

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**



**PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN POSCOSECHA DE PEPINO
INJERTADO**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL TÍTULO DE:**

INGENIERO AGRÓNOMO

**PRESENTAN:
JUAN JOSÉ MORA FÉLIX
ROCÍO GISEL GONZÁLEZ HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR DE TESIS
DR. ONÉCIMO GRIMALDO JUÁREZ**

Mexicali, Baja California

Septiembre, 2016

DEDICATORIAS

Juan José Mora Félix

- A dios, por el éxito y la satisfacción de esta investigación, quien me ha ayudado en todos los momentos difíciles de mi vida diaria, y quien me ha dado la sabiduría para enfrentar los retos de mi vida que he enfrentado constantemente, a el quien me ha dado alegría y paz a mi ser.

- A mi madre, Gloria Félix Ortiz, por darme la vida y por motivarme cada día a alcanzar mis éxitos, por sus buenos consejos que formaron la persona responsable y trabajadora que soy hoy, a ella quien me sacó adelante y me acompañó en cada momento bueno y malo de mi vida. Te amo Madre.

- A mi hermano, Jesús Guadalupe Mora Félix, por siempre apoyarme en cada momento de mi vida, a el quien me enseñó que trabajando duro todas las metas se pueden alcanzar, ha el por darme su cariño y comprensión en los momentos duros de mi vida, gracias hermano por todo lo consejos que me distes y a todo el apoyo incondicional que tuve a tu lado.

- A mi esposa, Elizabeth González Veles, por su amor y cariño que nunca me ha faltado a su lado, a ella a quien a su lado todo en la vida lo puedo lograr, a ella quien siempre ha depositado toda su confianza en mí y siempre me ha motivado a ser una mejor persona y que sin ella todas mi metas no serían posible, gracias amor por estar a mi lado en cada momento difícil y feliz de mi vida, gracias por todo tu cariño y amor que me has dado.

Rocío Gisel González Hernández

- A dios, por la satisfacción y alegría de llevar a cabo esta investigación, quien siempre está conmigo y mi hija en los buenos y malos momentos, quien me ha dado la grandeza de ser madre y permitirme estar cada día al lado de mi hija.

- A mi hija, quien doy gracias adiós por pasar hermosos momentos a su lado, a ella quien me da toda la felicidad que necesito, quien siempre está llena de sonrisas y amor para darme, ella quien es mi razón de ser feliz en la vida.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), por nuestra formación a lo largo de la carrera y por su invaluable contribución cultural, social y científica. También por el apoyo brindado a través de la 17^a Convocatoria Interna de Proyectos de Investigación, mediante la cual fue posible adquirir parte de los insumos (semillas, fertilizantes y agroquímicos) para el desarrollo del experimento en campo.

En primera instancia, al Instituto de Ciencias Agrícolas (ICA) de la UABC y docentes del instituto, por decidido apoyo financiero, técnico y respaldo logístico total.

De manera muy especial al Dr. Onécimo Grimaldo Juárez asesor principal en el presente trabajo de tesis, por sus sabias contribuciones, su gran amistad, su dedicación constante, apoyo en la redacción científica, gran calidad humana y por su confianza puesta en nosotros.

A un ejemplar profesor que siempre lo hemos admirado su trabajo y dedicación al Instituto de Ciencias Agrícolas al Dr. Daniel González Mendoza por su apoyo en la redacción de nuestra tesis.

Con mucho cariño y agradecimiento al MC. Carlos Ceceña Durán por su gran amistad que tiene con nosotros, por su apoyo no solo en la redacción de la tesis sino también en todo el trascurso de la carrera siempre nos enseñó el valor del conocimiento.

A todos aquellos que con sus acertados comentarios contribuyeron a nuestra formación y por ende a la culminación de obtención del título de Ingeniero Agrónomo.

Gracias.

Tesis realizada por el C. **Juan José Mora Félix** y la C. **Rocío Gisel González Hernández** bajo la dirección del Comité Asesor Indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

DIRECTOR DE TESIS: _____

DR. ONÉCIMO GRIMALDO JUÁREZ

ASESOR DE TESIS: _____

MC. CARLOS CECEÑA DURÁN

ASESOR DE TESIS: _____

DR. DANIEL GONZÁLEZ MENDOZA

CONTENIDO

	Paginas
INDICE DE CUADROS.	IX
INDICE DE FIGURAS.	X
RESUMEN.	XI
I. INTRODUCCIÓN.	13
II. OBJETIVOS.	16
2.1. Objetivo.	16
2.2. Objetivo específicos.	16
III. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS.	17
3.1. Hipótesis.	17
IV. REVISIÓN DE LITERATURA.	18
4.1. Importancia del cultivo de Pepino.	18
4.1.1. La producción mundial.	19
4.1.2. Exportación e importación de Pepino en México.	21
4.1.3. Regiones productoras de Pepino en México.	21
4.1.4. El cultivo de Pepino en Baja California.	21
4.2. Origen y descripción botánica de la planta.	22
4.3. Cultivo de pepino.	23
4.4. El uso del injerto en la producción hortícola.	30
4.4.1. Historia del injerto.	31
4.4.2. Crecimiento y desarrollo de la planta.	32
4.4.3. Producción y calidad de frutos.	33
4.4.4. Control de enfermedades.	34

4.4.5. Desventajas del injerto.	34
4.5. El injerto en las cucurbitáceas.	35
4.6. Requerimientos técnicos para la elaboración de injertos en Pepino.	36
4.6.1. Técnica de injerto.	37
4.6.2. Interacción patrón variedad.	40
4.6.3. Factores que intervienen en el prendimiento del injerto.	40
4.7. Manejo poscosecha del pepino.	41
4.7.1. Tratamiento Poscosecha (Encerado).	41
4.7.2. Daño por frío y condiciones óptimas de conservación.	41
4.7.3. Criterios de calidad y porcentaje de pérdida de peso.	42
V. MATERIALES Y MÉTODOS.	43
5.1. Ubicación del área experimental.	43
5.2. Variedades empleadas.	43
5.2.1. Siembra en charolas.	43
5.2.2. Elaboración de injertos.	43
5.2.3. Sala prendimiento de injertos.	44
5.3. Trasplante en invernadero.	44
5.4. Tratamientos.	44
5.5. Diseño experimental.	45
5.6. Manejo del cultivo.	45
5.7. Variables evaluadas.	45
5.7.1. Características morfológicas y reproductivas.	45
5.7.1.1. Longitud de entrenudos.	45
5.7.1.2. Porcentaje de amarre de frutos.	45

5.7.2. Crecimiento del fruto.	45
5.7.3. Longitud y diámetro promedio del fruto.	46
5.7.4. Rendimiento.	46
5.7.5. Sólidos solubles totales (°Brix).	46
5.8. Manejo poscosecha del Pepino.	46
5.8.1. Pérdida de peso del fruto de Pepino.	47
5.8.2. Consistencia del fruto de Pepino.	47
5.8.3. Contenido de clorofila.	47
5.8.4. Sólidos solubles totales medidos en la escala de °Brix.	47
5.9. Análisis estadístico.	47
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	48
6.1. Longitud de entrenudos y porcentaje de amarre de frutos.	48
6.2. Crecimiento del fruto.	49
6.3. Longitud y diámetro promedio del fruto.	50
6.4. Rendimiento en la producción de Pepino.	52
6.4.1. Rendimiento Promedio de fruto por planta.	52
6.4.2. Producción de pepino por m ² .	53
6.5. Sólidos solubles totales (SST) medidos en la escala de (°Brix).	53
6.6. Manejo poscosecha del fruto de Pepino.	55
6.6.1. Pérdida de peso del fruto de Pepino.	55
6.6.2. Firmeza del fruto de Pepino.	56
6.6.3. Contenido de clorofila.	58
6.6.4. Sólidos solubles totales medidos en la escala de (°Brix).	58
VII. CONCLUSIONES.	60
VIII. LITERATURA CITADA.	62

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Principales países importadores de pepino a nivel mundial (cifra 2010).	20
Cuadro 2. Principales países exportadores de pepino a nivel mundial (cifras 2010).	21
Cuadro 3. Relación de tratamientos de evaluación de producción de frutos de pepino de plantas sin injertar e injertadas en dos cucurbitáceas.	44
Cuadro 4. Relación de tratamientos de evaluación poscosecha de frutos de pepino de plantas sin injertar e injertadas en dos cucurbitáceas.	46
Cuadro 5. Características morfológicas de las plantas injertadas y no injertadas.	49

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Crecimiento del fruto de pepino en plantas injertadas y no injertadas.	50
Figura 2: Longitud del fruto de pepino en plantas injertadas y no injertadas.	51
Figura 3: Diámetro del fruto del pepino (<i>Cucumis sativus L.</i>).	51
Figura 4 Rendimiento promedio de fruto por planta.	52
Figura 5: Producción de pepino por m ² .	53
Figura 6: Sólidos Solubles Totales (SST) medidos en la escala de Grados Brix (°Brix).	54
Figura 7: % de pérdida de peso de los frutos de pepino normales y con aplicación de cera PrimaFresh 50-V.	56
Figura 8: Consistencia del fruto de pepino a través de los días de almacenamiento a 12 °C.	57
Figura 9: Contenido de clorofila de los tratamientos de injerto y sin injerto de pepino.	58
Figura 10: Sólidos Solubles Totales del fruto de pepino.	59

RESUMEN

La producción de pepino en valle de Mexicali, B. C. ha estado limitada por incidencia de patógenos, altas temperaturas y la concentración salinas de los suelos, causantes de la disminución de crecimiento y desarrollo de las plantas, lo cual repercute en el rendimiento por unidad de superficie. La producción de pepino se ha incrementado en Baja California; no obstante, su producción en el valle de Mexicali es limitada debido al clima semiárido característico de la región. En otras regiones del país, el uso del injerto ha sido una alternativa para a disminuir las condiciones adversas, sin embargo, en Mexicali no se dispone de evidencias documentadas del uso de injertos.

Por lo anterior en la presente investigación, este estudio se basó en antecedentes de la aplicación comercial exitosa de la técnica del injerto, que reduce los daños causados por patógenos del suelo y sequía, además de mejorar la absorción de agua y nutrientes. Con el fin de investigar si el crecimiento y la productividad del pepino (*Cucumis sativus L.*) pueden mejorarse con el uso de injertos, se hizo un experimento en invernadero. Los tratamientos fueron: 1) Pepino injertado en bule (*Lagenaria siceraria*); 2) Pepino injertado sobre calabaza (*Supershintoza*) y 3) Pepino sin injerto. El diseño experimental fue completamente al azar con 4 repeticiones, donde la parcela experimental fue de un surco de 5 metros de largo y 80 cm de ancho. Las variables evaluadas fueron crecimiento de fruto, longitud y diámetro del fruto, rendimiento por corte y total. También se consideró poscosecha del fruto, mediante las variables porcentaje de pérdida de peso, firmeza del fruto, contenido de clorofila, y contenido de sólidos soluble totales (SST) en la escala de °Bx.

Los resultados mostraron que el efecto del injerto en pepino se manifestó en mayor peso, longitud y diámetro de fruto, expresado la anterior en mayor rendimiento por planta y por unidad de superficie. Las plantas injertadas en calabaza, tuvieron mayor respuesta en crecimiento y producción de fruto con respecto a las plantas injertadas en Bule (*Lagenaria siceraria*). En los sólidos

solubles (°Brix) no hay diferencia estadísticas entre las plantas injertadas y normales.

En la etapa de poscosecha del fruto de pepino se analizaron las variables de porcentaje de pérdida de peso, firmeza del fruto, contenido de clorofila, y contenido de sólidos soluble totales (SST) en la escala de grados brix. En el porcentaje de pérdida de peso se observó que el injerto con aplicación de la cera comercial reduce la pérdida de peso al mantenerla por debajo del 6% de pérdida de peso en 14 días, en la consistencia del fruto los tratamientos su comportamiento fue similar, aunque cabe destacar que el injerto de calabaza – pepino con aplicación de cera comercial fue el que mantuvo una consistencia similar a través de los 14 días de almacenamiento, siendo el tratamiento con la mejor consistencia, en el análisis de la clorofila los tratamientos de cera y sin cera de los injertos se manifestaron similares hasta el día 14 de almacenamiento, donde en el día 14 el tratamiento de bule – pepino con aplicación de cera comercial fue el que obtuvo menor degradación de clorofila que los demás tratamientos, en la medición de la escala de grados brix los tratamientos no tuvieron diferencia significativa entre ellos.

I. INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus L.*) se considera originario de la India, siendo domesticado en Asia y de ahí introducido a Europa, para posteriormente ser llevado a América por Cristóbal Colón. Los tipos más comunes de pepino son el americano, el europeo y el holandés (*Wehner y Maynard, 2003*). El pepino es una hortaliza de alto impacto económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones del mundo. Hay variedades de alto rendimiento y prácticas de manejo que permiten optimizar su producción bajo invernadero (*Vasco, 2003; Gálvez, 2004*). En México, es un cultivo importante por el consumo y producción, que contribuye en la generación de divisas y empleo. Los estados de Sinaloa, Baja California, Michoacán y Morelos son los principales productores de esta hortaliza (*SIAP, 2014*).

Baja California, México, es una de las zonas agrícolas más productivas del país en las últimas décadas y particularmente a partir de los años ochenta, con un elevado volumen de exportación local e internacional de productos hortícolas, siendo las zonas de mayor importancia San Quintín y el valle de Mexicali en menor escala. En años recientes, Baja California ha mostrado un incremento notorio en la producción de pepino en condiciones de invernadero, ya que de tener una producción de 56.64 toneladas/ha en el año 2010 se ha incrementado a 64.14 toneladas/ha en el año 2014 principalmente en la zona de San Quintín (*SIA, 2006, 2014*).

Entre las principales limitantes que se presentan entre los productores de hortalizas del valle de Mexicali son las condiciones ambientales extremas, presencia de insectos y la salinidad del agua. En este sentido, la producción de hortalizas bajo agricultura protegida puede ser una alternativa, ya que se puede tener un mejor control de las variables ambientales, limitar la presencia de plagas, reduciendo el uso de plaguicidas y hacer más eficiente el uso del agua (*Sengar y Kothari, 2008*). Adicionalmente, la protección bajo malla o plástico puede dar lugar a la producción de cultivos de mayor calidad y productos más competitivos frente

a las importaciones procedentes de otras zonas de producción de hortalizas de la región.

La implementación de técnicas como el injerto, constituyen una alternativa para aumentar el rendimiento por unidad de superficie en condiciones desfavorables (Rivero *et al.*, 2003). El injerto consiste en unir dos plantas de tal manera que se pueda aprovechar el vigor del sistema radicular del patrón (Hartmann y Kester, 1991; Lee *et al.*, 2010). Con esta técnica se puede prevenir la incidencia de patógenos tales como *Fusarium sp.*, *Verticillium sp.*, *Pseudomonas sp.*, *Phytophthora sp.*, y *Meloidigyne sp.* (Lee, 1994 Kousik *et al.*, 2002). También se induce un mayor desarrollo del sistema radical del patrón, favoreciéndose mayor absorción de agua y nutrientes, lo que permite mayor tolerancia a temperaturas altas (Blancard *et al.*, 1991; Messiaen *et al.*, 1995).

La resistencia de las plantas injertadas está condicionada tanto por el patrón como por la variedad (Muller y Li, 2002); y aunque el vigor de la planta injertada suele ser intermedio entre el del patrón y la variedad, la influencia del patrón es mayor. El incremento en el vigor, que generalmente proporciona el patrón a la variedad, permite utilizar un menor número de plantas por unidad de superficie (Miguel, 1997). Algunas ventajas adicionales que se atribuyen a los injertos, son: mayor vigor radical y foliar, mayor aprovechamiento de agua y nutrientes por tener sistema radical más eficiente, resistencia a la salinidad y tolerancia a temperaturas bajas y altas (Lee, 2007). Sin embargo, también presenta desventajas, como el alto costo de las semillas de los portainjertos y los gastos de operación.

El manejo poscosecha de esta hortaliza, la temperatura y humedad relativa, se consideran factores físicos de mayor importancia (Ryall y Lipton, 1982), que demeritan la apariencia y calidad final del fruto, además de otros cambios físicos y químicos (Walter *et al.*, 1990). Como medidas de prevención del deterioro del pepino durante la poscosecha, se han utilizado cubiertas de ceras vegetales y químicas, recubrimientos comestibles, y materiales plásticos como policloruro de vinilo, polietileno, polipropileno, que por sus propiedades inherentes de permeabilidad selectiva de gases, propician una reducción en la disponibilidad de

O₂ y un aumento de CO₂ en el ambiente circundante del producto, lo que induce una reducción en su actividad metabólica (*Kader, 2002*). En pepino, *Muy Rangel et al.* (2004) reportan un aumento en la vida útil del pepino cv. Conquistador, al aplicar cera comercial Decco®, (*Galletti et al.* 2006), en pepino dulce (*Solanum muricatum* AIT) con película plástica de polietileno (*Chien and Ling* 1997) y en pepino (*Cucumis sativus*) empaquetado en bolsas de polietileno de baja densidad.

Por lo anterior, en el presente estudio, se evaluaron dos portainjertos: uno de calabaza y otro de Legenaria en la producción de pepino, así como la calidad poscosecha de pepino con tratamiento de encerado y sin cera en la variedad Llano verde.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general.

Evaluar un sistema de producción de pepino injertado y sin injerto en condiciones de invernadero en el Valle de Mexicali.

2.2. Objetivo específicos.

- I. Evaluar el comportamiento productivo del cultivo del pepino en condición injertada y sin injerto.
- II. Evaluar la calidad poscosecha de frutos de pepino de plantas injertadas y normales.

III. PLANTEAMIENTO DE HIPOTESIS

3.1. Hipótesis.

La implementación de injerto en los sistemas de producción de pepino en el Valle de Mexicali, incrementa la producción y calidad de los frutos.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1. Importancia del cultivo de Pepino.

El pepino es un producto que se cultiva en un gran número de países, por la buena aceptación que ha recibido entre los consumidores. México es el principal país exportador de pepino a E.E.U.U. y a nivel mundial se encuentra entre los primeros diez, ubicado en el puesto 8. Los estados más sobresalientes en cuanto a producción son: Sinaloa, Michoacán, Sonora, Yucatán, Morelos y Baja California (SIAP 2014).

4.1.1. La Producción mundial.

El pepino es un fruto que se cultiva en todo el mundo. La producción mundial supera los 65 millones de toneladas, según los datos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2012). China lidera el ranking con una producción de 48.000 millones de toneladas, el 73 por ciento del total. El segundo lugar lo ocupa Turquía con 1.742 millones de toneladas (2,68%), apareciendo Irán en tercera posición con una producción de 1.600 millones de toneladas, el 2'46 por ciento del total.

La cuarta posición está ocupada por Rusia, que produce 1.281'79 millones de toneladas, el 1'97 por ciento del total. Le sigue en quinto lugar Ucrania con 1.020'6 millones de toneladas (1'57%), Estados Unidos en sexta posición con 901'06 millones de toneladas (1'38%), España en séptimo lugar con 713'20 millones de toneladas (1'09%), México en el número ocho con 640'51 millones (0'98%), Egipto en el noveno lugar con 613'88 millones de toneladas (0,94%) y Japón en décima posición, con 586'50 millones de toneladas, lo que le supone el 0'91 por ciento de la producción mundial de pepino.

4.1.2. Exportación e importación de Pepino en México.

La producción agrícola del pepino en México se presenta en diferentes modalidades como el pepino en invernadero, en malla sombra y orgánico, convirtiéndose este último en un producto con mayor demanda en los mercados internacionales. Como resultado de la aplicación de sistemas de producción, México presentó una tasa de crecimiento anual en cantidades exportadas del 6% en el periodo 2006-2010, presentándose la producción mayor de pepino en invernadero y malla sombra en el Estado de Baja California, mientras que Baja California Sur destaca en pepino orgánico.

Actualmente, México es el tercer exportador mundial de esta hortaliza con una participación en las exportaciones mundiales del 13.9% y el principal proveedor en el mercado americano, dirigiéndose primeramente a EE.UU., con una participación de las exportaciones de México del 99.9% y siendo EE.UU., el mayor importador en el mundo con una cantidad de 585,575 toneladas en el 2010 (Trade map, 2014).

Situación actual de la demanda.

De acuerdo con cifras proporcionadas por TRADE MAP (2014) el mercado Alemán de pepino resultó con la segunda posición, importando la cantidad de 506,209 toneladas y presentando el mayor valor en importaciones por \$576,840 millones de dólares, destacando como una excelente opción para exportar pepino mexicano. Debido a los hábitos nuevos de consumo, en Alemania la preocupación por la salud es muy alta, ya que hasta el 64% de la población considera que la alimentación es importante, dándole prioridad al origen de los productos y a los métodos de producción, clasificando al consumidor alemán como exigente y consientes a la hora de comprar sus productos.

Producción de pepino en México.

Históricamente México ha ocupado el primer lugar como proveedor de las importaciones americanas de pepino (más del 80% del total importado). En consecuencia, su sistema de comercialización prioritariamente se ha enfocado al mercado anglosajón, al cual lo abastece principalmente vía terrestre. El grueso de las exportaciones (85%) se destina al mercado de Estados Unidos de América, lo que implica una alta dependencia de éste.

Las exportaciones siempre han tenido un carácter estacional y complementario. Tratándose sólo de las hortalizas que EE.UU. no produce o que es deficitario en ciertas temporadas. Los costos de producción y comercialización son más altos en México que en EE.UU., hecho que con frecuencia se ignora o desconoce.

Importaciones y exportaciones.

De acuerdo con cifras obtenidas de TRADE MAP (2014) respecto a las importaciones mundiales de pepino, de los principales diez países importadores del mundo, Estados Unidos de América se coloca en la primera posición con 585,575 toneladas (**Cuadro 2**), mientras que en las exportaciones de pepino el principal proveedor fue México, exportando 498,822 toneladas (**Cuadro 3**).

Cuadro 1. Principales países importadores de pepino a nivel mundial (cifras 2010).

Posición	País	Producción en toneladas importadas
1	Estados Unidos de América	585,575
2	Alemania	506,209
3	Federación de Rusia	201,409
4	Reino Unido	151,964
5	Países Bajos (Holanda)	81,975
6	República Checa	81,039
7	Francia	68,903
8	Bélgica	49,959
9	Canadá	47,863
10	Dinamarca	33,716

FUENTE: <http://www.trademap.org>. (070700) Fracción arancelaria "Pepinos y pepinillos frescos o refrigerados"

Cuadro 2. Principales países exportadores de pepino a nivel mundial (cifras 2010).

Posición	País	Producción en toneladas exportadas
1	México	498,822
2	España	449,395
3	Países Bajos (Holanda)	382,829
4	Jordania	114,396
5	Turquía	105,041
6	Irán (República Islámica del)	75,921
7	Canadá	69,237
8	Estados Unidos de América	45,062
9	Bélgica	34,944
10	Grecia	24,396

FUENTE: <http://www.trademap.org> (070700) Fracción arancelaria "Pepinos y pepinillos frescos o refrigerados"

4.1.3. Regiones productoras de Pepino en México.

El pepino se cultiva en la mayoría de los estados del país, a excepción de los estados de Nuevo León, Chiapas, Tlaxcala y Distrito Federal. Los estados más sobresalientes en cuanto a producción son: Sinaloa, Michoacán, Sonora, Yucatán, Morelos y Baja California (SIAP 2014). Sinaloa es el principal productor con una producción de mil 305,326.75 toneladas (SIAP 2014), que representa el 44.14 % de la producción nacional. Michoacán ocupa el segundo lugar con un volumen de producción de 95,101.72 mil toneladas (13.43%). Posteriormente le sigue Sonora (10.56%), Yucatán (5.58%), Morelos (3.95%) y Baja California (3.94%).

4.1.4. Cultivo de pepino en Baja California.

En Baja California, el pepino es un cultivo de primavera verano con una superficie promedio de 438.75 hectáreas y un rendimiento de 64.14 toneladas por hectárea (SIAP, 2014); esta producción representa el 3.94% a nivel nacional. Las regiones productoras de pepino son Ensenada, Mexicali y Tecate. Ensenada registra el 98.63% de la superficie, con una producción de 27,723.85 toneladas y un rendimiento promedio de por hectárea de 64.59 toneladas. Mexicali tiene un superficie de cultivo que representa el 0.68% y su producción es de 71.60

toneladas, con 23.87 toneladas por hectárea, En cuanto a Tecate la superficie de cultivo es de 0.68% y su producción es de 120 toneladas, con 40 toneladas por hectárea.

4.2. Origen y descripción botánica de la planta.

El pepino es originario de las regiones tropicales del sur de Asia, siendo cultivado en la India desde hace más de 3000 años. De la India se extendió a Grecia y de ahí a Roma y posteriormente se introdujo en China. El cultivo de pepino fue introducido por los romanos en otras partes de Europa; aparecen registros de este cultivo en Francia en el siglo IX, en Inglaterra en el siglo XIV y en Norteamérica a mediados del siglo XVI, ya que Cristóbal Colón llevó semillas a América. (Torres 2007). El pepino es una planta herbácea que pertenece a la familia de las Cucurbitáceas y la especie cultivada es la sativus y su descripción botánica es la siguiente:

Hoja. Es de largo pecíolo, gran limbo acorazonado, con tres lóbulos más o menos pronunciados (el central más acentuado y generalmente acabado en punta), de color verde oscuro y recubierto de un bello muy fino. Flor: son de corto pedúnculo y pétalos amarillos. (Torres 2007).

Tallo. Es anguloso y espinoso, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores. (Torres 2007).

Raíz. Posee una raíz principal, que se ramifica rápidamente para dar raíces secundarias superficiales muy finas, alargadas y de color blanco. El pepino puede emitir raíces adventicias por encima del cuello. (Torres 2007).

Flor. Aparecen en las axilas de las hojas y pueden ser hermafroditas o unisexuales, aunque los primeros cultivares conocidos eran monoicos y solamente presentaban flores masculinas y femeninas. En la actualidad todas las variedades comerciales que se cultivan son plantas ginoicas, ya que poseen flores femeninas

que se distinguen claramente de las masculinas porque son portadoras de un ovario ínfero. (Torres 2007).

Fruto. Pepónide áspero o liso, dependiendo de la variedad, que vira desde un color verde claro, pasando por un verde oscuro hasta alcanzar un color amarillento cuando está totalmente maduro, aunque su recolección se realiza antes de su madurez fisiológica. La pulpa es acuosa, de color blanquecino, con semillas en su interior repartidas a lo largo del fruto, que se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco amarillento. (Torres 2007).

4.3. Cultivo de pepino.

Suelo. El pH óptimo oscila entre 5,5 y 7. El pepino se desarrolla en cualquier tipo de suelo de estructura suelta, bien drenado y con suficiente materia orgánica. Es una planta medianamente tolerante a la salinidad (algo menos que el melón), de forma que si la concentración de sales en el suelo es demasiado elevada las plantas absorben con dificultad el agua de riego, el crecimiento es más lento, el tallo se debilita, las hojas son más pequeñas y de color oscuro y los frutos obtenidos serán torcidos. Si la concentración de sales es demasiado baja el resultado se invertirá, dando plantas más frondosas, que presentan mayor sensibilidad a diversas enfermedades. (Torres 2007).

Siembra o transplante. El pepino puede cultivarse todo el año si se cuenta con riego pero no se recomienda su cultivo en épocas muy lluviosas. Se siembra directamente en el suelo. La distancia entre surcos varía entre 1.2 y 1.5 m y la distancia entre plantas es de 20 cm. La siembra se realiza en hoyos de 2 a 3 cm de profundidad en los que se colocan de tres a cuatro semillas por golpe, se ralea después y se deja sólo una o dos plantas por golpe. (Torres 2007). Otra opción de siembra es en charolas de 200 cavidades y posteriormente trasplantarse en suelo o sustrato.

Principales plagas del cultivo de pepino.

Entre los principales insectos que atacan al pepino están:

Pulgón (*Myzus persicae*) y **Mosca blanca** (*Bemisia tabaci*). El daño es ocasionado por los adultos y ninfas, que se alimentan de la savia de las hojas provocando clorosis y deformación del follaje, además son vectores de varias enfermedades virales en el cultivo. (Sholaen1997).

Control. Aplicar cualquiera de los siguientes productos que contenga los ingredientes: Tiociclan-Hoxalato, Oxidimeton Metil, Imadacloprid, los cuales se emplean en volúmenes de 50cc/bomba de 4 galones.

Minador de la hoja (*Liriomyza sp*). Es una larva pequeña de color blanquesino amarillento, sin patas que forma galerías en las hojas. La larva al transformarse en adulta se genera una mosca pequeña, la cual oviposita en los tejidos internos de las hojas, en donde nacen las nuevas larvas que de inmediato comienzan a alimentarse, quedando visibles las galerías semitransparentes. Ataques severos pueden causar reducciones en la cosecha. (Sholaen1997).

Control. Aplicar cualquiera de los siguientes productos: Cyflutrina, Clorfenarpir, Diafentiuron, las dosis pueden variar de 25cc a 50cc/bomba de 4 galones.

Principales enfermedades del cultivo de pepino.

Las principales enfermedades que atacan al cultivo de pepino son **Marchitamiento** (*Fusarium oxysporum*). Origina una pudrición blanda en la raíz y el cuello del tallo que se recubre de un desarrollo micelial de color blanco.

Tratamiento. Hay tres estrategias: Desinfecciones en verano combinando solarización y metam-sodio (tanto en suelo como en hidropónico, evidentemente variando la dosis); injerto sobre patrón resistente (carísimo, pero muy eficaz); y tratamientos preventivos con Trichodermas desde el trasplante (Las aplicaciones

periódicas de TUSAL están dando buenos resultados). Estas estrategias pueden emplearse solas o combinadas (Castaño, Del Rio 1994).

Pudriciones (*Phytophthora sp.*).

Causa una pudrición seca y oscura en la raíz y el cuello del tallo, en ocasiones podrá observarse un leve desarrollo micelial hialino. (Blancard et al., 1991; Messiaen et al., 1995). Su control puede ser con la aplicación de Metalaxil (Ridomil 50 G) al momento de realizar la plantación cuando el suelo está infectado. Debe aplicarse en el momento de plantar y repetir 8 a 12 semanas después.

- Phosetil-Al (Alliette): Utilizado como aspersión foliar para prevenir infecciones, aplicando al follaje sano 6 veces en la temporada de crecimiento. También puede provocar fitotoxicidad cuando hay residuos de dimetoato o cobre en las hojas y frutos.

Secadera, Damping off (*Pythium spp.*).

Causa pudrición semiblanda en la raíz y en cuello del tallo. (Torres 2007). Su control se realiza con aplicaciones de captan o thirama directamente a la semilla y choralas para siembra. Otros posibles de emplear son PCNB, Cloro y Metalaxyl.

Secadera (*Rhizoctonia solani Kühn*).

Causa pudrición negra y seca en la raíz y tallo (Torres 2007). El control se puede realizar con la aplicación de -AMISTAR® 50 WG, Azoxystrobin, - Azufre flor - Bankit®, Azoxystrobin - Bravo® 500, Clorotalonil **V E R I F I C A R**

Cenicilla polvorienta (*Erysiphe cichoracearum*).

Produce manchas circulares polvorientas de color blanquecino sobre el haz de la hoja y un amarillamiento sobre el envés. (Blancard et al., 1991; Messiaen et al., 1995).

Tratamiento. De manera general se recomienda el uso de fungicidas químicos sistémicos con ingredientes activos tales como: Principalmente myclobutanil.

Triadimefon, Benomyl, Tiofanato de metilo, en combinación con productos de contacto formulados a partir de Clorotalonilo. Estos productos se deben aplicar por la parte abaxial y adaxial de las hojas, utilizando asperjadores que formen una nube del producto en la planta.

Mosaico del pepino (CMV).

Se presentan mosaicos verdes suaves, mosaicos amarillos suaves, brillantes y abullonados pronunciados y otras distorsiones de hojas, estriaduras verdes en los tallos, crecimiento reducido de las plantas y más recientemente se ha descrito la aparición de necrosis en tallos y frutos. (Muller y Li, 2002).

Tratamiento.-Establecer el cultivo con plantas sanas producidas en almácigos cubiertos con malla anti insectos para asegurar que estén libres de insectos vectores. Controlar las malezas, especialmente las solanáceas, como tomatillo, nicandra y chamico entre otras, tanto dentro del potrero como en sectores aledaños. Emplear productos químicos (insecticidas con ingrediente activo Pirimicarb más Spinosad) y naturales (aceite) para obtener mejores rendimientos. Utilizar las variedades con mejor comportamiento frente a virus.

Mancha angular ("Angular leaf spot") *Pseudomonas syringae* pv. *Lachrymans*.

Provoca lesiones foliares angulares y manchado de fruto en cucurbitáceas, primero aparece en los cotiledones como lesiones irregulares hidrópicas, y en las hojas verdaderas como lesiones pardas, angulosas e hidrópicas, que pueden secarse y desprenderse dejando la hoja desgarrada. (Muller y Li, 2002).

Tratamiento. Emplear semillas certificadas o variedades tolerantes, realizar rotación de cultivos con intervalos de 3 o más años sin sembrar cucurbitáceas. Mantener el follaje seco limitando el riego por aspersión. Aplique insecticidas para prevenir heridas y tratamientos preventivos con compuestos a base de cobre.

Nematodo de las agallas, o de los nódulos de las raíces. (*Meloidogyne incognita*).

El sistema radicular infestado muestra nódulos o agallas características, cuya severidad varía dependiendo del grado de infestación por el nematodo y de la variedad y especie de la planta parasitada (Castaño, Del Rio 1994). El control se puede realizar con la aplicación de productos como Ditera, Mocap y Carbufuran.

Nematodo de las lesiones (*Pratylenchus spp.*).

Causan lesiones pequeñas de color pardo rojizo en la raíces. (Castaño, Del Rio 1994). Para su control se emplean los mismos productos indicados para el control de nematodo de agalla.

Riegos.

El pepino es una planta que necesita una buena disponibilidad de agua en ámbito radicular para obtener altas producciones; el contenido de humedad del suelo debe mantenerse a niveles cercanos a la capacidad de campo; la cantidad de agua debe ser proporcionarse acuerdo: a la edad del cultivo y a la evapotranspiración potencial del lugar donde está el cultivo. Debe evitar encharcamiento o inunda miento del cultivo y para manejo óptimo de fertilizantes. Si la planta presenta un déficit de agua, el pepino retrasa su desarrollo y se observan plantas menos vigorosas, lo que conlleva a un menor rendimiento. Los periodos críticos de riego en el cultivo de pepino son: durante la germinación de la semilla, la floración y la formación de frutos. Se recomienda aplicar agua en estos periodos en forma oportuna y controlada. (Torres 2007).

Si se cultiva bajo condiciones de riego por surco, es muy importante considerar la topografía del terreno, teniendo presente que las pendientes deben de ser lo más uniforme posible y poco pronunciadas (del 2%) y una longitud de los surcos de 50 a 60 m. en caso de usar riegos por goteos, se debe considerar especialmente la topografía del terreno para realizar las líneas de siembra. Es recomendable realizar las siembras en curvas a nivel y ubicar cada gotero en la manguera de tal

manera que coincida con cada postura o planta para que el bulbo de mojado abastezca las necesidades hídricas de la plantas. (Torres 2007). En el cultivo de pepino es muy importante el sistema de drenaje, para eliminar los excesos de humedad, debido a que necesita una adecuada aireación en su sistema radicular, para poder sostener su actividad productiva. (Torres 2007).

Fertilización.

La fertilización se debe hacer en relación con las necesidades nutricionales del cultivo y de los resultados del análisis del suelo. Como recomendación general las aplicaciones de fertilizantes deben fraccionarse durante todo el ciclo del cultivo. Todo el fosforo y potasio se debe aplicar en la siembra, y el nitrógeno 20% a los 8 días después de la siembra (d.d.s.) o cuando la planta tiene su primer par de hojas verdaderas, 20% a los 20 (d.d.s.) o al inicio de la formación de la guía; 30% a los 30 (d.d.s.) o al inicio de la floración; 30% a los 40 (d.d.s.) o al inicio de formación de frutos. Además es conveniente efectuar al menos 3 fertilizaciones foliares, realizando la primera cuando aparecen los primeros frutos y luego cada 8 días. (Torres 2007).

La eficiencia de la fertilización depende de factores como:

- 1) Dosis correcta.
- 2) Tipo de fertilización a utilizar.
- 3) pH del suelo.
- 4) Aplicación oportuna.
- 5) Forma de aplicación. (Torres 2007).

Cosecha.

La cosecha del pepino se hace manual entre los 50 a 65 días después de la siembra (antes que las semillas completen su crecimiento y se endurezcan) sujeto a las condiciones climatológicas. (Torres 2007). El fruto para cosechar debe estar en estado óptimo de desarrollo, de acuerdo con las exigencias del mercado, en

general el fruto debe estar tierno y el mejor índice de ello es la semilla tierna. El fruto del pepino puede almacenarse durante diez a catorce días a temperaturas entre 7 a 10°C, con una humedad relativa de 90 a 95%. (Torres 2007).

Índices de cosecha.

- 1) Madurez fisiológica (color verde oscuro y fruto fresco muy firme).
- 2) Tamaño apropiado según variedad o híbrido (especialmente diámetro y largo).
- 3) Forma apropiada.
- 4) Libre de enfermedades.
- 5) Libre de picaduras de insecto, magulladuras, quemaduras del sol y otros daños.

Lavado.

En el proceso de empaque para mantener y garantizar la calidad, los frutos después de cosechados y seleccionado son enfriados en agua fría (7 °C) con el propósito de bajar la temperatura de campo del producto.

La temperatura del agua de la pila puede variar según el clima (más fría en días calientes y menos fríos en días fríos).

El agua de la pila debe tener una concentración de cloro (Hipoclorito de calcio al 65%) de 150 a 200 ppm.

El monitoreo de la concentración de cloro libre en el agua debe hacerse cada hora, dependiendo del volumen de producto y la presencia de materia orgánica (tierra) que traiga del campo.

4.4. El Uso del injerto en la producción hortícola.

El injerto herbáceo es una técnica de cultivo de gran interés y aplicación en horticultura. Está basado en la utilización de portainjerto que aportan propiedades de interés agronómico y prestan afinidad con las variedades cultivadas. Entre las propiedades de interés puede citarse: resistencia a enfermedades, tolerancia a tipos de estrés abiótico, vigor, incremento en la producción, precocidad, o mejora de la calidad de los frutos. Su principal inconveniente es el costo adicional al emplear un segundo material como portainjerto (Camacho y Tello, 2006).

El injerto se utiliza desde la antigüedad en floricultura, fruticultura y jardinería con la intención de satisfacer las más variadas necesidades agronómicas y técnicas (Anónimo, 2009). Para las empresas, recientemente se ha vuelto en un tema de gran interés para el sector agrícola después de la rápida evolución de las técnicas, económicas y reguladoras que se están incorporando con el desarrollo de la agricultura sostenible, tema que cada vez tiene más interés para las empresas, sobre todo si son multinacionales. Entre los principales factores que condicionan el uso del injerto están: 1. La creciente restricción de uso de productos químicos para la esterilización del suelo. 2. La necesidad de contener la creciente presión de factores bióticos adversos del origen telúrico. 3. La creciente demanda de calidad y seguridad los alimentos. 4. La necesidad de mejorar los rendimientos unitarios y/o su distribución a lo largo del ciclo del cultivo con el objetivo de proteger la rentabilidad de las producciones. (Anónimo, 2009).

El injerto es la unión de dos porciones de tejido vegetal vivo en forma tal que sigan viviendo y que después se con porten como una sola planta. El injerto está constituido por: 1). Púa o vástago, es la porción pequeña, separada, de tallo que contiene varias yemas durmientes, las cuales al unirse con el patrón forma la porción superior del injertó y de ella se desarrolla el follaje; 2). Portainjerto o patrón, es la porción interior del injerto, la cual forma el sistema radicular de la planta injertada (Hertmann y Kester, 1976).

Desde los inicios del injerto en las hortalizas 1920 hasta la actualidad, el interés de los científicos por esta tecnología se ha incrementado, enfocándose a la

compatibilidad entre el portainjerto y el tipo de cultivar o variedad a injertar (Schmid 1994).

4.4.1. Historia del injerto.

No se sabe con certeza cuando y donde tuvieron lugar los primeros injertos, ya que en el año 1000 a.C., los fenicios y chinos cultivaban árboles frutales injertados en sus huertas (Hartmann y Kester, 1976; Schmid, E., 1994).

El cultivo de hortalizas injertadas inicio en Japón y Corea a finales de la década de 1920, mediante el injerto de sandía sobre *Cucurbita moschata*, a fin de prevenir el marchitamiento provocado por *Fusarium oxysporum* f. spp (Tateischi, 1927; Kewaide, 1985; Lee, 1994; Sakata *et al.*, 2007). Otros portainjertos empleados son *Legernaria siceriata*, híbridos interespecificos entre *C. maxima*. X *C. moschata*, *Cucurbita spp.* Y *Citrus spp.* Estos portainjertos también son empleados en otras especies de la familia de Cucurbitáceas como son el pepino y melón (Lee, 1994; King *et al.*, 2010). El uso del injerto también implemetado en tomate, chile y berenjena. Los patrones utilizados en tomate son *Lycopersicon spp.*, híbridos de tomate y los híbridos interespecificos (*S. lycopersicon* X *s. habrochaites* S.); en berenjena *Solanum spp.*

La producción comercial de hortalizas injertadas a gran escala se remonta a finales de 1950 y principios de 1960 en Japón y Corea. En los cultivos de Cucurbitáceas, más del 90% de las plántulas de sandía se injerta en diversos patrones y aproximadamente el 75% de los pepinos en ambos países. Prácticamente todos los melones orientales (*Cucumis sativus* L. var. Makuga makino) se injertan en corea. En las hortalizas Solanáceas, en tomate el 20 a 40% se injertan, en berenjenas el 20 a 40 %, y el 5 a 10% de los pimientos (Lee *et al.*, 2010).

En una revisión reciente y global del tema de injertos en hortalizas realizada por Martinez-Ballesta y colaboradores (2010), señalan de forma contundente que “El injerto es una tecnologías hortícola, practicada durante muchos años y en muchas partes del mundo, con el fin de superar problemas que puedan limitar el cultivo de hortalizas: la infección de patógenos del suelo, las bajas temperaturas del mismo, salinidad y asfixia radicular”. También señalan que se está expandiendo considerablemente el uso de portainjerto por que pueden permitir mejoras en el rendimiento por su mejor adsorción del agua y de los nutrientes del suelo.

En México la técnica del injerto es relativamente reciente con registros de 1000 hectáreas aproximadamente de sandía injertada y 100 ha de melón injertado (Davis *et al.*, 2008), su implementación se ha impulsado a través de la

Organización Unidas para el Desarrollo Industrial en conjunto con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, quienes han llevado a cabo proyectos de demostración y transferencia de tecnología del uso de injertos en hortalizas como alternativa al Bromuro de Metilo (Huitrón-Ramirez et al., 2009).

4.4.2. Crecimiento y desarrollo de la planta.

El efecto del injerto en los cultivos de tomate, berenjena, melón, pepino y sandía, diversos autores coinciden en que se induce mayor crecimiento y desarrollo de las plantas en comparación con las plantas sin injerto (Salam et al., 2002; Khah et al., 2006; Çürük et al., 2009; Mohammed et al., 2009; Cansev y Ozgur, 2010; Radhouani y Ferchichi, 2010).

Ozlem et al., (2007) al evaluar el efecto de portainjertos *C. máxima* x *C. moschata* y *L. siceraria* en dos variedades de sandía, observaron que la longitud de raíz y tallo principal el número de ramificaciones y el peso de la raíz fue significativamente mayor en plantas injertadas que en plantas sin injertar.

Se puede utilizar el portainjerto para conseguir: mayor tolerancia / resistencia a estrés de tipos abióticos y a las enfermedades de tipo telúrico, vigor, mejor eficiencia en el uso de los nutrientes y el agua, mayor capacidad de adaptación a condiciones del suelo. En la otra parte de la planta, la mejora se puede centrar en: mejorar la calidad organoléptica, aumentar rendimiento, conseguir tolerancia/resistencia a plagas y enfermedades que actúan sobre la parte aérea, mejorar el contenido en nutrientes favorables para la alimentación humana. (Anónimo 2009).

En condiciones de salinidad, los injertos también han resultado una técnica viable para la producción de sandía (Yetisir y Uygur, 2010). Uygur y Yetisir (2009) evaluaron el efecto de los portainjertos *L. siceraria landraces* y *C. máxima* en la variedad 'Crimson Tilde' bajo estrés salino y reportan que la reducción de biomasa aérea, aérea foliar por hoja y número de hojas, es menor en las plantas injertadas, en comparación con las plantas no injertadas. La tolerancia a la salinidad de algunos patrones puede ser atributo a la capacidad de inducir cambios anatómicos y la actividad de enzimas antioxidantes, en respuesta al estrés salino, y especialmente a la eficiencia de exclusión del sodio. La eficiencia de exclusión del sodio y su efecto en el crecimiento de la planta dependerá del portainjerto empleado (Goreta et al., 2008).

La sandía injertada sobre *L. siceraria* causa formación temprana de las flores femeninas, mientras que al emplear *Cucurbita spp.*, como patrón la floración se retrasa, sin embargo, las diferencias en el tiempo de floración se vuelven mínimas

cuando se tiene temperaturas adecuadas a inicio del crecimiento (*Sakata et al.*, 2007). Tataishi (1927) observó que el cuajado de los frutos fue retrasado en plantas injertadas, y aunque normalmente las plantas de sandía japonesas producen frutos en la primera flor femenina, el cuajado de los frutos se dio hasta en la tercera flor.

El aumento en la asimilación de los nutrientes por la condición injertada, es otro de los atributos de esta tecnología. En este sentido Pulgar *et. al.*, (2000) al evaluar el metabolismo del nitrógeno en las plantas injertadas de sandía sobre *C. pepo* L., observaron una alta actividad de Nitrato reductasa (NR) y Nitrito reductasa (NiR) en plantas injertadas, reflejando una alta capacidad de asimilación de nitrógeno y como resultado un mayor crecimiento y desarrollo. En un estudio similar, *Colla et al* (2011) reportaron que la eficiencia de la absorción de nitrógeno es mejorado por el injerto al emplear *L. siceraria* e híbridos de *C. máxima* x *C. moschata*.

4.4.3. Producción y calidad de frutos.

El injerto afecta positivamente el crecimiento y rendimiento de la planta sin que exista pérdida en la calidad de la fruta (*Ozlem et al.*, 2007; *Mohamed et al.*, 2012). *Salam et al.*, (2002) demostraron que el número de frutos por planta, el peso y longitud de la fruta resulto significativamente influenciado por el injerto, favoreciendo el aumento en el rendimiento hasta 3.5 veces. Otros estudios reportan incrementos en el rendimiento del 84% en plantas injertadas con respecto a las plantas normales (*Besri*, 2008). *Davis y Perkins-Veazie* (2005) al evaluar los patrones *C. argyrosperma* *C. Huber* y *C. pepo* L. en sandía diploide y triploide, observaron que la relación longitud/diámetro del fruto en plantas injertadas no cambio indicando que los patrones no afecta la dirección de expansión. *Turhan et al.*, (2012) al evaluar tres patrones *C. máxima* x *C. moschata* en sandía híbridas, observaron que el grosor de la epicarpio, el peso del fruto, el rendimiento total y comercial fueron afectados significativamente por el injerto, incrementándose en plantas injertadas.

Otras investigaciones demuestran que los portainjerto pueden influir en la calidad del fruto. *Yestisir et al.*, (2003) y *Turhan et al.*, (2012) reportaron que el contenido de sólidos solubles en sandía fue afectado por el injerto, sin embargo el resultado depende del portainjerto utilizado (*Rouphael et al.*, 2010). En contraste, *Huitrón-Ramirez et al.*, (2009) reportaron que los frutos de las plantas injertadas sobre *C. máxima* x *C. moschata* mostraron una mayor firmeza en comparación con las plantas sin injertar, mientras que el contenido de sólidos solubles no fue afectado. *Rouphael et al.*, (2008) demostraron que las plantas de sandía variedad Ingrid cultivada en condiciones de déficit de agua e injertada el patrón *C. maxima*

Duchsne x *C. moschata* Duchsne presentan contenidos similares de materia seca, sólidos solubles totales, concentración de fósforo y calcio en fruto, mientras que la concentración de magnesio y potasio son significativamente mejorados por el injerto de déficit de agua. Proietti *et al.*, (2008) reportaron que el contenido de antioxidantes (licopeno, ácidos de dehidroascorbico y el total de vitamina C) son significativamente mejorados por el injerto.

Por su parte, Bekhradi *et al.*, (2011) al evaluar la variedad Charleston Gray injertada sobre tres diferentes patrones *C. pepo*, *L. siceriana* y *C. mazima* x *C. moschata* demostraron que el contenido de sólidos solubles totales, la longitud y el peso del fruto, y el rendimiento total no fue afectado por el injerto.

Los efectos de los injertos en sandía, en general los autores señalan una mayor producción y desarrollo de frutos en plantas establecidas en diferentes ambientes, sin embargo, el grado de respuesta de los injertos, se atribuyen en parte a los diferentes entornos de producción, al tipo de combinación patrón/vástago utilizado, y la fecha de cosecha (Davis *et al.*, 2008b).

4.4.4. Control de enfermedades.

El objetivo principal de cultivar plantas injertadas es controlar enfermedades provocadas por microorganismos del suelo, tales como *Fusarium sp.*, *Verticillium sp.* y *Pyrenochaeta sp.*, con el uso de patrones tolerantes. Con esta técnica, se aprovecha la tolerancia del sistema radical del patrón, su eficiencia para absorber agua y nutrientes, y las características productivas favorables de una variedad susceptible (Blancard *et al.*, 1991; Messiaen *et al.*, 1995). La resistencia de las plantas injertadas está condicionada tanto por el patrón como por la variedad (Muller y Li, 2002); y aunque el vigor de la planta injertada suele ser intermedio entre el del patrón y la variedad, la influencia del patrón es mayor. El incremento en el vigor, que generalmente proporciona el patrón a la variedad, permite utilizar un menor número de plantas por unidad de superficie (Miguel, 1997). Algunas ventajas adicionales que se atribuyen a los injertos, son: mayor vigor radical y foliar, mayor aprovechamiento de agua y nutrientes por tener sistema radical más eficiente, resistencia a la salinidad y tolerancia a temperaturas bajas y altas (Lee, 2007). Sin embargo, también presenta desventajas, como el alto costo de las semillas de los portainjertos y los gastos de operación.

4.4.5. Desventajas del injerto.

Los principales problemas asociados con los injertos son el tiempo y trabajo requerido para la realización de los injertos, los costos de operación y transporte

sobre todo cuando no se participa directamente en la elaboración del injerto (Davis, et al. 2008b). El costo de una planta injertada de pepino en un semillero es de \$ 0.75 lo que incluye el costo de la semilla y de la realización del injerto, mientras que, el costo de una planta normal es de US \$0.28, aproximadamente (Taylor et al., 2008).

El injerto puede presentar otras desventajas tales como retraso en la fecha de cosecha, debido a que las plantas durante la fase del injerto interrumpen su crecimiento (Cushman y Huan, 2008; Davis et al., 2008a). Otro inconveniente es la inconsistencia del injerto en cuanto a la calidad de los frutos, ya que se ha encontrado que algunos portainjertos de *Cucurbita* spp. Y especialmente los híbridos interespecíficos afectan la calidad de los frutos (King et al., 2010). También se ha encontrado que los portainjertos poseen resistencia específica para algunos patógenos, por lo que no existe una protección total de las plantas (Taylor et al., 2008). Armengol et al., (2000) observó que en diferentes cultivares de *C. moschata*, *C. maxima* y 6 híbridos (*C. máxima* x *C. moschata*) fueron afectadas por *Fusarium solani* f. sp. *Cucurbitae* raza 1 provocando la muerte de más del 50% de las plantas a los 30 días de haber inoculado. En estudios más recientes se ha observado que diferentes genotipos de *Lagenaria siceraria* y un híbrido *C. máxima* x *C. moschata* fueron susceptibles a *Meloidogyne incognita* (Thies, 2010). Por su parte, Kousik et al. (2012), observaron que *Phytophthora capsici* puede ser perjudicial en Pepino al utilizar patrones comerciales de *C. lanatus* var. *citroides* e híbridos *C. máxima* x *C. moschata*.

4.5. El injerto en las cucurbitáceas.

Las cucurbitáceas son injertadas sobre híbridos interespecíficos de calabaza (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata*), *Lagenaria siceraria*, *Cucurbita ficifolia*, o, en el caso del melón, otros melones (*Cucumis melo*, o tipos silvestres). Kubota (2010) señala que el comportamiento fisiológico y la calidad de los frutos se ven afectados por el portainjerto, por lo tanto, se debe elegir muy bien este, por lo que se recomienda que previamente a cualquier decisión, se hagan ensayos a pequeña escala con diferentes portainjertos para comprobar su respuesta y luego decidir.

La sandía puede ser injertada sobre la mayoría de las especies antes señaladas, destacando la tolerancia de muchos híbridos a las bajas temperaturas, lo que permite alargar el ciclo o adelantar o atrasar plantaciones, frente a una situación sin injerto. Previene Kubota (2010) sobre la posibilidad de que portainjertos excesivamente vigorosos puedan producir retrasos en la floración o reducción del contenido de azúcar ($^{\circ}$ Brix), También agrega que *Lagenaria siceraria*, resiste bajas

temperaturas pero confiere menos vigor y parece que tiene poco efecto sobre la calidad de frutos y el retraso de la floración.

Los melones se injertan bien sobre portainjertos de calabaza y también pueden ser injertados sobre otro melón. En este segundo caso, se le da relevancia a los problemas que puedan aparecer, de errores a la hora de injertar, debido a la similitud de la morfología de las hojas del portainjerto y de la planta injertada (Kubota, 2010).

En pepino puede ser injertado sobre híbridos de calabaza y sobre *Cucúrbita ficifolia* (Kubota, 2010). Se señala que en Japón se selecciona el portainjerto de pepino en función a su influencia en la calidad de fruta, remarcando algo clásico en ese país como es la influencia sobre la deposición del silicio en la epidermis del fruto.

4.6. Requerimientos técnicos para la elaboración de injertos en pepino.

La elaboración de injertos, requiere diferentes fases de acondiciamiento, temperatura y humedad, además del manejo de luz (Lee, 1994; Maroto et al., 2002; Hassell y Memmott, 2008). Maroto y colaboradores (2002), señalan que se requiere de un área de germinación, producción de plántula, elaboración de injerto, cámara de prendimiento de injerto y manejo postinjerto.

Área de germinación. Es una unidad provista de paredes con aislamiento térmico al que se llevan las bandejas recién sembradas, hasta que se inicie la germinación. Dispone de aporte de calor y sistema de refrigeración para mantener las temperaturas de 20 a 30 °C. Debe disponer también de humidificación para mantener la humedad relativa alta (>70%).

Producción de plántula. Una vez realizada la germinación del patrón o variedad se llevan al invernadero hasta lograr el crecimiento óptico de la planta para el injerto. Las condiciones ambientales en esta área son similares al área anterior en cuanto a temperatura y humedad relativa.

Área de elaboración de injerto. Se puede emplear cualquier nave o lugar sombreado, sin corrientes de aire, bien iluminado y donde la temperatura se mantenga en 20 a 25 °C y humedad relativa superior a 70%. Así mismo, se debe disponer de mesas y sillas, navajas de doble filo, clips, cintillas de plomo. También es importante, disponer de una solución bactericida.

Área de prendimiento. Esta área debe contar con un sistema de humedecimiento en uno de sus paredes laterales y en la otra pared el sistema de extracción de

aire, a fin de mantener una humedad relativa de 75% a 85% y una temperatura optima de 25 a 30 °C.

Área de manejo de postinjerto. El manejo postinjerto, es necesario continuar con temperaturas de 20 a 25 °C para lograr un buen crecimiento y desarrollo de la plántula.

4.6.1. Técnica de injerto.

Existen diferentes métodos de injerto en Cucurbitáceas los cuales se han adaptado dependiendo de la experiencia del productor y las condiciones de manejo posteriores al injerto. Los más utilizados son: el de aproximación, púa y de un cotiledón (Hassell y Memmott, 2008).

a) De aproximación.

Este método normalmente favorece a los agricultores con menos experiencia y que no disponen de invernadero con sistema de control de microlina. Los porcentajes de prendimiento de los injertos obtenidos con este sistema varían del 90 al 95 % (Camacho y Tello, 2006; Lee et al., 2010). Este método no es recomendable para los patrones con hipocotilos huecos, ya que las púas pueden formar raíces advertencias en el interior de los hipocotilos de los patrones (Davis et al., 2008b).

El proceso del injerto es el siguiente (Maroto et al., 2002; Hassell y Memmott, 2008; Lee et al., 2010):

- 1) Sembrar la variedad en bandeja con cavidad 2.5 cm² y 5 cm de profundidad.
- 2) A los 5-7 días sembrar el patrón en bandeja con la misma característica.
- 3) Injertar, cuando en el patrón tenga completamente desarrollado los cotiledones, y la variedad, la primera hoja verdadera.
- 4) Sacar de las bandejas las plantas del patrón y de la variedad, y colocarlas sobre la mesa (Un día antes de realizar el injerto, las bandejas deben de ser regadas con abundante agua).
- 5) Eliminar el punto de crecimiento del patrón, dejando los dos cotiledones.
- 6) Con una hoja de afeitar, hacer un corte de 1-1.5 cm en el tallo del patrón en dirección hacia abajo y al centro, en ángulo de 30 °-40° al eje perpendicular.
- 7) Hacer un corte de 1-1.5 cm en el tallo de la variedad en dirección hacia arriba, comenzando 2 cm por debajo de los cotiledones y en el mismo ángulo de corte que el patrón.
- 8) Ensamblar patrón de variedad y sujetar con pinza o cinta.

- 9) Plantar las dos plantas en una bandeja con cavidad de 5 cm² x 7.5 cm de profundidad, en forma que se acomoden los dos cepellones.
- 10) Regar las bandejas hasta que la tierra este completamente húmeda.
- 11) A continuación, las bandejas deben ser movidos al invernadero (nota: después de haber colocado las bandejas en el invernadero regar solo cuando sea necesario).
- 12) Mantener las plantas en invernadero a 25-26°C. Durante los dos o tres primeros días, sombrear las plantas.
- 13) Cortar la parte superior del portainjerto a los 5 días después del injerto.
- 14) Cortar la parte inferior de la púa a los 7 días después de haber eliminado la parte superior del portainjerto.
- 15) A los dos días de haber realizado el corte las plantas están listas para trasplantar las plantas no deben ser mayores de 33 días, antes del trasplante.

b) De púa en hendidura.

Su principal ventaja respecto al injerto de aproximación consiste en que no necesitan manipulación adicional (cortes posteriores al injerto) después del injerto.

En el momento de la plantación, la planta injertada es más robusta con este método a diferencia de la técnica de aproximación (Maroto et al., 2002).

El proceso de injerto es el siguiente (Maroto et al., 2002):

- 1) Sembrar la variedad en bandeja con cavidad de 1-2 cm de lado x 5 cm de profundidad.
- 2) Sembrar el portainjerto en bandeja con cavidad de 6 cm de lado o sembrar en bandeja de cavidad pequeño y repicar cuando comienza a desplegar los cotiledones.
- 3) Injertar con la primera hoja verdadera bien desarrollada en el patrón (7 a 10 días después de la siembra). El cepellón debe estar bien saturado de agua con el fin de no tener que regar en unos días.
- 4) Eliminar el brote del portainjerto y hacer una hendidura entre los cotiledones, hasta el centro del tallo y hacia abajo, de 1-1.5 cm de longitud.
- 5) Cortar el tallo de la variedad 1.5 cm por bajo de los cotiledones y hacer un bisel de 0.6-1.0 cm en su extremo.
- 6) Insertar la púa en la hendidura y ligar con una pinza o cinta.
- 7) Las plantas injertadas a continuación deben ser transferidos a una cámara de humedad o la sala de prendimiento a una temperatura de 20 a 25°C y una alta humedad, y sombrear ligeramente.

- 8) A partir del cuarto día retirar el sombreado paulatinamente y a la semana retirarlo completamente, y comenzar a ventilar.
- 9) Las plantas injertadas se transfieren y se mantienen a 21-36 °C en el invernadero.
- 10) A las dos semanas ya puede ser trasplantada.

c) De un cotiledón.

El injerto de un cotiledón es conocido también como sesgo, empalme o injerto tubular. Este método se prefiere cuando los portainjertos tienen tallos delgados, es decir, en sandías, pepinos y melones orientales. Este método es adecuado cuando los portainjertos y vástago son de un tamaño similar (Davis et al., 2008b).

El proceso del injerto es el siguiente (Hassell y Memmott, 2008):

- 1) La producción de patrones y la variedad es el mismo que el método anterior.
- 2) Injertar cuando los cotiledones y la primera hoja verdaderas del patrón empieza a desarrollarse (7 a 10 días después de la siembra).
- 3) Un cotiledón, junto con el punto de crecimiento visible, se corta con una hoja de afeitar siguiendo el ángulo de la hoja de peciolo.
- 4) Cortar el hipocotilo de la púa en un ángulo de 35° a 45°, en un solo lado.
- 5) Las dos superficies de corte se emparejan y mantienen unidad con un clip de injerto.
- 6) Las plantas injertadas deben ser transferidos a una cámara de humedad o la sala de prendimiento.
- 7) Los cuidados posteriores al injerto es el mismo que el descrito por el método de púa por hendidura.

Una vez que el injerto se ha producido y seguido los procedimientos necesarios, la cámara de prendimiento es fundamental para asegurar que la unión se ha formado completamente. En el caso del injerto de aproximación solo se requiere de un invernadero adecuado con controles de temperaturas. Sin embargo, para los otros dos métodos descritos, se requiere una sala especial de prendimiento con luz, humedad y controles de temperatura. En algunos semilleros de plántula injertada, tienen salas de prendimiento para mantener la temperatura a 20 a 25 °C y con controles de humedad relativa (RH) mantiene entre el 85% y 100% (Miguel, 1997).

4.6.2. Interacción patrón variedad.

Durante la unión del injerto, la proliferación de células en la región cambia de ambas partes, produce nuevas células del parénquima, formando tejido de callo. Algunas de las células de parénquima que se entrelazan se diferencian a células cambiales que después producen xilema y floema. Sin embargo, el éxito del injerto se obtiene hasta que se haya restablecido la conexión vascular que le permita obtener agua y nutrientes, y cuanto más proximidad botánica haya entre las plantas, hay más probabilidades de que se complete la unión. En algunos casos en los que no llega a formarse por completo la conexión vascular o solo un porcentaje muy bajo de la unión, se considera que puede presentarse problemas de incompatibilidad, la cual puede inducir bajo crecimiento o pérdida del injerto, provocado por la disminución en la absorción de agua y nutrientes a través de la unión del injerto, y finalmente, causar la muerte de la planta (Hartman y Kester, 1976). La incompatibilidad generalmente se produce en las primeras etapas de unión del injerto, sin embargo, algunos síntomas se pueden presentar hasta la etapa de fructificación, cuando hay una alta demanda de nutrientes y agua en la planta (Davis et al., 2008a). En sandía, la compatibilidad en *Cucúrbita spp.* Varía con el tipo de especie utilizada, en *C. moschata*, *C. pepo* e híbridos interespecíficos (*C. máxima x C. moschata*) tienen generalmente una alta compatibilidad, mientras *C. máxima* tiene una baja compatibilidad (Kawaide 1985).

4.6.3. Factores que intervienen en el prendimiento del injerto.

Existen diversos factores que influyen a la formación de unión del injerto entre los más importantes están los siguientes (Maroto et al., 2002):

Temperatura. El prendimiento del injerto es la fase más crítica del proceso de su elaboración y es indispensable mantener temperaturas mínimas que no sean inferiores a 15 °C y superiores que no sobrepasen los 32 °C.

Humedad. Los tejidos cortados de la unión del injerto deben mantenerse en condiciones de humedad elevada para evitar la transpiración de las hojas y con ello se proteja a la púa de la deshidratación. Los niveles de humedad deben ser superiores a 70%.

Oxígeno. En la unión del injerto se produce una acelerada división y crecimiento celular para formación de nuevo tejido, este proceso demanda la presencia de oxígeno como resultado de elevadas tasas de respiración.

Superficie de contacto. Es necesario asegurar un contacto total entre los tejidos del portainjerto y variedad, ya que de lo contrario un contacto deficiente impedirá el movimiento suficiente de agua y se producirá colapso de la planta injertada.

Contaminación con patógenos. Es fundamental tener agua limpia y manos limpias durante el proceso del injerto para prevenir infecciones durante el proceso del injerto.

Condiciones ambientales en la fase posterior al injerto. En la fase posterior al injerto, debe cuidarse que el patrón ni la variedad lleguen a marchitarse. El marchitamiento de la variedad se produce con externa facilidad en el caso del método de púa y de un cotiledón. En cuanto a temperatura se debe mantener 20 a 25 °C.

4.7. Manejo poscosecha del pepino.

El pepino es un producto que se puede almacenar satisfactoriamente en periodos relativamente cortos (15 a 20 días), puesto que fácilmente pierde calidad. La temperatura de almacenamiento más favorable es de 10 a 12 °C, se puede almacenar a 8 °C. (Kader 1893). El principal problema poscosecha del pepino es la pérdida de turgencia, causada por la pérdida de agua a través de la transpiración y respiración del fruto; en consecuencia ocurre marchitamiento y pérdida de consistencia del fruto (Walter et al., 1990). De igual manera, pero en menor intensidad, la degradación de clorofila y la síntesis de xantofilas afectan la calidad del fruto en poscosecha (Suslow y Cantwell, 1997). Para reducir estos problemas, los productores enceran los frutos con productos naturales durante el proceso de selección, posterior al lavado y secado.

4.7.1. Tratamiento Poscosecha (Encerado).

Los pepinos de ser seleccionados y lavados son cubiertos con parafina de origen vegetal, con el objetivo de alargar la vida de anaquel del producto y mejorar su apariencia. (Torres 2007).

4.7.2. Daño por frío y condiciones óptimas de conservación.

Generalmente, el pepino se almacena por menos de 14 días ya que pierde calidad visual y sensorial rápidamente. Después de dos semanas se pueden incrementar las pudriciones, el amarillamiento y la deshidratación, especialmente después que los frutos se transfieren a las condiciones normales de venta. El almacenamiento por corto plazo o las temperaturas de tránsito inferiores a 7.2°C (45°F)] se usan comúnmente, pero pueden producir daño por frío después de 2 a 3 días. (Kader 1893).

Los pepinos son sensibles al daño por frío a temperaturas inferiores a 10°C (50°F) si se les mantiene en estas condiciones por más de 3 días, dependiendo de la temperatura específica y del cultivar. Las manifestaciones del daño por frío son áreas translúcidas y de apariencia acuosa, picado (pitting) y pudrición acelerada. El daño por frío es acumulativo y puede iniciarse en el campo antes de la cosecha. Las variedades de pepino difieren considerablemente en la susceptibilidad a esta fisiopatía. (Kader 1893).

Los frutos de pepino presentan valores de potenciales hídricos $\Psi_w = - 0.594$ MPa al momento de corte. Durante el almacenamiento por 14 días a 15.5 °C y 63 % de HR su potencial hídrico se reduce más que en los frutos expuestos a 93 % de HR (Walter et al., 1990). El pepino también es muy sensible al etileno, con concentraciones de 1-5ppm (partes por millón) se observa un amarillamiento y pudrición. Por tanto debe evitarse su almacenamiento con productos que desprendan mucho etileno, por ejemplo, plátano, melón o tomates. Comercialmente no es común emplear atmósfera controlada (AC) para la conservación de los pepinos. Sin embargo, una concentración del 3-5% de oxígeno logra retrasar la pudrición o el amarillamiento. El pepino tolera hasta un 10% de dióxido de carbono. (Kader 1893).

4.7.3. Criterios de calidad y porcentaje de pérdida de peso.

Los pepinos deben tener piel verde-oscuro, firme, intacta, sin peladuras, daños mecánicos, pudriciones, o residuos de químicos. Deben estar frescos y su forma puede ser alargada o corta.

Ben-Yehoshua (1987) menciona que la calidad comercial de los pepinos demerita cuando los frutos alcanzan pérdidas de peso superiores a 5 %. Otros autores consideran que los síntomas de pérdida de agua en frutas y hortalizas llegan a ser evidentes cuando pierden entre 5 y el 10% de su peso, debido principalmente a la transpiración y a las características estructurales de los tejidos (Ryall y Lipton, 1982).

En pepino, los primeros síntomas de pérdida de calidad (marchitamiento, ilustrado con flechas) se mostraron cuando los frutos alcanzaron un 6 % de pérdida de peso, independiente de las condiciones de DPV o la aplicación de cera. La aplicación de cera reduce la pérdida de peso en las distintas condiciones de almacenamiento. Muy et al. (2004).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Ubicación del área experimental.

El experimento se realizó en el periodo primavera del 2015 en invernadero del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, en el valle de Mexicali, Ejido Nuevo León.

5.2. Variedades empleadas.

Se empleó la variedad de pepino “Llano verde”, y portainjertos de calabaza de la variedad *Supershintoza* y una variedad criolla de *Lagenaria siceraria*.

5.2.1. Siembra en charolas.

Las charolas previamente fueron desinfectadas en una solución de cloro al 10% en un tambo de 200 litros. La siembra se realizó en charolas de 128 cavidades, por cada material fueron sembradas 2 charolas. Posteriormente, las charolas sembradas se depositaron en una sala de germinación acondicionada con paredes con aislamiento térmico. La temperatura se mantuvo de 20 a 30 °C y humedad relativa fue superior al 70%. Germinadas las semillas, ocho días posteriores fueron transferidas al interior de un invernadero hasta lograr desarrollo óptimo para realizar el injerto (aparición de segunda hoja verdadera).

5.2.2. Elaboración de injertos.

El área de elaboración de injerto se empleó en una sala refrigerada, sin corrientes de aire, bien iluminado y donde la temperatura se mantuvo en 20 a 25 °C y la humedad relativa superior a 80%. Se contó con mesas y sillas, navajas de doble filo, clips, cintillas de plomo y solución bactericida para evitar la infestación y propagación de patógenos que puedan causar daño al injerto. El sistema de injerto fue de púa en hendidura al injertar con la primera hoja verdadera bien desarrollada en el patrón (7 a 10 días después de la siembra). El portainjerto fue saturado de agua de evitar riegos en los primeros días de recuperación de la

planta injertada. En el procesamiento del injerto, primero se eliminó el brote del portainjerto y se hizo una hendidura entre los cotiledones, hasta el centro del tallo y hacia abajo, de 1-1.5 cm de longitud, después se cortó el tallo de la variedad 1.5 cm por bajo de los cotiledones y se formó un bisel de 0.6-1.0 cm en su extremo al final donde se insertó la púa en la hendidura y finalmente, fueron unidas las dos plantas con una pinza o cinta de plomo.

5.2.3. Sala prendimiento de injertos.

Las plantas injertadas se transfirieron a una sala de prendimiento con temperatura de 20 a 25°C y una alta humedad (<80%). Esta sala estuvo acondicionada con un humidificador, equipos de refrigeración y extracción de aire para mantener las condiciones de temperatura y humedad óptimas.

5.3. Trasplante en invernadero.

Se trasplante en invernadero se realizó a los 25 días posteriores de realizado el injerto. Las plantas se establecieron en surcos de 40 m de largo y con distancia entre surcos de 80 cm. La distancia entre plantas fue a 50 cm.

5.4. Tratamientos.

Los tratamientos fueron los siguientes:

Cuadro 3. Relación de tratamientos de evaluación de producción de frutos de pepino de plantas sin injertar e injertadas en dos cucurbitáceas.

TRATAMIENTOS	VARIEDAD EMPLEADA	PORTAINJERTO EMPLEADO
1	Pepino "Llano verde" <i>Cucumis sativus L.</i>	Bule (<i>Lagenaria siceraria</i>).
2	Pepino "Llano verde" <i>Cucumis sativus L.</i>	Calabaza (<i>Supershintoza</i>).
3	Pepino "Llano verde" <i>Cucumis sativus L.</i>	Testigo sin injerto.

5.5. Diseño experimental.

El experimento se estableció en un diseño completamente al azar con 4 repeticiones, donde en cada repetición estuvo representada por 18 plantas por Bloque.

5.6. Manejo del cultivo.

El establecimiento del cultivos se realizó en invernadero y su manejo se inició con riegos frecuentes en los primeros 5 días, el criterio de riego fue hasta unir los bulbos de humedad, posteriormente, los riegos fueron cada tercer día, manteniendo dos horas el riego y cuando las plantas presentaron 10 hojas verdaderas el riego fue diario. La aplicación del riego fue por medio de sistema de goteo. La fertilización en los primeros 15 días fue con triple 19 (N:P:K), aplicando una dosis de 500 g en 200 litros de agua. Posteriormente, se aplicó la fórmula 140-80-70, modificacando las cantidadesde N y K, según la fase de crecimiento.

5.7. Variables evaluadas.

5.7.1. Características Morfológicas y reproductivas.

5.7.1.1. Longitud de entrenudos.

La determinación de la distancia de los entrenudos se realizó con una cinta métrica. Las lecturas se tomaron a partir del quinto nudo.

5.7.1.2. Porcentaje de amarre de frutos.

En la base de las hojas a partir de la quinta posición se registró la frecuencia de frutos amarrados y abortados. Con esta información se determinó el porcentaje de amarre de los frutos.

5.7.2. Crecimiento del fruto.

Frutos una vez amarrados fueron etiquetados para dar seguimiento en crecimiento en longitud cada 5 días. Los frutos etiquetados fueron tres por planta y se emplearon 3 plantas por repetición.

5.7.3. Longitud y diámetro promedio del fruto.

En los cortes realizados durante el periodo de cosecha del pepino, se determinó la longitud y diámetro de los pepinos, las mediciones se realizaron con regla de 30 cm y un vernier.

5.7.4. Rendimiento.

Se obtuvo mediante la sumatoria de todos los cortes realizados durante el periodo de cosecha del cultivo. El equipo utilizado fue una báscula digital con capacidad de 30 kg.

5.7.5. Sólidos solubles totales (°Brix).

En cada cosecha se tomó una muestra de 5 frutos, los cuales fueron partidos a la mitad y obtener dos lecturas de °Brix. La medición fue realizada con un refractómetro manual.

5.8. Manejo poscosecha del pepino.

Se evaluaron frutos de pepino de plantas en condición injertada y no injertada, los cuales a su vez estuvieron en la condición encerada y no encerada. Esta combinación de factores generó 6 tratamientos (**Cuadro 3**).

Cuadro 4. Relación de tratamientos de evaluación poscosecha de frutos de pepino de plantas sin injertar e injertadas en dos cucurbitáceas.

Tratamiento	Condición de planta	Encerado	Tratamiento	Condición de la planta	Encerado
1	Sin injerto	No	4	Injertada (Calabaza)	Si
2	Sin injerto	Si	5	Injertada (Lagenaria)	No
3	Injertada (Calabaza)	No	6	Injertada (Legenaria)	Si

Por cada tratamiento se evaluaron 12 frutos con tres repeticiones. El diseño experimental fue completamente al azar con arreglo factorial 2X3. Las variables evaluadas fueron: pérdida de peso °Brix, firmeza, índice de clorofila y. Las lecturas fueron tomadas previas al encerado y posteriormente cada 7 días.

5.8.1. Pérdida de peso del fruto de pepino.

Se tomaron lecturas de peso de frutos a los 0, 7 y 14 días de almacenamiento. Con esta información se calculó la pérdida de peso mediante la fórmula $(PI-PF)/PI*100$, donde, PI = peso inicial de fruto, PF=peso final de fruto.

5.8.2. Consistencia del fruto de Pepino.

La consistencia del fruto se determinó con un penetrometro marca XXX, la unidad de medida fue en Newton.

5.8.3. Contenido de clorofila.

El contenido de clorofila se determinó mediante índices cuantificados con un equipo Spad.

5.8.4. Sólidos solubles totales medidos en la escala de °Brix.

Los sólidos soluble totales del fruto de pepino se analizó en la escala de °Brix, con un refractómetro manual.

5.9. Análisis estadístico.

Los resultados de las variables evaluadas en el presente trabajo se examinaron mediante un análisis de varianza de una sola vía (ANOVA). La comparación de medias se efectuó con la Prueba de Tukey 0.05%. El análisis de los datos se realizó mediante el paquete estadístico Statistica AX versión 6.1 donde el utilizo del modelo de análisis de completamente al azar.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1. Longitud de entrenudos y porcentaje de amarre de frutos.

Los resultados de longitud de entrenudos y porcentaje de amarre de los frutos en las plantas de pepino en condición injertada y normal (**Cuadro 5**), muestran que la longitud de entrenudos fue ligeramente superior en las plantas injertadas con respecto a las plantas sin injerto, independientemente de la especie empleada como portainjerto. El valor promedio de longitud del entrenudo en las plantas injertadas fue de 7.42 cm, lo que representó un incremento del 12% con respecto a la planta normal.

El amarre de frutos se favoreció con el injerto en 5 y 10%, teniéndose mayor porcentaje de amarre al injertar el pepino en portainjertos de calabaza. La superioridad de las plantas injertadas con respecto a las plantas sin injerto, podría estar asociado a la producción de fitohormonas que se inducen con los injertos como es la relación de auxinas/citocininas (Aloni *et al.*, 2010). Adicionalmente, el mayor desarrollo del sistema radicular de las plantas injertadas confiere mayor capacidad de absorción y suministro de agua en el interior de la planta, lo que influye en mayor porcentaje de amarre de los frutos. Las diferencias en cuanto a los dos portainjertos, fue evidente que *Lagenaria* confiere menor vigor, según Johnson *et al.*, 2011). Se encontró pocos efectos sobre la calidad de los frutos, además de retraso en la floración.

Cuadro 5: Características morfológicas de las plantas injertadas y no injertadas

TRATAMIENTO	PROMEDIO DE LONGITUD DE ENTRE NUDOS (CM)	% AMARRADOS
Bule - Pepino	7.42	65%
Calabaza - Pepino	7.31	70%
Testigo	6.60	60%

6.2. Crecimiento del fruto.

La dinámica de crecimiento del fruto del pepino en respuesta a las condiciones de las plantas injertadas y normales (**Figura 1**), fue similar estadísticamente en los primeros 6 días, posteriormente, la condición injertada registro mayores valores de crecimiento que los frutos de plantas sin injerto. Entre los portainjertos, las plantas de pepino injertadas en calabaza registraron mayor crecimiento de fruto en comparación con *Lagenaria* principalmente, después de los 12 días de crecimiento.

Las diferencias en crecimiento de los frutos por efecto del injerto, representaron en promedio 3 cm de incremento en plantas injertadas con calabaza, mientras que al emplear *Lagenaria* como portainjerto, el incremento solo fue de 1 cm con respecto a la planta sin injerto. La respuesta diferencial de calabaza como portainjerto, hace evidente que la producción comercial de pepino puede ser mejorada con injertos en calabaza.

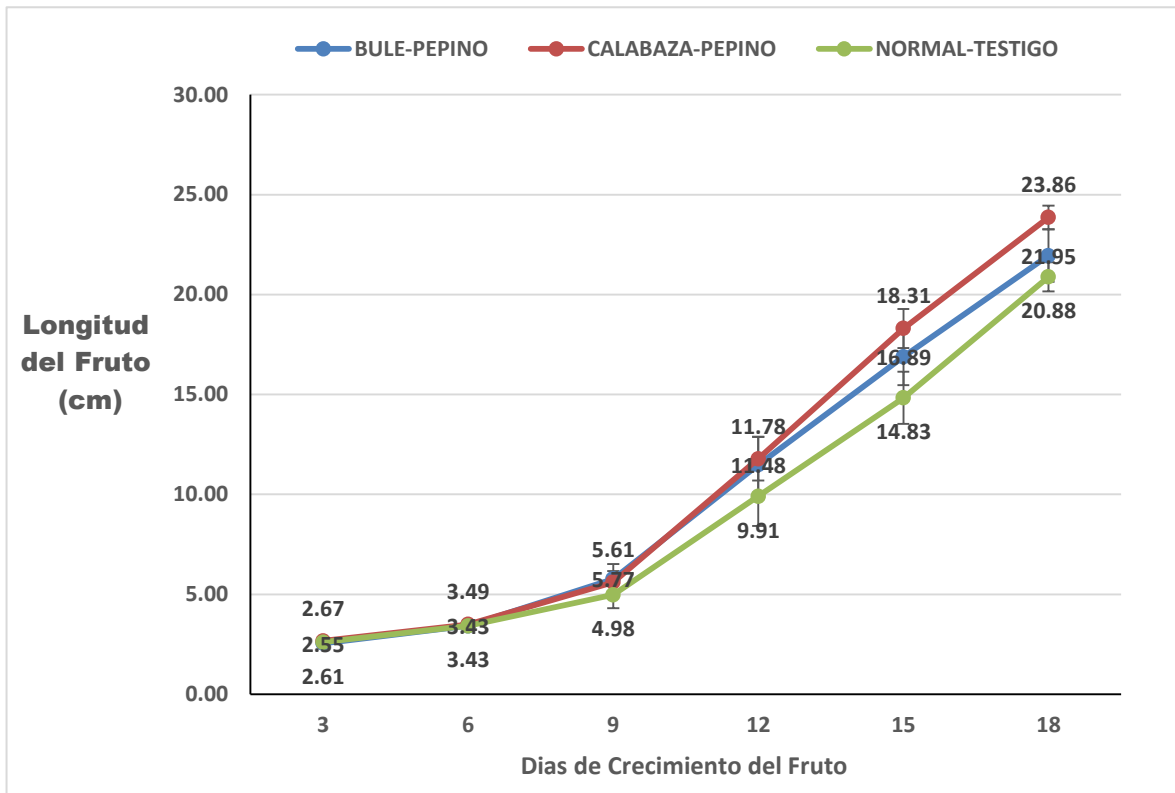


Figura 1: Crecimiento del fruto de Pepino en plantas injertadas y no injertadas.

6.3. Longitud y diámetro promedio del fruto.

La longitud promedio de los frutos cosechados en los diferentes tratamientos, estadísticamente no fue diferente (**Figura 2**). No obstante, es evidente la tendencia hacia mayor longitud en los frutos cosechados de plantas injertadas en calabaza y con una menor longitud, los que pertenecen de plantas injertadas en *Lagenaria*, la condición sin injerto registró la menor longitud. Estas diferencias entre las condiciones de las plantas, también se tuvieron al cuantificar el crecimiento de los frutos durante su desarrollo. El diámetro de los frutos fue otro de los parámetros favorecido por los injertos, registrándose 2 y 4 mm más de crecimiento en diámetro en la condición injertada con respecto a la normal (**Figura 3**). La condición injertada en calabaza se mantuvo como mejor combinación de injerto, al registrarse 4 mm más de diámetro con respecto a la planta normal, ya que los frutos que pertenecen de plantas injertadas en *Lagenaria*, solo tuvieron en promedio 2 mm más de diámetro. Rijk Zwaan (2011), coinciden en señalar que las

dimensiones de longitud y diámetro no son modificadas de manera significativa por el injerto, pues en sus investigaciones encontró que la longitud del fruto se mantuvo de 19.90 a 20.63 y 4.8 a 5.2 cm en diámetro de fruto.

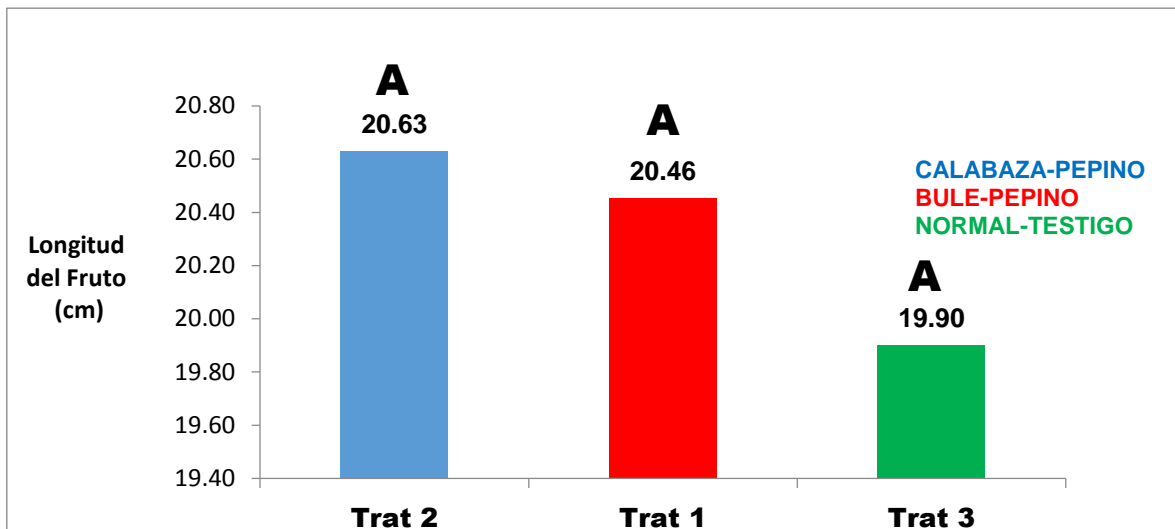


Figura 2: Longitud del fruto de pepino en plantas injertadas y no injertadas.

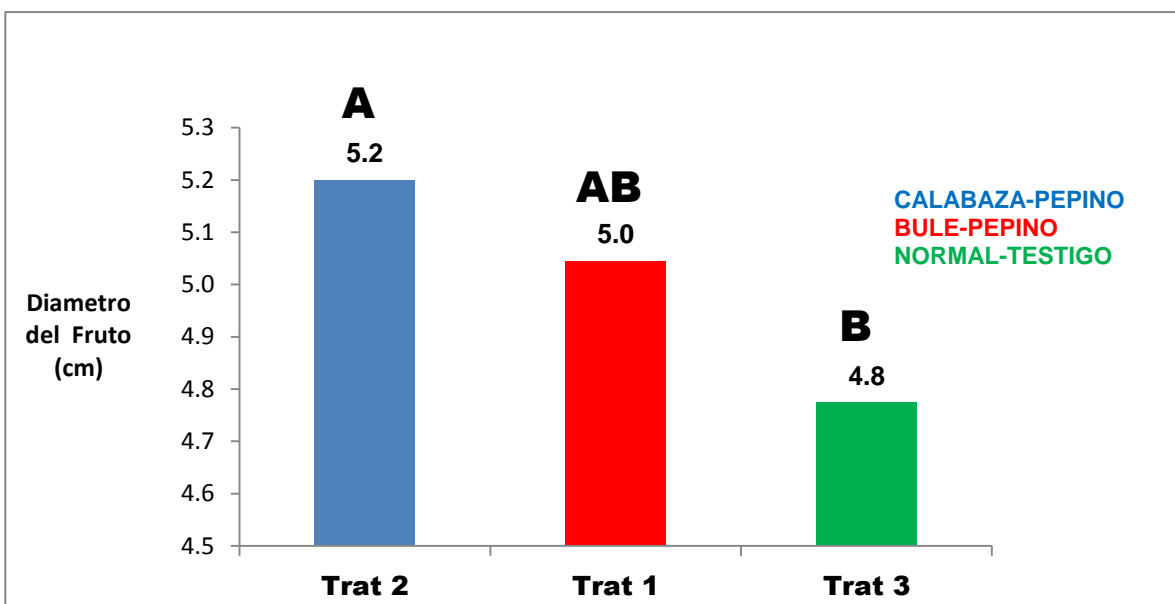


Figura 3: Diámetro del fruto del Pepino (*Cucumis sativus L.*).

6.4. Rendimiento en la producción de Pepino.

En Baja California, el pepino es un cultivo de primavera verano con una superficie promedio de 438.75 hectáreas y un rendimiento de 64.14 toneladas por hectárea (SIAP, 2014); esta producción representa el 3.94% a nivel nacional. Mexicali tiene un superficie de cultivo que representa el 0.68% y su producción es de 71.60 toneladas, con 23.87 toneladas por hectárea.

6.4.1. Rendimiento promedio de fruto por planta.

El rendimiento promedio de fruto por planta obtenido de la sumatoria de los cuatro cortes realizados (**Figura 4**); muestra que la producción de frutos fue superior en las plantas injertadas con respecto a las sin injerto. La condición injertada superó a la condición sin injerto en 13% y 29% en producción, siendo el injerto en calabaza la opción más favorable para incremento en el rendimiento.

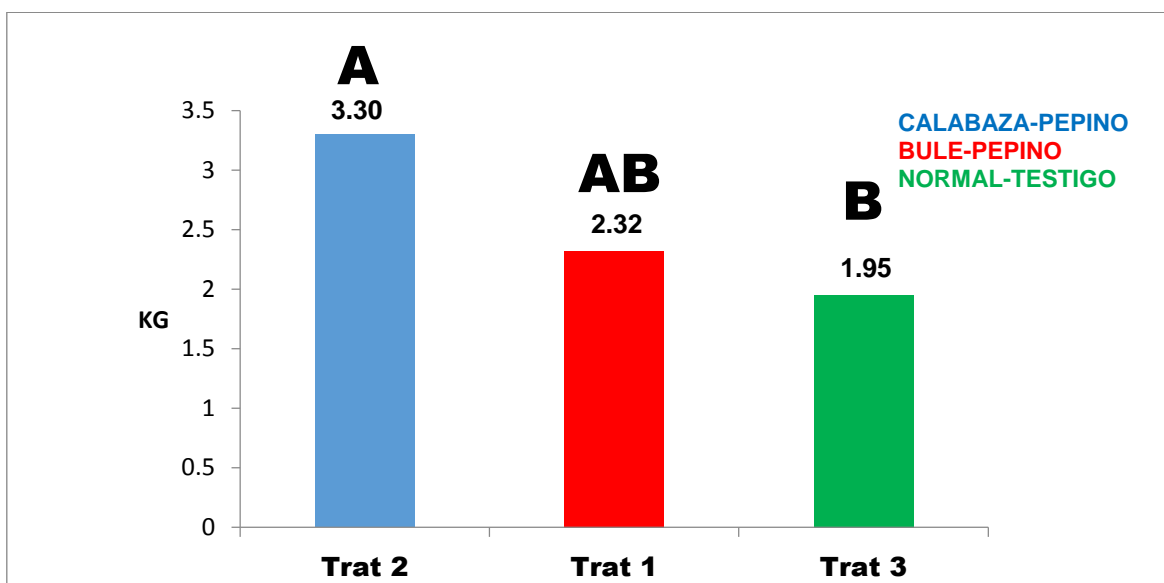


Figura 4: Rendimiento promedio de fruto por planta.

6.4.2. Producción de pepino por m².

La producción de fruto por m² (**Figura 5**), no varió entre las plantas injertadas y normales para la opción del injerto en *Lagenaria*. Sin embargo, al emplear el portainjerto de calabaza, el rendimiento se incrementó en 30% con respecto a las plantas no injertadas. Con estos resultados se demuestra que las características específicas del portainjerto influyen de manera directa sobre la respuesta en rendimiento. La calabaza empleada como portainjerto tipo *Supershintoza* en esta investigación, según Hoyos (2012) en investigaciones similares, encontró que dicho portainjerto mantuvo una superioridad en la producción de 0.8 kg/m² hasta al final del cultivo.

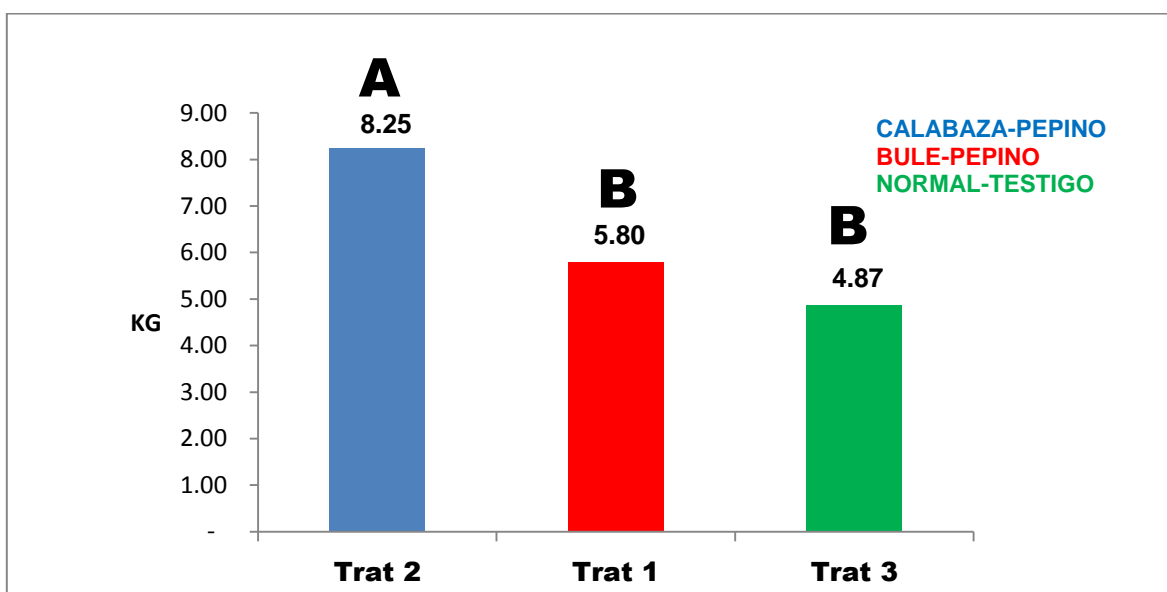


Figura 5: Producción pepino por m².

6.5. Solidos solubles totales (SST) medidos en la escala de (°Brix).

La concentración de solidos solubles en los frutos en la **Figura 6**, se muestra que el injerto no modifica la concentración, ya que no existen diferencias al comparar los frutos de plantas injertadas y normales. Evaluaciones en investigaciones similares existen controversias en la calidad del pepino injertada. Muramatsu (1981), señala que en pepinos existen escasos reportes de efectos negativos del

injerto sobre la calidad del fruto, sin embargo, otros estudios confirman que los portainjertos afectan características de calidad como la textura de la piel, firmeza, delgadez de la cáscara y contenido de sólidos solubles (Choi et al., 1992; Kang et al., 1992). Además, Zhu et al. (2006) señalaron que el injerto incrementa el contenido de ácido ascórbico en pepino. En este sentido, el ligero incremento de 0.21 por ciento de °Brix en pepino injertado en calabaza, podría estar relacionado con el efecto del portainjerto.

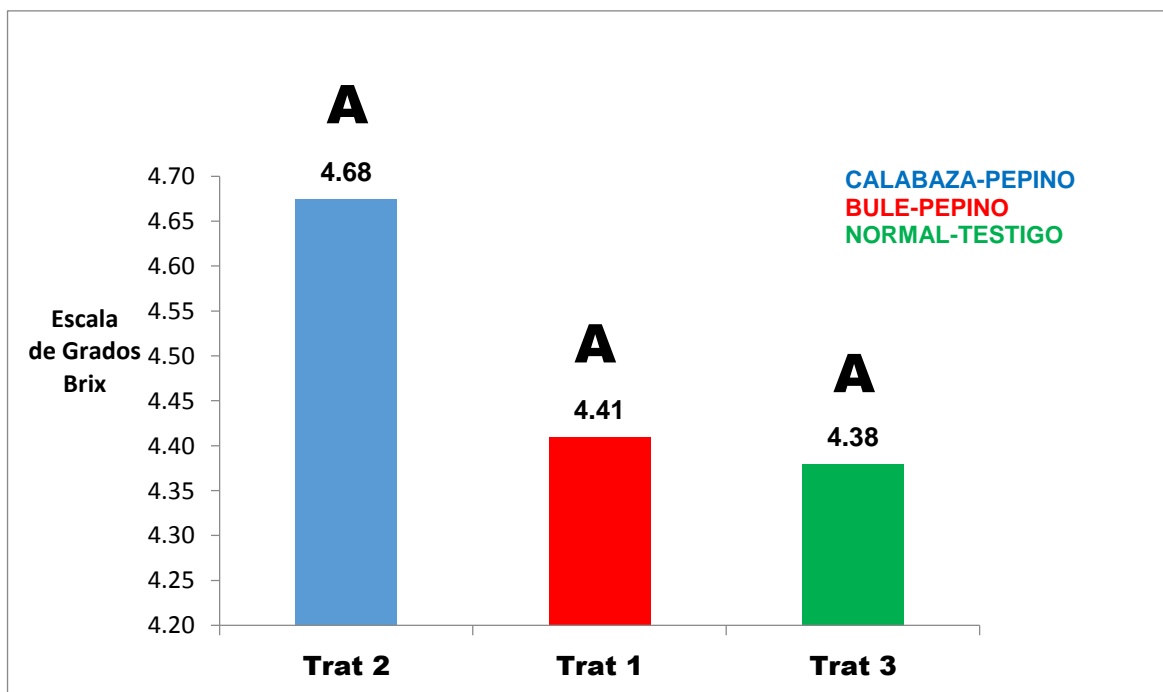


Figura 6: Sólidos solubles totales (SST) medidos en la escala de Grados Brix (°Brix).

6.6. Manejo poscosecha del fruto de Pepino.

El fruto del pepino puede almacenarse durante diez a catorce días a temperaturas entre 7 a 10°C, con una humedad relativa de 90 a 95%. (Torres 2007).

6.6.1. Pérdida de peso del fruto de Pepino.

La pérdida de peso de los frutos durante el periodo de almacenamiento fue constante en todos los tratamientos evaluados (**Figura 7**). La pérdida promedio de peso vario de 9.8 a 14.13 % cuando no se aplicó cera y de 5.53% a 9.52% cuando los frutos fueron encerados. Las mayores pérdidas se registraron en el tratamiento donde el pepino se injertó en *Lagenaria* (14.13%) y en orden decreciente le siguió la planta normal con 10.33% y finalmente la menor pérdida de 9.8% en frutos cosechados en plantas injertadas en calabaza. Estas pérdidas de peso en forma general se redujeron mediante la aplicación de cera a los frutos, observándose en algunos casos que la cera evita la pérdida de peso hasta en un 57%, tal como se registró en los frutos obtenidos de plantas injertadas en *Lagenaria*.

Ben-Yehoshua (1987) menciona que la calidad comercial de los pepinos se demerita cuando los frutos alcanzan pérdidas de peso superiores a 5 %. Otros autores consideran que los síntomas de pérdida de agua en frutas y hortalizas llegan a ser evidentes cuando pierden entre 5 y el 10% de su peso, debido principalmente a la transpiración y a las características estructurales de los tejidos (Ryall y Lipton, 1982). De acuerdo con esta información los resultados obtenidos, los frutos cosechados de plantas injertadas y sin injerto que no están encerados, no mantienen la calidad comercial por registrar pérdidas superiores al 5%. Por otro lado, mediante la aplicación de cera los frutos fueron de mejor calidad, dados los menores porcentajes de pérdida de peso (7.0%), especialmente cuando los frutos se obtuvieron de plantas injertadas en calabaza. Amarante y Banks (2001) encontraron que el encerado reduce la permeabilidad al vapor de agua y el intercambio gaseoso entre el fruto y el ambiente que lo rodea, ya que la cubierta

externa bloquea los poros de la epidermis y se logra una reducción en la pérdida de agua de los tejidos y un retraso en la aparición de los síntomas de marchitamiento.

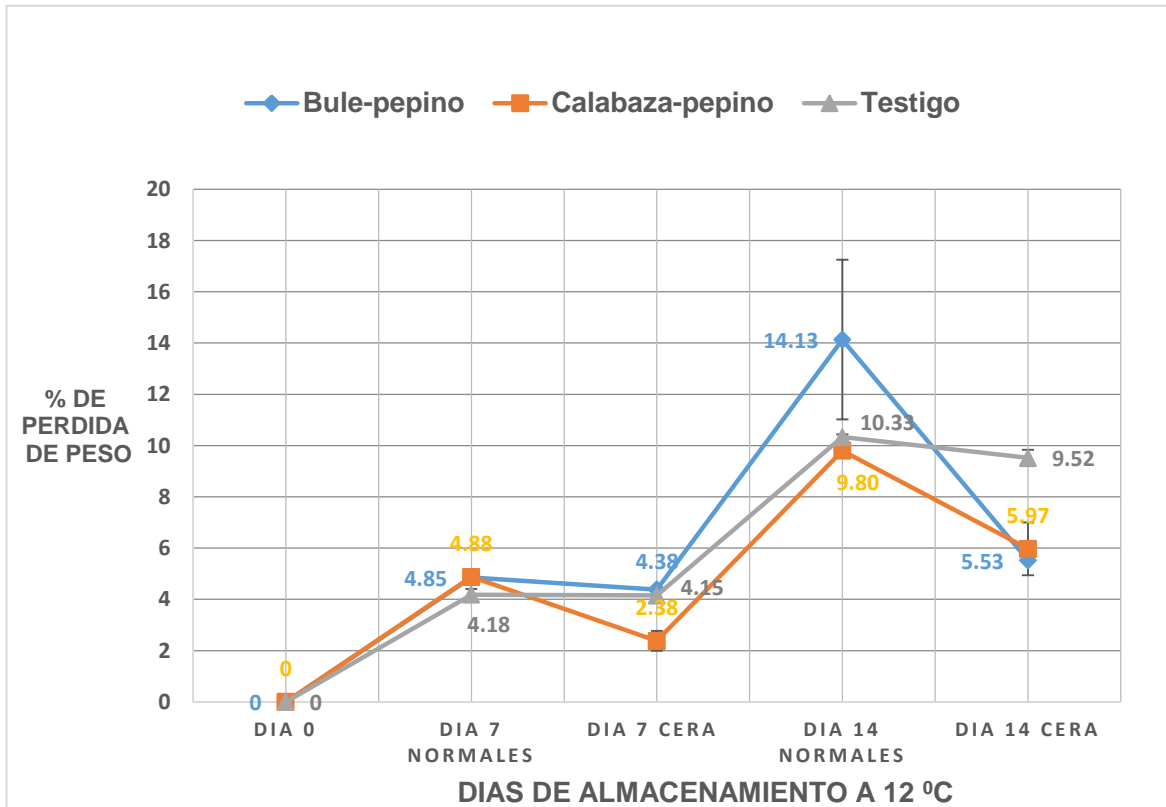


Figura 7: % de pérdida de peso de los frutos de pepino normales y con aplicación de cera PrimaFresh 50-V.

6.6.2. Firmeza del fruto de pepino.

La firmeza del fruto al igual que la pérdida de peso, mantiene una pérdida constante al transcurrir los días de almacenamiento (**Figura 8**). Los niveles de pérdida varían del 8% hasta 37%. Las alteraciones en la firmeza son más severas cuando los frutos están expuestos a los factores externos sin ninguna barrera de protección, además de la elección del portainjerto a utilizar. De acuerdo a los resultados obtenidos, el recubrimiento de la cera protege al fruto en un 18% de la pérdida de turgencia, tal como sucedió en frutos cosechados de plantas injertadas en *Lagenaria*. En frutos de plantas injertadas en calabaza y cubiertos con cera, se

favorece mayor firmeza hasta en 9%. En cuanto a los frutos de plantas sin injerto y encerados, los valores obtenidos fueron intermedios entre las dos opciones de injertado.

La pérdida de firmeza en frutos de pepino se caracteriza por el desarrollo de tejido esponjoso y menor turgencia, debido a la pérdida de agua de las células por la transpiración (Walter *et al.*, 1990). Esto explicaría las diferencias observadas en los frutos que fueron cubiertos con cera, lo cual permitió mantener niveles más altos de humedad en el interior del fruto.

Una de las consecuencias de la poca firmeza de los frutos de pepino, es la rápida pérdida de calidad visual y sensorial, manifestada en marchitamiento (Suslov y Cantwell, 2012; Moreno *et al.*, 2013), así como alta susceptibilidad a pudriciones, amarillamiento y deshidratación, las cuales se caracterizan por el desarrollo de tejido esponjoso y menor turgencia, debido a la mayor pérdida de agua de las células por transpiración, producto de la plasmólisis y la menor acumulación de azúcares en las paredes celulares (Verheul *et al.*, 2013).

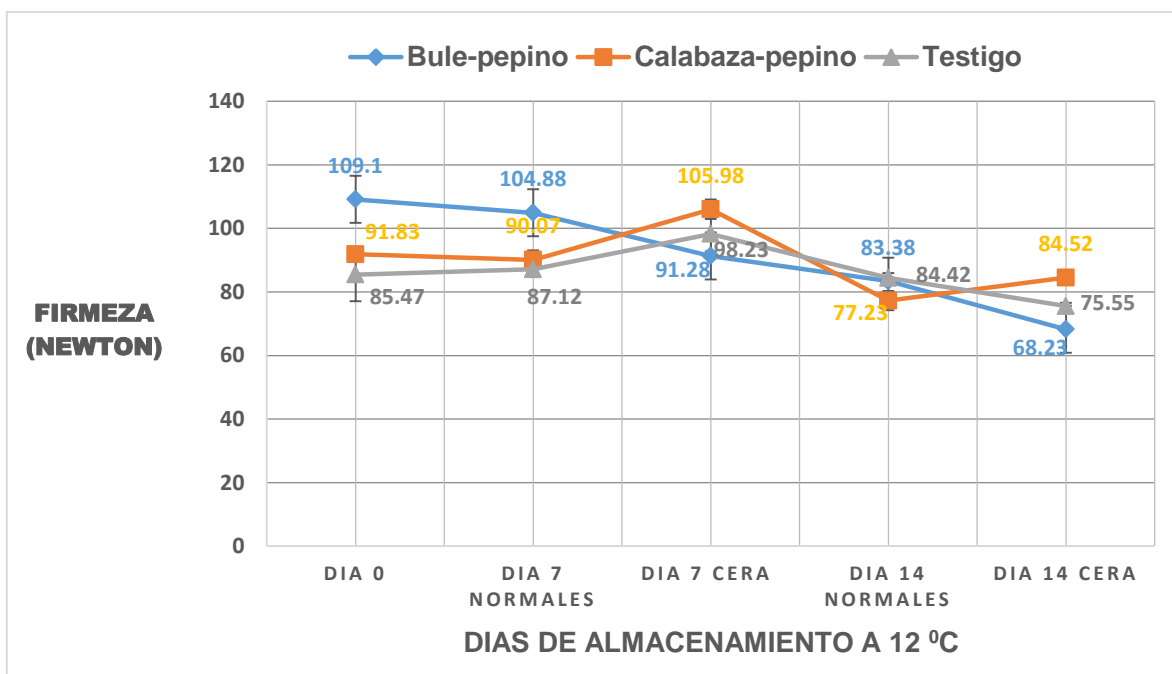


Figura 8: Consistencia del fruto de pepino a los días de almacenamiento a 12 °C.

6.6.3. Contenido de clorofila.

El contenido de clorofila en los frutos en los diferentes tratamientos (**Figura 9**), se encontró que es una característica que se mantiene sin cambios significativos en los días y condiciones de almacenamiento, bajo las cuales se realizó la presente investigación. Aunque es pertinente señalar que en la primera lectura y al final del experimento el tratamiento de bule presento más alto porcentaje de clorofila que el tratamiento testigo con un 5.81% más de clorofila en el tratamiento sin cera en el día 14 del experimento y con 6.23% en el tratamiento con cera de los frutos provenientes de plantas injertadas en *Lagenaría* mantuvieron valores más altos en esta variable, lo que podría representar una opción para mantener la calidad en este parámetro.

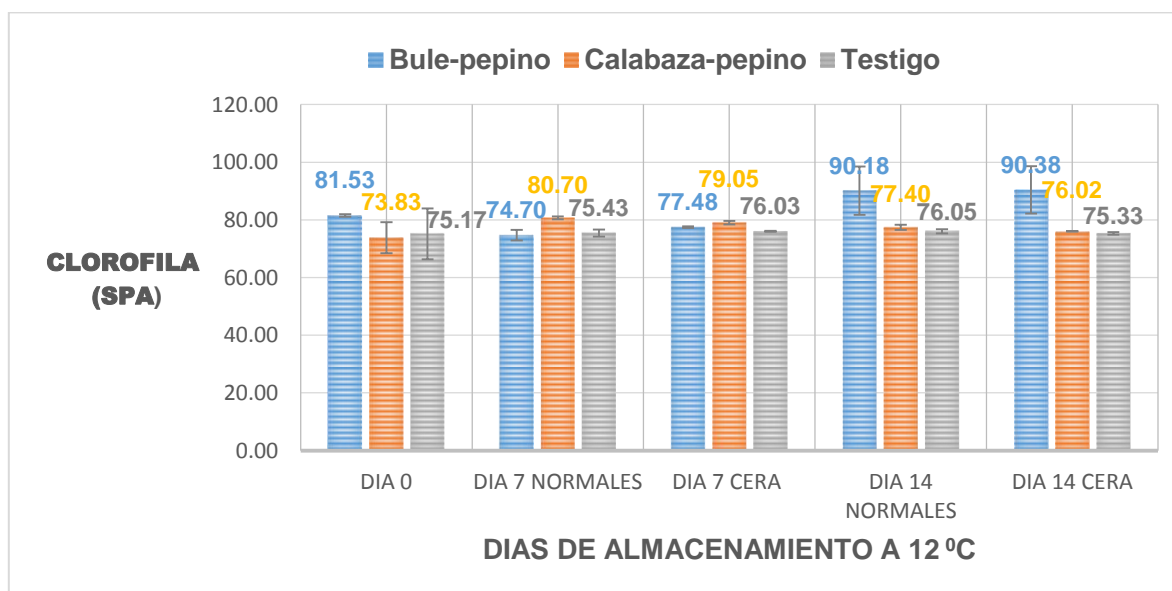


Figura 9: Contenido de clorofila de los tratamientos de injerto y sin injerto de pepino.

6.6.4. Sólidos solubles totales medidos en la escala de (°Brix).

El contenido de solidos solubles totales fue una variable con ligeros decrementos a los 14 días de almacenamiento (**Figura 10**), sin embargo, no se muestran tendencias claras de influencia de las aplicación de cera o bien del uso de

diferentes portainjertos. Los valores registrados en los diferentes tratamientos coinciden los rangos reportados por Kleinhenz y Bumgarner (2012).

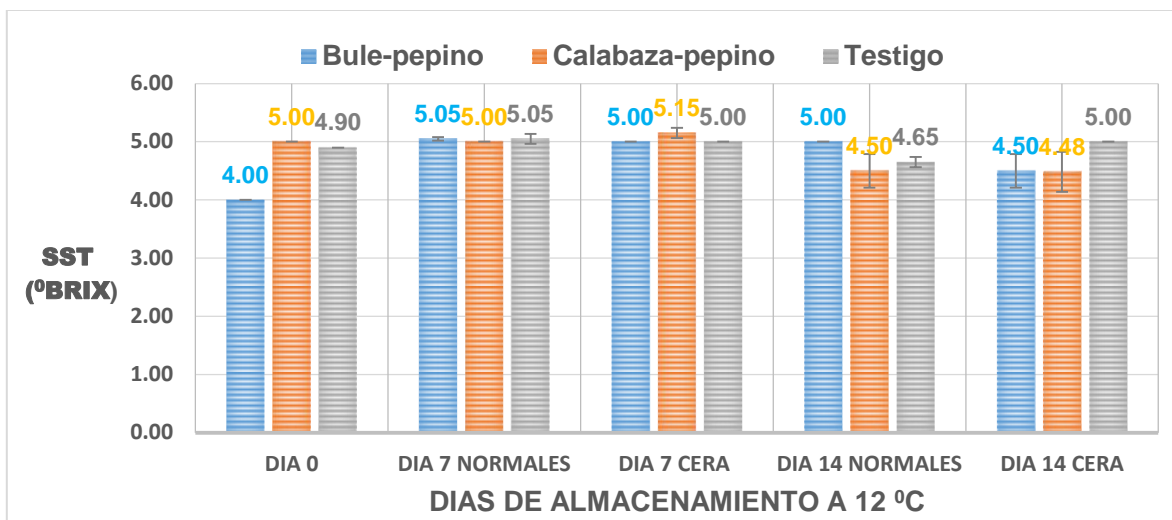


Figura 10: Solidos Solubles Totales del fruto de pepino.

VII. CONCLUSIÓN

Producción y características de frutos.

- a) La condición injertada en las plantas de pepino, favorece mayor rendimiento por planta y por unidad de superficie, asociado en parte a mayor crecimiento y desarrollo de frutos, expresado en longitud y diámetro. También mayores porcentajes de amarre de frutos en plantas injertadas, contribuyeron directamente en mayor rendimiento.
- b) El injerto no tiene influencia en la longitud de los entrenudos de la planta, aunque numéricamente la tendencia fue mayor longitud en plantas injertada en calabaza (*supershintoza*).
- c) La combinación del portainjerto de calabaza "*supershintoza*" en la producción de pepino, fue la mejor opción para incrementar rendimiento y calidad del pepino.
- d) El contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix), es una variable que no se modifica por la condición injertada de las plantas.

Calidad poscosecha.

- a) La pérdida de peso en los frutos durante el almacenamiento se reduce con el uso de portainjerto de calabaza (*supershintoza*), así como por el encerado de los frutos.
- b) La firmeza del fruto se mantiene en mejor condición cuando los frutos provienen de plantas injertadas en portainjerto de calabaza (*supershintoza*) y además son encerados.

- c) La cuantificación de clorofila, es una variable que se mantiene estable durante el almacenamiento, sin influencia aparente de la condición injertada y encerado del fruto.
- d) El contenido de sólidos solubles totales no es alterado por la condición injertada de la planta, ni por el encerado de los frutos.

VIII. LITERATURA CITADA

Aloni, B.; Cohen, R.; Karni, L.; Aktas, H. and Edelstein, M. 2010. Hormonal signaling in rootstock–scion interactions. *Scientia Horticulturae* 127:119–126.

Amarante, C. N. and Banks, H. 2001. Postharvest physiology and quality of coated fruits and vegetables. *Horticultural Review*. 26:261-238.

Anjanappa, M., J. Venkatesh y S. Kumara. 2012. Growth, yield an quality attributes of cucumber (Cv. Hassan local) as influenced by integrated nutrient management grown under protected condition. *Veg. Sci.* 39(1), 47-50.

Anónimo, 2009. Protagonisti del Vostro successo. Portinnesti 2008-2009. SG Vegetables. Syngenta Seeds S.p.A. Italia. www.sg-vegetables.com.

Armengol, J; José, C.M; Moya, M.J.; Sales, R.; Vicent, A.; Garcia-Jimenez, J. 2000. *Fusarium solani* f. sp. *Cucurbitae* race 1, a potencial pathogen of grafted watermelon production in Spain. *Bul. OEPP* 30:179-183.

Bekhradi, F.;Kashi, A.; Delshad, M. 2011. Effect of three cucurbits rootstocks on vegetative and yield of ‘Charleston Gray’ watermelon. *International Journal of Plant Productions* 5(2): 105-110.

Ben-Yehoshua S (1987) Transpiration, water stress, and gas exchange. *In: Postharvest Physiology of Vegetables*. J Weichmann (ed). Marcel Dekker, Inc. New York. pp: 113-138.

Besri, M. 2008. Cucurbits graftings as alternative yo methyl bromide for cucurbits production in Morocco. 2008 Ann. Intl. Res. Conf. Bromide Alternatives Emissions Reductions. p. 60-1-60-6.

Blancard D., H. Lecoq y M. Pitrat (1991) *Enfermedades de las Cucurbitáceas: Observar, Identificar, Luchar*. Mundi-Prensa. Madrid, España. 301 p.

Camacho F. y Tello, J.C. *Control de patógenos telúricos en cultivos hortícolas intensivos*. Ed. Agrotecnias, Madrid, 2006. 160 pp.

Cansev, A. y Ozgur, M. 2010. Grafting cucumber seedlings on Cucurbita spp.: Comparason of diferent grafting methods, scions and their performance. Journal of food, agriculture & Environment 8(3-4):804-809.

Castaño Zapata J. Del Río Mendoza L. 1994. Guía para el diagnóstico de enfermedades en cultivos de importancia económica. Zamorano Academic Press. Honduras CA. 3ra ed. 289 p.

Chien, Y. W. and Ling, Q. 1997. Modified atmosphere packaging alleviates chilling injury in cucumbers. Postharvest Biol. Technol. 10(3):195-200.

Compañía de desarrollo de semillas y plantas de verduras (Seminis). (2010). Pepino.

Cortés, M. J. Y. y Rodríguez, E. 2011. Valoración de atributos de calidad en pepino (*Cucumis sativus* L.) fortificado con vitamina E. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 9(1):24-34.

Çürük, S.;Dasgan, S.M.; Kurt, S.; Mazmanoğlu, M.;Antakli, O.; Tarla, G 2009. Grafted eggploant yield, quality and growth in infested soil with *Verticillium dahlia* and *Meloidogyne incognita*. Pesq. Agropec. Bras.,Brasilia 44(12):1673-1681.

Cushman K.E. y Huan, J. 2008. Performance of four triploid watermelon cultivars grafted onto five rootstock genotypes: yield and fruit quality under commercial growing conditions. Acta Hort. 782:335-342.

Davis, A.; Perkins-Veazie, P; Saj=kata, Y; Lopez-Galarza, S; Maroto, J.v.; Lee, S.G; Huh, Y.C.; Miguel, A.; King, S.R.; Cohen, R.; Lee, J.M. 2008b. Cucurbit Grafting. Critical Reviews in Plant Sciences 27:50-74.

Davis, A. y Perkins-Veazie, P. 2005. Rootstock effects on plant vigor and watermelon fruit quality. Cucurbit Genetics Cooperative Report 28-29:30-42.

Davis, A.; Perkins- Veazie, P; Sakata, Y; Lopez-Galarza, S; Maroto, J.V.; Lee, S.G; Huh, 2008b.

Davis, A.; Perkins-Veazie, P.; Hassell, R.; Levi, A.; King, S.T.; Zhang, X. 2008. Grafting Effects on Vegetable Quality. Hortscience 43(6): 1670-1672.

FAOSTAT. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. <http://apps.fao.org/faostat> consulta de base de datos de producción mundial y Comercio internacional de pepino (Consultada en Diciembre de 2015).

Galletti, L.; Berger, H.; Drouilly, D. and Lizana L, A. 2006. Atmósfera modificada en fruto de pepino dulce. IDESIA. 24(2):35-40.

Goreta, S.; Bucevic-Popovic, V.; Selak, G.V; Pavela-Vrancic, M.; Perica, S. 2008. Vegetative growth, superoxide dismutase activity and ion concentration of salt-stressed watermelon as influenced by rootstock, journal of Agricultural Science 146:695-704

Hartman, H. y Kester, D. Propagación de plantas. Principios y prácticas. Trad. Por Ambrosio, A. México: Continental, 1976. 810 pp.

Hassell, R.L y Memmott, F. 2008). Grafting Methods for watermelon production. HortScience 43(6):1677-1679.

Hernández-González, Z.; Sahagún-Castellanos J., Espinosa-Robles, P.; Colinas-León M.T. y Rodríguez-Pérez J.E. 2014. Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. Rev. Fitotec. Mex. Vol. 37 (1): 41 - 47, 2014.

Hoyos Echevarria P.2012. El injerto en pepino corto tipo Español (*Cucumis sativus* L.) Recomendaciones para su empleo en la zona central Española. Tesis doctoral. Departamento de Producción Vegetal: Fitotecnia Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Madrid 2012. 153pp.

Huitrón-Ramirez M.; Ricardez-Salinas M.; Camacho-Ferre F. 2009. Influence of grafted watermelon plant density on yield and quality in soil infested with melon necrotic spot virus. Hortscience 44(7):1838-1841.

Johnson, S., Miles, C., Kreider, P. y Sterrett, G..2011. Grafting Vegetables. Retail Rootstock Seed Suppliers. Mount Vernon Northwestern Washigton Research and

Extension. Washington State University.
<http://vegetables.wsu.edu/graftingVegetables.html>.

Kader A, A. 2002. Postharvest technology of horticultural crops. University of California. Agriculture and Natural Resources. Publication 3311. Third (Ed.) 39-285 pp.

Kader, A. A. 1983. Postharvest quality maintenance of fruit and vegetables in developing countries. In Postharvest physiology and crop preservation, ed. M. Lieberman, 520-36. New York: Plenum.

Kawaide, T. 1985. Utilization of rootstocks in cucurbits production Japan. J.A.R.Q 18 (4): 284-289.

Kaynas, K. y S. Özelkök. 1999. Effect of Semperfresh on postharvest behavior of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and summer squash (*Cucurbita pepo* L.) fruits. Acta Hort. 492, 213-220.

Khah, E.M; Kakava, E.; Mavromatis, A.; Chachalis, D.; Goulas, C. 2006. Effect of grafting on growth and yield of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in greenhouse and open-field of Applied Horticulture 8(1):3-7.

King, S.R; Davis, A.R.; Zhang, X.; Crosby, K. 2010. Genetics, breeding and selection of rootstocks for Solanaceae and Cucurbitaceae. Scientia Horticulturae Reviews 127:106-111.

Kleinhenz, M.D. y N.R. Bumgarner. 2012. Using °Brix as an indicator of vegetable quality. Linking measured values to crop management. Fact Sheet. Agriculture and Natural Resources. The Ohio State University, Columbus, OH.

Kousik, C.S.; Adkins, S.T.; Roberts, P.D.; Hassell, R. 2002. Evaluations of comercial Watermelon rootstock for tolerance to *Phytophthora capsici*. Crop Protection 39: 18-25.

Kousik, C.S.; Donahoo, R.S.; Hasell, R.2012. Resistance in watermelon rootstocks rot caused by *Phytophthora capsici*. Crop Protection 39:18-25.

Kubota, C., 2010. Technology Development toward Introductions of Grafted Vegetable Seedlings in U.S. Open-field Fresh Vegetables Productions. Kubota Lab Controlled environment Plant Physiology & Technology (CEAC).cals.arizona.edu/research/kubota/.../rsch3/_grafting.htm.

Lee S G .(2007) Production of high quality vegetable seedling grafts. *Acta Horticulturae* 759:169-174.

Lee, .JM. 1994. Cultivation of Grafted Vegetables I. Current status, grafting methods, and benefits. *Hort. Sci.* 29(4):235-239.

Lee, .JM.; Kubota, C.; Tsao, S.J; Bie, Z; Hoyos-Echevarria, P; Morra, L; Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae Reviews* 127:93-105.

Lee, JM. 1994. Cultivation of Grafted Vegetables I. Currente status, grafting methods, and benefits. *Hort. Sci.* 29(4):325-239.

Lodh, S. y E. Pantastico. 1984. Cambios fisicoquímicos durante el crecimiento de órganos de almacenamiento. pp. 59-76. En: Pantastico, E. (ed.). *Fisiología de la postrecolección, manejo y utilización de frutas y hortalizas tropicales y subtropicales*. 2ª ed. CECSA, México DF.

Marinez-Ballesta M.C., Alcaraz-Lopez C., Muries B., Mota-Cadenas C. y Carvajal M. 2010. Physiological aspects of rootstock-scion interactions. *Scientia Horticulturae*. 127(2):112-118.

Maroto. J.V.; Borrego, I.; Miguel-Gómez, A.; Pomares-Garcia, F. 2002. *El cultivo de la sandía*, Editorial Mundi-prensa. 322 pp.

Messiaen C., D. Blancard, F. Rouxel y R. Lafon (1995) *Enfermedades de las Hortalizas*Mundi-Prensa, Madrid, España 576p.

Miguel, A. (1997) *Injerto de Hortalizas*. Generalitat Valenciana. Federico Doménech S. A. Valencia, España 88p.

Miguel, A. 1997. Injerto de hortalizas. Serie Divulgación Técnica. Conselleria de Agricultura, Pesca y Alimentación, Generalitat Valenciana, 50-52 p.

Mohamed, F.H.; El-Hamed, K.E.; Elwan, M.W.; Hussien, M.A 2012. Impact of grafting on watermelon growth, fruit yield and quality. Vegetable crops research bulletin 76:99-118.

Mohammed, S.M.; Humida, M.; Boras, M.; Abdalla, O.A. 2009. Effect of grafting tomato on different rootstocks on growth and productivity under glasshouse conditions. Asian journal of Agricultural Research 3(2):47-54.

Moreno, D., W. Cruz., E. García, A. Ibáñez, J. Barrios y B. Barrios. 2013. Cambios fisicoquímicos poscosecha en tres cultivares de pepino con y sin película plástica. Rev. Mex. Cienc. Agríc. 4(6), 909-920.

Muller D. S. and S. Li (2002) Use of aeroponic chambers and grafting to study partial resistance to *Fusarium solani* f. sp. *Glycines* in soybean. Plant Disease 86:1223-1226.

Musmade, A. M. and Desai, U. T. 1998. Cucumber and melon. In: handbook of vegetables science and technology. Salunke, B. K. and Kadam, S. S. (Eds.). Dekker, M. Inc. New York. 245-253 pp.

Muy Rangel, D.; Siller, J.; Díaz, J. y Valdéz, B. 2004. Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estatus hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. Rev. Fitotec. Mex. 27(2):157-165.

Muy, D., J. Siller, J. Díaz y B. Valdéz. 2004. Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estatus hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. Rev. Fitotec. Mex. 27(2), 157-165.

Muy, R.D.; Siller, C.J.; Díaz P.J.; Valdez, T.B. 2004. Efecto de las condiciones de almacenamiento y el encerado en el estado hídrico y la calidad poscosecha de pepino de mesa. Rev. Fitotec. Mex. 27: 157-165.

Ozlem, A.; Ozdemir, N.; Gunen, Y. 2007. Effect of grafting on watermelon plant growth, yield and quality. Journal of Agronomy 6(2):362-365.

- Proietti, S.; Roupael, Y; Colla, G. 2008. Fruit quality of mini watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *J.Sci. Food Agric.* 88:1107-1114.
- Radhouani, A. y Ferchichi, A. 2010. Efect of Grafting on vegetative growth and quantitative production of muskmelon (*Cucumis melo* L.). *Journal of Applied Horticulture*, 12(2):129-134.
- Rijk Zwaan (2011) Cucumber Alanis RZ International Catalogue Seeds and Services. http://files.tlhort.com/topicassets/attachments/ta_243_export_catalogue_2009_2010.pdf (Cons. 20/04/2012).
- Rivero, R.M; Ruiz, J.M; Romero, L.2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Food, Agriculture & Environment* 1:70-74.
- Roupael, Y.; Cardarelli, M.; Colla, G.; Rae, E. 2008. Yield, mineral composition, water relations, and water use efficiency of grafted mini-watermelon plants under deficit irrigation. *HortScience* 43:730-736.
- Roupael, Y.; Schwarz, D.; Krumbein, A.; Colla, G. 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae* 127:172-179.
- Ryall L A, W J Lipton (1982) Refrigerated storage. *In: Handling Transportation and Storage of Fruits and Vegetables.* Vol. I. L Ryall, W Lipton (eds). AVI Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. pp: 293-306.
- Salam, M.A; Masum, A.S.; Chowdhury, S.S.; Dhar, M; Saddeque, A.A; Islam, M.R. 2002. Growth and yield of watermelon as influenced by grafting. *Journal of Biological Sciences* 2(5):298-299.
- Schmid, H. 1994. Manual de injerto de frutales. Trad. Por Torres, E. España: Omega. 191 pp.
- Sengar, S.H.; Kothari, S. 2008. Economic evaluation of greenhouse for cultivation of rose nursery. *A.J.A.R.* 3: 435-439.

Shoalen Susanne (Editora), GTZ mbH 1997. Manejo Integrado de Plagas en Hortalizas, Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, Cultivo de Pepino, San José de Costa Rica, 1997, pp. 26-32.

SIAP, Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (2009) Avances de siembras y cosechas, año agrícola 2009. Online: <http://www.siap-sagarpa.gob.mx> (Diciembre de 2015).

SIAP, Servicio de Información Estadística Agroalimentaria y Pesquera (2014) Avances de siembras y cosechas, año agrícola 2014. Online: <http://www.siap-sagarpa.gob.mx> (Diciembre de 2015).

Suslow T, M Cantwell (1997) Cucumber. Produce facts. Perishables Handling No. 90. University of California, Davis. USA. pp: 21-22.

Tateishi, K. 1927. Grafting watermelon onto pumpkin. J. Jpn. Hortic . 39:5-8. (Traslacion English by chieri kubota).

Taylor, M.; Bruton, B.; Fish, W; Roberts, W. 2008. Cost benefit analyses of using grafted watermelon trasplants for fusarium wilt disease control. Acta Hort. 782:343-350.

Torres M.A.; Manual de producción de pepino; Programa de diversificación económica rural; Honduras; Abril 2007; El cultivo de pepino; Infoagro; España pp: 6-42.

Trade Map. Trade Statistics for International Business Development <http://www.trademap.org> (Consulta en Diciembre de 1 2015).

Trottin-Caudal, Y. 2011. Maîtrise de la protection integree. Tomato sous serres et abris. CTIFL. Paris.

Turhan, A.; Ozmen, N.; Kuscu, H.; Serbeci, M.S.; Seniz, V. 2012. Influence of rootstocks on yield and fruit characteristics and quality of watermelon. Hort. Environ. Biotechnol. 53(4):336-341.

Vasco M. R. (2003) El cultivo del pepino bajo invernadero. In: Técnicas de Producción en Cultivos Protegidos. F F Camacho (ed). Caja Rural Intermediterránea, Cajamar. Almería, España. pp: 691-722.

Verheul, M.J., R. Slimestad y L.R. Johnsen. 2013. Physicochemical changes and sensory evaluation of slicing cucumbers from different origins. *Europ. J. Hort. Sci.* 78(4), 176-183.

Walter W M, D G Epley, R F McFeeters (1990) Effect of water stress on stored pickling cucumbers. *J. Agric. Food Chem.* 38:2185-2191.

Walter W, M.; Epley, G. and McFeeters, F. 1990. Effect of water stress on stored pickling cucumbers. *J. Agric. Food Chem.* 38:2185-2191.

Wehner, T.C.; Maynard, D.N. 2003 Cucumbers, melons, and other cucurbits. Volume 1. *Encyclopedia of food and culture*. New York, USA. 474-479. Wittwer, S.H.; Honma, S.

Wills, R.; McGlasson, B.; Graham, D. and Joyce, D. 1998. *Postharvest, an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. University of New South Wales. Press-Cab International. Sidney, Australia. 262 p.

Yetisir, H. y Uygur, V. 2010. Responses of grafted watermelon onto different gourd species to salinity stress. *Journal of Plant Nutrition.* 33:315-327.

Yetisir, H.; Sari, N.; Yunel, S. 2003. Rootstock resistance to Fusarium wilt and effect on watermelon fruit yield and quality. *Phytoparasitica.* 31:163-169.