esqueje. La acción conjunta de estos procesos podrían explicar el mayor rendimiento de las plantas de pimiento injertados (García *et al.*, 2016).

Cuadro 6. Cuadrados medios de los parámetros de calidad y rendimiento de 4 materiales de pimiento morrón injertados respecto a sus variedades, evaluados bajo invernadero de mediana tecnología.

Fuentes de variación	Grados de libertad	NL	PF	° Brix	Firmeza	DP	DE	RT	NF
Bloques	2	0.12	260.51	0.03	0.08	8.89	2.55	0.20	34.06
Híbridos	6	0.27	1111.93**	0.53	1.19 **	12.26	14.15	27.08**	296.59**
Error	12	0.12	227.59	0.28	0.14	14.74	27.05	0.72	40.35
cv	%	9.45	6.53	14.20	10.69	4.29	6.09	3.77	6.51
\bar{x}		3.71	230.75	3.73	3.54	89.39	85.34	22.47	97.61

NL = Numero de lóculos; PF = peso de fruto; DP = diámetro polar; DE = diámetro ecuatorial; RT = rendimiento de fruto; NF = numero de frutos; cv = coeficiente de variación; *,** diferencia significativa ($P \leq 0.05$) y altamente significativa ($P \leq 0.01$), respectivamente.

Cuadro 7. Comparación de medias de los parámetros de calidad de fruto de pimiento morrón y su rendimiento en patrones injertados e híbridos sin injerto.

Material	Peso de fruto (g)	Firmeza (Kg/ cm²)	Rendimiento (kg/m²)	Numero de frutos (m²)
Bunker/ scarface	255.00a	4.490a	26.387a	103.789a
Bunker/ E10144	233.33ab	3.840ab	25.336ab	108.630a
Viper/E10144	220.00ab	2.776c	22.244c	101.113a
Triple5/ scarface	233.33ab	3.266bc	18.132d	77.864b
Bunker	237.78a	3.723abc	23.608bc	99.470a
Viper	194.17b	2.783c	19.244d	99.658a
Triple 5	241.67a	3.910ab	22.316c	92.736ab
dms	43.11	1.08	2.240	17.511

Promedios con letras distintas indican diferencia significativa, según la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Correlaciones entre el rendimiento y la nutrición mineral mensual

El análisis de correlación (Cuadro 8) entre el rendimiento de híbridos con portainjertos y sin portainjertos y la nutrición mineral a base de N, P, K₂O, MgO y Fe. El análisis muestra una correlación significativa pero negativa entre el rendimiento de fruto de la variedad Triple 5 y el injerto Triple 5/Scarface y la aplicación de N (Figura 12), también se observó una correlación positiva y significativa entre el rendimiento de Triple5 y el K₂O (Figura 13). En el resto de los materiales evaluados no se muestra correlación entre la nutrición mineral y el rendimiento.

Cuadro 8. Análisis de correlación del rendimiento entre materiales injertados y respectivas variedades en relación a la aportación de nutrientes durante el ciclo de cultivo.

	Bunker/ Scarface	Bunker/ E10144	Viper/ E10144	Triple 5/ Scarface	Bunker	Viper	Triple 5
N	-0.5246	-0.3927	-0.7932	-0.9428*	-0.8539	-0.6710	-0.9664**
P	0.2254	-0.0414	0.2539	0.4945	0.1375	0.2762	0.4663
K ₂ O	0.7388	0.3968	0.5071	0.8041	0.7951	0.6268	0.9079*
MgO	0.1729	-0.1144	0.3536	0.6920	0.3017	0.2356	0.5767
Fe	-0.5322	-0.2939	0.5472	0.5946	0.3446	-0.1436	0.2381

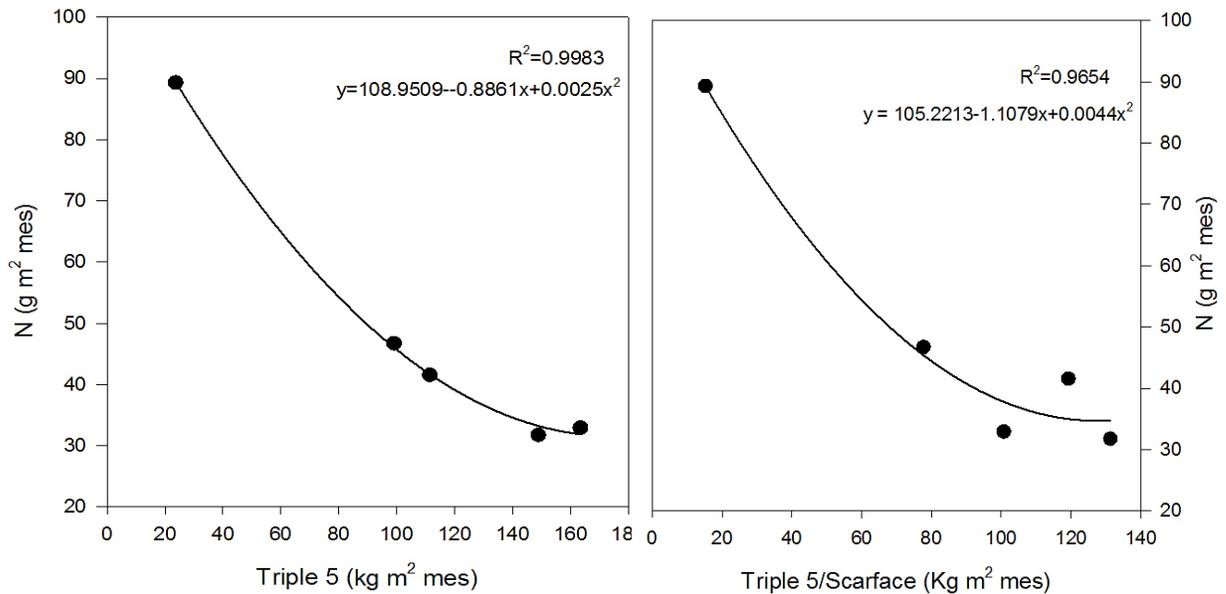


Figura 12. Efecto de la aplicación de nitrógeno sobre el rendimiento de la variedad Triple 5 y el injerto Triple 5/Scarface.

Se considera que los resultados obtenidos en la correlación entre el rendimiento de la variedad Triple 5 y el injerto Triple 5/Scarface y la cantidad de nitrógeno aplicada puede deberse a la genética de la planta y a las condiciones ambientales, ya que la absorción por las raíces y traslocación a la rama, están

regulados en la planta y afectados por las condiciones externas tales como la luz y la temperatura (García *et al.*, 2016). El pimiento presenta exigencias de nitrógeno muy intensas durante las primeras fases de cultivo, para decrecer tras la recolección de los primeros frutos en verde, a partir de entonces hay que controlar muy bien su dosificación para evitar un exceso que provocaría un retraso en la maduración de los frutos (Góngora, 2012).

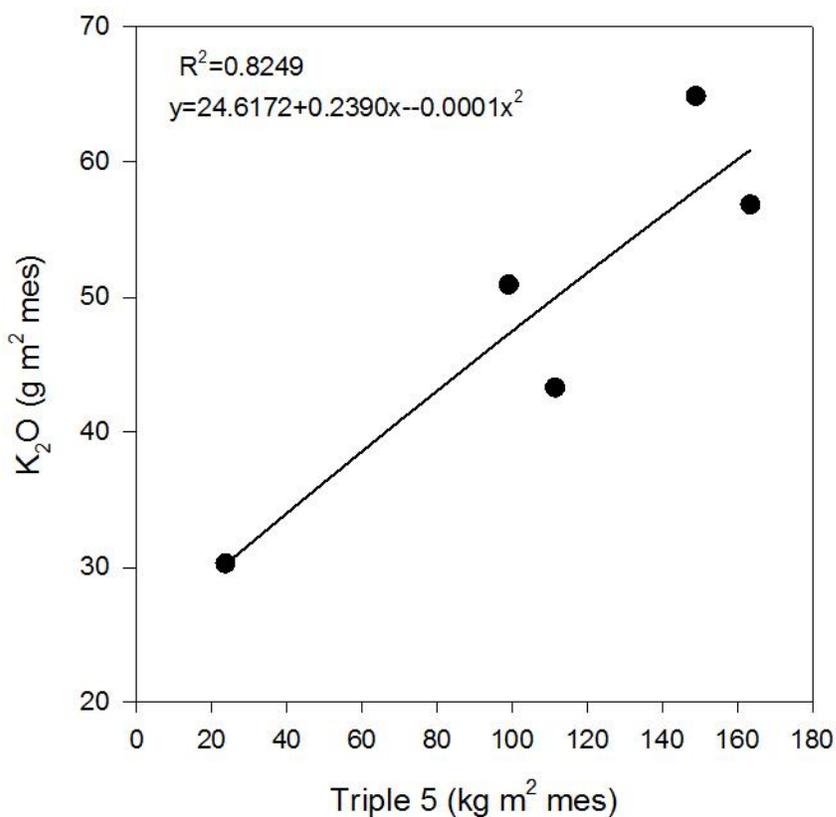


Figura 13. Efecto de la aplicación de potasio (K₂O) sobre el rendimiento de la variedad Triple 5.

En la Figura 13 se puede observar que a mayor cantidad de K₂O aplicada por m², existe una respuesta positiva en el rendimiento, esto puede deberse a que la absorción de potasio aumenta progresivamente hasta la floración, manteniéndose después equilibrada, y es determinante en la precocidad, coloración y calidad de los frutos (Gongora, 2012).

5.-CONCLUSIONES

Se logró la cuantificación del rendimiento de los 16 genotipos logrando obtener datos contundentes que nos permiten seleccionar los mejores genotipos de pimiento que proporcionarían opciones para la elección del material vegetal al Tecno Parque Agrícola Fidesur mayores rendimientos y calidad de fruto.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación no se recomienda utilizar híbridos con portainjertos ya que su uso no mejoró el rendimiento ni la calidad de fruto.

En cuanto a la correlación sobre la cantidad de nutrientes aportados se puede decir que existe una correlación positiva para K y negativa para N en relación al rendimiento de la variedad Triple 5.

La variedad de mayor rendimiento (30.62 Kg/m^2) y número de frutos ($140.33 \text{ frutos/m}^2$), fue Morraine, aunque el fruto de mayor peso lo tuvo la variedad Misterio (276.67 g). Siendo las dos variedades una opción viable para su establecimiento, siempre y cuando se considere el mercado al cual estará destinada la producción.

6.- LITERATURA CITADA

Aher Seeds. (2017). Empresa de Mejora Genética de Hortalizas. Karisma: <http://www.ahernseeds.com/es/products/karisma/>, Revolution: <http://www.ahernseeds.com/es/products/revolution-2/>, Morraine: <http://www.ahernseeds.com/es/products/morraine/>

AMHPAC (2009). Estudio de oportunidades externas para el desarrollo de la inteligencia comercial del mercado de exportación de la horticultura protegida. Disponible en: http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/AMHPAC.pdf consultado el 08 de enero de 2017.

Castro S, Saraiva J, Dominguez F, Delgadillo I. (2011). Effect of mild pressure treatments and termal blanching on yellow bell peppers (*Capsicum annuum* L.). FoodScience and Technology, 44(2), 363-369.

Casilimas H, Bojaca C.R, Monsalve O. (2012). Manual de producción de pimentón bajo invernadero. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, 200 p.

Castellanos, Z.J., Borbón, C.M. (2009). Panorama de la Horticultura protegida en México. Manual de Producción de Tomate en Invernadero. Castellanos, J.Z. (ed.). Intagri. Guanajuato, México. 1-18 pp

Doñas F, Jiménez MM, Góngora JA, Pérez D, Verde D, Camacho F. (2014). Influence of three rootstocks on yield and commercial quality of “Italian sweet” pepper. Ciencia Agrotecnología 38(6): 538-545.

Enza Zaden (2017). Empresa de Mejora Genética de Hortalizas. Bunker: <http://www.enzazaden.com.mx/products-and-services/our-products/Bunker>, Artillero: <http://www.enzazaden.com.mx/products-and->

services/our-products/Artillero, Dicaprio: <http://www.enzazaden.com.mx/products-and-services/our-products/Dicaprio>,
Viper: <http://www.enzazaden.com.mx/products-and-services/our-products/Viper>, Triple 5: <http://www.enzazaden.com.mx/products-and-services/our-products/Triple%205>

FAOSTAT. (2010). Exportación de pimienta morrón en México disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QV> obtenido el día 07 de enero de 2017.

Fundación Produce Chiapas. (2013). Injertos en la Producción de Hortalizas. Obtenido de http://siproduce.sifupro.org.mx/seguimiento/archivero/7/2013/anuales/anu_62-6-2014-05-1.pdf, el día 07 de enero de 2017.

García M, Sanchez E, Gardea .A, Parra J.M, (2016). Cultivares injertados de pimienta morrón con uso eficiente de nitrógeno para mejorar la producción* Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Publicación Especial Número 17. 3491–3507.

García F.A. (2011). Influencia sobre la producción y calidad del fruto de patrones Comerciales de pimienta (*Capsicum annuum* L.) disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Felipe_Garcia_Lopez2/publication/277110174_Influencia_sobre_la_produccion_y_calidad_del_fruto_de_patrones_comerciales_de_pimienta_Capsicum_annuum_L/links/57646a5d08aedbc345ed0f04.pdf?origin=publication_list obtenido el 08 de enero de 2017.

Góngora J. (2012). Influencia de portainjertos en la calidad del pimienta “Tipo Ramiro” en invernadero. Universidad de Almería. Tesis de Ingeniero Técnico Agrícola. P. 85.

- González FM, Hernández A, Casanova A, Depestre T, Gómez L, Rodríguez MG. (2008). El injerto herbáceo: alternativa para el manejo de plagas del suelo. *Revista Protección Vegetal* 23(2): 69-74
- Guerra M, Magdaleno R, Casquero P. (2011). Effect of site and storage conditions on quality of industrial fresh pepper. *Scientia Horticulturae*. 130(1), 141-145.
- Haifa (2017). Pepper crop guide. Obtenido de http://www.haifa-group.com/spanish/knowledge_center/crop_guides/pepper/fertilization_recommendations/soil_grown_pepper/haifa_nutrinet_web_software_for_nutrigation_programs/, el día 07 de enero de 2017.
- Harris Moran. 2017. Empresa de Mejora Genética de Hortalizas. *Mysterio*: <http://www.agromora.com.mx/index.php/catalogo/item/131-mysterio>, *Mecate*: <http://www.stokeseeds.com/uploads/product/54593/files/Harris%20-%20Mecate%20Pepper.pdf>
- López M J, Gálvez A, Porras I, Brotons J.M. (2016). Injerto en pimiento (*Capsicum annuum*): Beneficios y rentabilidad de su uso. ITEA 1-20.
- Huerta A. (2012). Agricultura protegida, primera parte obtenido de: <http://www.funprover.org/agroentorno/agosto012pdf/agriculturaprotegida.pdf> el día 07 de enero de 2017.
- López, J., Galvez, A., Porras, I., Brotons, J. (2016). Injerto en pimiento (*Capsicum annuum*): Beneficios y rentabilidad de su uso. ITEA. 1–20.
- Martínez A. (2013). CM-334 como portainjerto de pimiento morrón; compatibilidad, resistencia a *Phytophthora capsici* L. y desempeño agronómico. Tesis de Maestría en Ciencias en Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. P. 70.

- 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
- Moreno C. M, Mora R, Sánchez F, García V. (2011). Fenología y rendimiento de híbridos de pimiento morrón. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, Vol. XVII, Edición Especial 2, 2011: 5-18.
- Nuez, F. (1998). Catálogo de semillas de pimiento. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 108 P
- 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: <http://tecnoagro.com.mx/revista/2009/no-54/agricultura-protegida-en-mexico/>. Obtenido el día 07 de enero de 2017.
- Parcero R. (2014). Calidad y potencial antioxidante del pimiento morrón desarrollado con abonos orgánicos y arena en invernadero. Disponible en: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/6745/CALIDADYPOTENCIALANTIOXIDANTEDELPIMIENTOMORRON.PDF?sequence=1> obtenido el día 09 de enero de 2017.
- Pérez O. (2015). El pimiento de Herbón: cultivo y comercialización. Obtenido de <http://www.campogalego.com/es/huerta/el-pimiento-de-herbon-cultivo-y-comercializacion/>, el día 09 de enero de 2017.
- Proyecto SAGARPA-CONACYT 126183. (2012). Inteligencia del mercado de pimiento morrón. Disponible en: <http://siniitt.snitt.org.mx/media/PIMIENTO.pdf> obtenido el día 07 de enero de 2017.

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

Robinson J. (2008). Pimiento de exportación. Obtenido de: <http://www.hortalizas.com/miscelaneos/pimiento-de-exportacion/> el día 07 de enero de 2017.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2005). PC-022-2005 Pliego de condiciones para el uso de la marca oficial México calidad suprema en pimiento morrón. Obtenido de: http://www.mexicocalidadsuprema.org/assets/galeria/PC_022_2005_Pimiento.pdf el día 07 de enero de 2017.

SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2012). Agricultura Protegida. Disponible en la página web. (<http://www.sagarpa.gob.mx/agricultura/Paginas/AgriculturaProtegida2012.aspx>). Fecha de consulta (enero de 2017).

SAGARPA. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2015). México, líder mundial en exportación de chile. Disponible en <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/2012/Paginas/2015B721.aspx>. Consultado enero de 2017.

Sánchez, E., Torres, A., Flores, M., Córdova, F., Preciado, P., Quiroz, C. (2015). Revista Electrónica Nova Scientia Uso de portainjerto sobre el rendimiento, calidad del fruto y resistencia a *Phytophthora capsici* Leonian en pimiento morrón Use of rootstocks on the yield, fruit quality and resistance to *Phytophthora capsici* Leonian in. Nov. Sci. 7, 227–244.

SIAP. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. (2010). Un panorama del cultivo del chile. Disponible en la página web. <http://infosiap.siap.gob.mx/images/stories/infogramas/100705-monografia-chile.pdf>. Fecha de consulta (enero de 2017).

Vilmorin F. (1977). El cultivo de pimiento dulce: tipo Bell. Ed. Diana. México. 314 P.

Wien H.C. (1999). Pepper. The Physiology of Vegetable Crops. CABI Publishing Wallingford, UK. pp. 259-293