

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Dinámica Nutricional Del Pepino (*Cucumis sativus* L.) Injertado En Diferentes  
Portainjertos

Por:

**NOÉ GUADALUPE DEL TORO PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2018

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Dinámica Nutricional Del Pepino (*Cucumis sativus* L.) Injertado En Diferentes  
Portainjertos

Por:

**NOÉ GUADALUPE DEL TORO PÉREZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



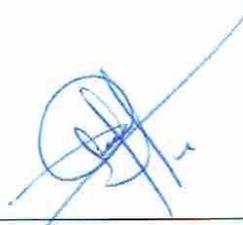
Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente

Asesor Principal



Dr. Alberto Sandoval Rangel

Coasesor



Dr. Valentín Robledo Torres

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Noviembre, 2018

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A Dios**

Por haberme dado la oportunidad de abordar en este tren llamado vida, por darme a los padres que tengo, hermanos y demás familia. Por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad rodeado de mis seres queridos. Mil gracias.

### **A Mis Padres**

Les agradezco infinitamente, primeramente por darme la vida, por enseñarme y formarme para ser quien ahora soy, por ser mis maestros de vida, porque gracias a ellos he podido alcanzar este logro, que no solo es mío sino también de ellos, porque nunca me han dejado solo, siempre han estado para mí desde el momento en que decidí realizar este sueño, por la motivación constante por lo menos con una llamada para yo saber que están presentes aquí conmigo, no en persona pero si de corazón.

### **A mi “ALMA TERRA MATER” la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**

Por abrirme las puertas de esta que fue mi casa durante toda mi carrera, por permitirme aprender día a día en cada una de sus aulas e instalaciones, porque gracias a ella he podido conocer grandiosas personas, ya que aquí en mi Alma Terra Mater he vivido de las mejores experiencias de vida que jamás olvidaré. Gracias.

### **Al Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente**

Por brindarme su apoyo desde las primeras clases que lleve con usted y por el apoyo brindado ahora como mi asesor de tesis, agradezco su paciencia al enseñarme sus conocimientos e inculcarme la responsabilidad, puntualidad y constancia, no solo en clases sino también en la vida. Le agradezco de antemano su confianza en mí para realizar este trabajo.

### **Al MC. Antonio Reyes Cabrera**

Por invitarme a ser parte de éste proyecto de investigación, por su apoyo incondicional en todo, por la constancia, paciencia y tolerancia brindada en el desarrollo de este gran reto, y por compartirme de sus conocimientos, amigo, camarada, muchísimas gracias.

### **A Mis Coasesores**

El Dr. Valentín Robledo Torres y el Dr. Alberto Sandoval Rangel, por el apoyo y la confianza, por sus conocimientos compartidos y su valioso tiempo para la revisión de este documento.

## **DEDICATORIAS**

### **A Mis Padres**

Ma. Angelina Pérez Juárez y José Antonio Del Toro Rueda, el regalo más grande que Dios me ha dado, porque ellos son el pilar de mi vida, ellos que me han dado su apoyo incondicional en todo momento, quienes se han sacrificado para dárme todo y poder verme en donde ahora estoy, como un hombre con valores y con ganas de vivir y tener las mejores experiencias de vida, ellos que ahora ven que su esfuerzo no fue en vano y que todo esto se los dedico principalmente a ellos, a mi padre por los ejemplos de perseverancia, constancia y alegría que lo caracterizan, a mi madre por el amor siempre brindado, por sus consejos y el ejemplo de bondad, armonía y humildad que siempre me ha dado. Así que este título no solo es mío, sino también de ustedes mis viejitos, los amo y bendigo, les estaré siempre agradecido.

### **A Mis Hermanos**

José Antonio Del Toro Pérez, Areli Margarita Del Toro Pérez, Oscar Alfredo Del Toro Pérez, Erika Merari Del Toro Pérez, Naim Angelina Del Toro Pérez y Nuria Lizeth Del Toro Pérez, por su apoyo en cada paso que he dado en la vida, ya que cada uno de ustedes es un ejemplo para mí, con cada uno tengo recuerdos de travesuras, viajes y locuras inolvidables, les dedico este trabajo porque me llena de orgullo tenerlos como hermanos, a ustedes que siempre son tan alegres y solidarios conmigo, los quiero y los amo. Así mismo también a mi cuñada Viridiana Alamillo Rodríguez y a mis hermosos sobrinos: Emily Victoria Del Toro Pérez, Hilary Amanda Del Toro Pérez y Alejandro Sinuhe Del Toro Alamillo.

### **A Mis Tíos**

Noé Horacio Del Toro Rueda y Hugo Álvaro Del Toro Rueda, por su apoyo moral y económico antes y durante mi carrera, gracias por confiar en mí durante este sueño y por compartirme e incluirme en cada una de sus experiencias y metas en la vida, doy gracias a Dios por permitirme tenerlos de familia y por dejarme ver en cada uno de ustedes como ejemplo de vida, siempre les estaré agradecido.

### **A Mis Mejores Amigos**

Elsa Lizeth Domínguez Cueva, Nadia Vivas, Cristian Alexis Godínez Mendoza, Miguel Ángel Ramos y Mario Alejandro Castillo Magaña los cuales siempre han estado para mí, apoyándome en todas y cada una de mis locuras y proyectos de vida.

### **A Mis Amigos y Compañeros de Casa**

Julio Cesar Méndez Meza, Guillermo Enrique Garay Ortega, Alejandra Yatziri Arrollo Guzmán, Héctor Uvaldo Larios Calvario y Eduardo Noé Figueroa Rodríguez, por ser como mis hermanos aquí en Saltillo, y por compartir tantas travesuras, aventuras y buenas experiencias con ustedes, y que aunque siempre existieron malos entendidos entre nosotros saben que los quiero y les deseo lo mejor hoy y siempre, además saben que pueden contar conmigo para cualquier locura o proyecto que tengan en mente.

### **A Mis Coach y amigos de Volleyball**

A Gabino Herrera Barrera y Crisóstomo Barraza Chavira, por su apoyo y experiencias compartidas, fueron como mis padres aquí en Saltillo, los quiero y admiro. A Julio, Alfonso, David, Eduardo, Ángel, Yabin, Vitalino, Héctor, Fermín, Marcos, Antonio, Neymar, Oscar, Sergio, Dagoberto, Alfredo, Francisco, Luis, Diego, Gustavo, Alejandro, Aldo, Vladimir, Guadalupe, Marlene, Selene, Michelle, Mariana, Alejandra, Diana, Valeria, Danitza, Andrea, Josseline, Melissa, por compartir junto conmigo este deporte tan hermoso del cual me llevo una de las mejores experiencias de vida, cada uno de ustedes ocupa un lugar especial en mi corazón, los quiero.

# ÍNDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS .....	I
DEDICATORIAS .....	II
ÍNDICE DE CUADROS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE APÉNDICES.....	IX
RESUMEN .....	XIII
<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Objetivos .....	3
1.1.1 General.....	3
1.1.2 Específicos .....	3
1.2 Hipótesis .....	3
<b>II. REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes del Cultivo.....	4
2.1.1 Origen.....	4
2.2 Clasificación Taxonómica.....	4
2.3 Importancia del Cultivo en México y en el Mundo.....	5
2.4 Valor Nutricional .....	5
2.5 Descripción Botánica .....	6
2.5.1 Sistema Radicular .....	6
2.5.2 Tallo.....	6
2.5.3 Hoja .....	6
2.5.4 Flor.....	7
2.5.5 Fruto .....	7
2.5.6 Semillas .....	8
2.6 Requerimientos Climáticos .....	8
2.6.1 Temperatura.....	8
2.6.2 Humedad .....	8
2.6.3 Precipitación.....	9
2.6.4 Luminosidad.....	9
2.7 Requerimientos Edáficos .....	9
2.8 Fertilización .....	9

2.9	Riego .....	10
2.10	Polinización .....	10
2.11	Poda .....	11
2.12	Tutorado del Cultivo .....	11
2.13	Cosecha .....	11
2.14	Calidad del Fruto de Pepino .....	12
2.15	Funciones de los Elementos Minerales en las Plantas .....	12
2.15.1	Nitrógeno .....	12
2.15.2	Calcio .....	13
2.15.3	Potasio .....	13
2.15.4	Sodio .....	13
2.17	Injertos.....	13
2.17.1	Tipos de Injerto.....	14
2.17.2	Beneficios del Injerto y la Eficiencia y Eficacia sobre la Absorción de ..... Agua y Nutrientes.....	14
2.17.3	Efecto del Injerto Sobre Plagas y Enfermedades .....	15
<b>III.</b>	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1	Localización del Experimento.....	16
3.2	Material Vegetal.....	16
3.3	Siembra del Material Vegetal.....	16
3.4	Realización del Injerto.....	17
3.5	Manejo de Plántulas Post injerto.....	17
3.6	Trasplante .....	17
3.7	Control de Plagas y Enfermedades.....	17
3.8	Riego y Nutrición del Cultivo.....	18
3.9	Manejo Agronómico del Cultivo.....	18
3.10	Tratamientos Evaluados.....	18
3.11	Variables Evaluadas .....	19
3.11.1	Vitamina C en Sustrato y en Raíz .....	20
3.11.2	Minerales y Solidos Solubles Totales en Raíz .....	21
3.11.3	Minerales en Sustrato.....	21
3.11.4	Minerales y Solidos Solubles Totales en Peciolos y Lámina Foliar .....	21
3.12	Diseño Experimental.....	21

<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>22</b>
4.1 Contenido de Minerales en Lámina .....	22
4.2 Contenido de Minerales en Pecíolo .....	24
4.3 Contenido de Minerales en Raíz.....	26
4.4 Contenido de Minerales en Sustrato .....	28
4.5 Contenido de SST en Lámina, Pecíolo y Raíz.....	30
4.6 Contenido de Ácido Ascórbico en Raíz y Sustrato.....	31
4.7 CE en Raíz y Sustrato .....	33
4.8 pH en Sustrato .....	35
<b>V. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>36</b>
<b>VI. LITERATURA CITADA .....</b>	<b>37</b>
<b>VII. APÉNDICE .....</b>	<b>43</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Taxonomía del pepino.....	<b>4</b>
<b>Cuadro 2.</b> Fertilización en el cultivo de pepino <i>Cucumis sativus</i> L.....	<b>10</b>
<b>Cuadro 3.</b> Tratamientos evaluados.....	<b>19</b>
<b>Cuadro 4.</b> Variables evaluadas .....	<b>19</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Contenido de minerales en lámina foliar de 5 tratamientos.....	<b>23</b>
<b>Figura 2.</b> Contenido de minerales en peciolo de 5 tratamientos.....	<b>25</b>
<b>Figura 3.</b> Contenido de minerales en raíz de 5 tratamientos.....	<b>27</b>
<b>Figura 4.</b> Contenido de minerales en sustrato de 5 tratamientos.....	<b>29</b>
<b>Figura 5.</b> Contenido de Solidos Solubles Totales (SST) en ° Brix de 5 tratamientos.....	<b>30</b>
<b>Figura 6.</b> Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en raíz y sustrato de 5 tratamientos.....	<b>32</b>
<b>Figura 7.</b> CE en raíz y sustrato de 5 tratamientos.....	<b>34</b>
<b>Figura 8.</b> Contenido de pH en sustrato de 5 tratamientos.....	<b>35</b>

## ÍNDICE DE APÉNDICES

<b>Apéndice 1:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>43</b>
<b>Apéndice 2:</b> Comparación de medias para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>43</b>
<b>Apéndice 3:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>44</b>
<b>Apéndice 4:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Ca en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>44</b>
<b>Apéndice 5:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de K en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>45</b>
<b>Apéndice 6:</b> Comparación de medias para la variable contenido de K en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>45</b>
<b>Apéndice 7:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Na en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>46</b>
<b>Apéndice 8:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Na en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>46</b>
<b>Apéndice 9:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de SST en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>47</b>
<b>Apéndice 10:</b> Comparación de medias para la variable contenido de SST en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>47</b>
<b>Apéndice 11:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de CE en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>48</b>
<b>Apéndice 12:</b> Comparación de medias para la variable contenido de CE en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>48</b>

<b>Apéndice 13:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Ac. Ascorbico en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>49</b>
<b>Apéndice 14:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Ac. Ascorbico en raíz de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>49</b>
<b>Apéndice 15:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>50</b>
<b>Apéndice 16:</b> Comparación de medias para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>50</b>
<b>Apéndice 17:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>51</b>
<b>Apéndice 18:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Ca en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>51</b>
<b>Apéndice 19:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de K en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>52</b>
<b>Apéndice 20:</b> Comparación de medias para la variable contenido de K en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>52</b>
<b>Apéndice 21:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Na en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>53</b>
<b>Apéndice 22:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Na en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>53</b>
<b>Apéndice 23:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de CE en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>54</b>
<b>Apéndice 24:</b> Comparación de medias para la variable contenido de CE en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>54</b>
<b>Apéndice 25:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de pH en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>55</b>

<b>Apéndice 26:</b> Comparación de medias para la variable contenido de pH en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>55</b>
<b>Apéndice 27:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Ac. Ascorbico en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>56</b>
<b>Apéndice 28:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Ac. Ascorbico en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>56</b>
<b>Apéndice 29:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>57</b>
<b>Apéndice 30:</b> Comparación de medias para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>57</b>
<b>Apéndice 31:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>58</b>
<b>Apéndice 32:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Ca en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>58</b>
<b>Apéndice 33:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de K en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>59</b>
<b>Apéndice 34:</b> Comparación de medias para la variable contenido de K en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>59</b>
<b>Apéndice 35:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Na en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>60</b>
<b>Apéndice 36:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Na en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>60</b>
<b>Apéndice 37:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de SST en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>61</b>
<b>Apéndice 38:</b> Comparación de medias para la variable contenido de SST en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>61</b>

<b>Apéndice 39:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>62</b>
<b>Apéndice 40:</b> Comparación de medias para la variable contenido de NO <sub>3</sub> en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>62</b>
<b>Apéndice 41:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>63</b>
<b>Apéndice 42:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Ca en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>63</b>
<b>Apéndice 43:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de K en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>64</b>
<b>Apéndice 44:</b> Comparación de medias para la variable contenido de K en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>64</b>
<b>Apéndice 45:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de Na en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>65</b>
<b>Apéndice 46:</b> Comparación de medias para la variable contenido de Na en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>65</b>
<b>Apéndice 47:</b> Análisis de varianza para la variable contenido de SST en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>66</b>
<b>Apéndice 48:</b> Comparación de medias para la variable contenido de SST en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.....	<b>66</b>

## RESUMEN

El pepino es una hortaliza de alto impacto económico por ser un producto de exportación, México es el tercer exportador mundial de pepino ya que los aspectos de mayor importancia en la producción de esta hortaliza es la nutrición para obtener frutos de calidad comercial.

El presente trabajo se realizó en una estructura metálica cubierta con malla antifidos ubicada en el departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con el objetivo de observar el comportamiento radicular de dos portainjertos de cucurbitáceas (*Cucurbita máxima* y *Cucurbita ficifolia*) y el efecto del injerto de pepino (*Cucumis Sativus L.*) sobre ellos.

Fueron 5 los tratamientos evaluados en este experimento: pepino Merketer sin injertar, *Cucurbita máxima* sin injertar, *Cucurbita ficifolia* sin injertar, pepino Merketer sobre *Cucurbita máxima* y pepino Merketer sobre *Cucurbita ficifolia*.

Para los tratamientos injertados se utilizó el injerto de cuña, el cual después de haberlo realizado se les dio un manejo en una cámara de prendimiento, el manejo consistió en mantener la temperatura en un rango de 28°C y una humedad relativa de 85%, después de 22 días las plántulas injertadas fueron trasplantadas a bolsas de 10 kilogramos con sustrato conformado por perlita al 70% y peat moss al 30 %, en donde se consideraron 3 repeticiones por tratamiento, distribuidos en un diseño experimental de bloques al azar.

Las variables evaluadas fueron:  $\text{NO}_3^-$  en hojas, peciolo, raíz y sustrato,  $\text{Ca}^{++}$  en hojas, peciolo, raíz y sustrato,  $\text{K}^+$  en hojas, peciolo, raíz y sustrato y  $\text{Na}^+$  en hojas, peciolo, raíz y sustrato, contenido de sólidos solubles totales en hojas, peciolo y raíz, contenido de ácido ascórbico y CE en raíz y sustrato, y pH en sustrato.

El resultado del análisis de varianza mostraron que el contenido de  $\text{NO}_3^-$  fue superior en los patrones sin injerto seguidos de los patrones injertados en todos los órganos observados, para  $\text{Ca}^{++}$  los patrones con injerto obtuvieron un mayor contenido en lámina, peciolo y raíz, el contenido de  $\text{K}^+$  y  $\text{Na}^+$  fue superior en pepino sin injertar siendo la raíz el órgano que más acumuló, el contenido de ácido ascórbico fue mayor en los patrones injertados en raíz y sustrato.

**Palabras Clave:** Injerto, Patrones, lónes, Cucurbitáceas.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente existe una considerable demanda en países desarrollados y subdesarrollados, de productos vegetales por el importante papel que estos cumplen en la dieta humana. (Universidad de Córdoba (Colombia). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., R, & M, 2011).

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las cucurbitáceas de mayor importancia que se cultiva y consume en muchas regiones de México y en el mundo. El pepino tiene alto impacto económico por ser un producto de exportación y posee cualidades refrescantes, no tiene mucho valor alimenticio debido a que el mayor porcentaje de composición es agua, pero puede ser consumido en fresco o industrializado (SIAP, 2016).

En el 2014 en México se sembraron alrededor de 16,902.26 ha de pepino dando un rendimiento de 707,631.94 toneladas, con 42.10 ton\*ha como media de producción (SIAP, 2014).

El uso del injerto representa una técnica alternativa en la producción de algunas hortalizas, principalmente en solanáceas y cucurbitáceas, disminuyendo así problemas por estrés de tipo biótico y abiótico (Maršić y Jakše, 2010).

El Injerto es prácticamente una técnica nueva en México, que poco a poco ha ido sobresaliendo en la horticultura, éste es más utilizado comúnmente para las solanáceas y las cucurbitáceas que en cualquier otra hortaliza (Schwarz, 2010).

Por otro lado, el uso excesivo de fertilizantes químicos genera preocupación en los consumidores por el nivel de contaminación que los frutos pudieran tener, así como también los problemas ambientales y de salud que se puedan generar, esto incentiva el desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que permitan reducir el impacto de los agroquímicos sobre el ambiente y satisfacer mejor las necesidades de los agricultores y consumidores (Hernández *et al.*, 2014). Ante esto se ha optado por adoptar técnicas de producción alternativas, tal es el caso del uso de injertos que ofrece ventajas para obtener mayor aprovechamiento de agua y

nutrientes, pues, los portainjertos brindan un sistema radical más eficiente así como resistencia a diferentes tipos de estrés biótico; el uso de injertos, combinado con una fertilización racional, conlleva a un sistema de producción más sustentable (Sánchez *et al.*, 2014, González *et al.*, 2017) y favorece la obtención de frutos con mayor calidad nutracéutica reduciendo el daño al medio ambiente (Márquez *et al.*, 2010).

A su vez, el cultivo en sustratos o cultivo sin suelo, es un método que cumple un papel determinante en la mejora del rendimiento y la calidad de la producción hortícola, principalmente cuando se realiza en ambiente protegido (Fermín, 2014).

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 General**

Comparar el pepino injertado y sin portainjerto, y evaluar el comportamiento de la raíz de los tratamientos al haber sido o no injertada.

### **1.1.2 Específicos**

- ✚ Determinar el comportamiento nutrimental en órganos vegetales y sustrato.
- ✚ Analizar el funcionamiento del portainjerto en la asimilación de nutrientes.
- ✚ Cuantificar la síntesis de ascorbato y sólidos solubles en la raíz de las plántulas.

## **1.2 Hipótesis**

El contenido mineral y solutos en órganos y sustrato del injerto (pepino) serán influenciados por el portainjerto.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Antecedentes del Cultivo

#### 2.1.1 Origen

El pepino es originario de Asia, siendo domesticado en la India, posteriormente fue introducido por los romanos en otras partes de Europa donde también aparecen registros de este cultivo, como en Inglaterra en el siglo XIV, Francia en el siglo XVI, y en Norteamérica a mediados del siglo XVI (López *et al.*, 2011).

### 2.2 Clasificación Taxonómica

A continuación, en el cuadro 1 se describe la clasificación taxonómica del pepino *Cucumis sativus L.*

(Cuadro 1).

Cuadro 1. Taxonomía del Pepino	
<b>Clasificación Taxonómica</b>	
<b>Reino:</b>	Plantae
<b>División:</b>	Magnoliophyta
<b>Clase:</b>	Mangoliopsida
<b>Orden:</b>	Cucurbitales
<b>Familia:</b>	Cucurbitaceae
<b>Subfamilia:</b>	Cucurbitoidae
<b>Tribu:</b>	Melothrieae
<b>Subtribu:</b>	Cucumerinae
<b>Género:</b>	Cucumis
<b>Especie:</b>	<i>Sativus</i>

(López, 2008)

### **2.3 Importancia del Cultivo en México y en el Mundo**

Según datos del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), México es el principal exportador a Estados Unidos de diversas frutas y hortalizas, en donde el pepino tiene un 83% de participación en el mercado (ASERCA, 2015).

En el 2017 en México se sembraron 12,371 ha de pepino, de las cuales fueron siniestradas 11 ha y cosechadas 12,359 ha, de las cuales se obtuvo una producción de 623,029 ton, con un rendimiento de 50,409 ton/ha. (SIAP, 2017).

El pepino es un producto hortícola de gran consumo en el mundo (SIAP, 2016). Su demanda se debe a que el pepino, además de ser una fuente importante de fibra dietética con bajo aporte calórico, posee compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes (Mukherjee *et al.*, 2013).

Espinoza *et al.*, (2014), menciona que este fruto es una hortaliza de alto impacto económico por ser un producto de exportación que se cultiva y consume en muchas regiones del mundo, y que a su vez, hay variedades de alto rendimiento con buenas prácticas de manejo que permiten optimizar su producción bajo invernadero.

### **2.4 Valor Nutricional**

En 100 g de parte comestible, los pepinos poseen alto contenido de agua (96,7 %) y pocas calorías; además contienen vitamina A (20 UI), vitamina B1 (0.02 mg), vitamina B2 (0.02 mg), vitamina B3 (0.1 mg), vitamina C (8mg\*g), y minerales como calcio (7 mg), potasio (147 mg), hierro (0.3 mg), fósforo (30 mg) y magnesio (13 mg) (Caicedo, 1993; Tsuchida *et al.*, 2010; Kazemi, 2013). \*Una unidad internacional (U.I.) de vitamina A es equivalente a 0.3 microgramos de vitamina A en alcohol.

Beneficios a la salud que puede aportar el pepino son:

- Capacidad antioxidante.
- Propiedades antiinflamatorias.
- Ayuda a eliminar el colesterol.
- Regula la hipertensión.

- Regula los niveles de azúcar en la sangre.
- Regula el tránsito intestinal.
- Reduce los riesgos de padecer cáncer de colon.
- Elimina el estreñimiento.
- Alivia los síntomas de la bronquitis, los catarros y otras enfermedades respiratorias (Riquero, 2015).

## 2.5 Descripción Botánica

### 2.5.1 Sistema Radicular

Su sistema radicular es muy abundante, ya que su raíz principal pueden alcanzar hasta 1.1 m. de profundidad, sin embargo, las raíces secundarias son bastante superficiales, muy finas, alargadas y de color blanco. Esta hortaliza tiene un sistema de raíces muy compacto, debido a esto, tiende a aumentar sus requerimientos de humedad en comparación con otras hortalizas. (Gálvez, 2004).

### 2.5.2 Tallo

El tallo principal es espinoso, flexible, de sección angular, cubierto de pelos, con crecimiento indeterminado, de porte rastrero y trepador. De cada nudo parte una hoja y un zarcillo en el lado opuesto de la misma. En la axila de cada hoja se emite un brote lateral y una o varias flores (Zamudio *et al.*, 2014).

### 2.5.3 Hoja

Las hojas son simples y acorazonadas alternas pero opuestas a los zarcillos, y poseen de 3-4 lóbulos más o menos pronunciados, siempre el central más puntiagudo dependiendo de la variedad y a veces no se aprecian normalmente (Reche, 2011).

#### 2.5.4 Flor

Tiene flores de ambos sexos en la misma planta, por lo que se considera monoica, de polinización cruzada y algunas variedades presentan flores hermafroditas, así mismo se encuentran híbridos partenocárpicos. Al inicio se presentan solo flores masculinas en la parte baja de la planta, al centro en igual proporción las flores masculinas y femeninas, y en la parte superior predominan las femeninas. Tanto las flores masculinas como las femeninas se sitúan en las axilas de las guías secundarias (López, 2003).

#### 2.5.5 Fruto

El fruto de esta hortaliza es largo, cilíndrico y carnoso, su tamaño depende mucho de la variedad o tipo de fruto. El pericarpio duro, de color verde oscuro o amarillo cuando ya está muy maduro. La pulpa que posee es de color blanquecino con un sabor refrescante. Tiene semillas repartidas en lo largo del fruto, estas son muy definidas en los frutos originados por polinización y ausentes en los frutos que son partenocárpicos (Mármol, 2011).

##### 2.5.5.1 Tipos de Fruto

Zamudio y Félix (2014), señalan que hay varios tipos de pepino entre los cuales destacan los siguientes:

**Español (corto o pepinillo):** En este grupo se incluyen todas las variedades de pepino pequeño, de piel verde o rayada de amarillo o blanco. No sobrepasa los 15 cm de longitud. Este pepino suele ser el más utilizado para consumo en fresco, en ensaladas, en recetas, cócteles o para la elaboración de encurtidos, y también es muy utilizado en tratamientos de belleza.

**Francés (mediano):** Grupo que engloba las variedades de longitud media, entre 20 y 25 cm. Algunos de estos frutos tienen espinas y su piel es más lisa. El consumo

más habitual es al natural en aperitivos, ensaladas y también como ingrediente de la salsa tártara o mezclado con yogurt.

**Holandés (largo):** Frutos cuyos superan los 25 cm de longitud, estos frutos suelen ser de piel más fina y lisa. Las hojas de su planta son muy grandes y alargadas. Es una de las hortalizas más refrescantes del verano que nos podemos encontrar en ensaladas, pipirranas, gazpachos, salmorejos y salsas, aportando un leve toque ácido.

### **2.5.6 Semillas**

Dichas semillas se presentan en cantidad variable y son ovales, algo aplastadas y de color blanco-amarillento, prácticamente todas las variedades cultivadas comercialmente son ginoicas o partenocarpías (INIFAP. 2014).

## **2.6 Requerimientos Climáticos**

El pepino al ser una especie de origen tropical, exige temperaturas y una humedad relativa elevadas, es una hortaliza de temporada primavera-verano, aunque en la actualidad se puede obtener durante todo el año gracias a que también se cultivan bajo condiciones de invernadero (SIAP. 2012).

### **2.6.1 Temperatura**

Para la germinación de las semillas se requiere una temperatura óptima de 20 a 25°C durante el día, mientras que durante la noche una de 18 a 22°C, la temperatura óptima para el crecimiento y desarrollo de las plantas oscila entre 18 y 30°C, por otro lado, temperaturas menores de 14°C detienen el crecimiento (Reyes, 2012).

### **2.6.2 Humedad**

Caldari (2007), destaca que el pepino es una planta con requerimientos particulares de humedad, debido a su amplia superficie foliar, siendo la humedad relativa óptima durante el día del 60-70% y durante la noche del 70-90%, sin embargo, un exceso

de humedad durante el día puede provocar la reducción de la producción, al disminuir la transpiración y en consecuencia la fotosíntesis, y para las humedades superiores al 90% y con atmosfera saturada de vapor de agua, las condensaciones sobre el cultivo o el goteo procedente de la cubierta puede provocar enfermedades fúngicas.

### **2.6.3 Precipitación**

La precipitación así como la humedad, deben ser relativamente bajas para que sea menor la incidencia de enfermedades. La calidad de frutos en áreas húmedas es más baja que en las zonas secas (Casaca, 2005).

### **2.6.4 Luminosidad**

La planta del pepino se desarrolla, florece y produce frutos con normalidad en días cortos (un promedio de 12 horas luz), pero también soporta elevadas intensidades de luz, que a su vez puede beneficiar a la planta, porque a mayor cantidad de radiación solar, mayor producción (Madrigal, 2006).

## **2.7 Requerimientos Edáficos**

El pepino se puede cultivar en cualquier suelo, pero responde mejor en suelos arcillosos-arenosos a francos bien drenados, si el suelo no es ideal, hay que proveer las condiciones adecuadas para evitar el exceso de agua (Arias, 2007).

Casaca (2005), menciona que en cuanto a pH, el cultivo se adapta a un rango de 5.5 a 6.8, soportando incluso hasta un pH de 7.5, así mismo recomienda que se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5.

## **2.8 Fertilización**

La planta modifica el consumo de nutrimentos en función de sus fases de crecimiento y desarrollo, condiciones climáticas y características de la solución nutritiva como C.E, pH y oxígeno disuelto (Sasilimas *et al.*, 2012). A continuación en

el cuadro #2 se muestran los requerimientos de fertilizantes para el cultivo del pepino.

(Cuadro 2).

**Cuadro 2. Fertilización en el cultivo de pepino *Cucumis sativus* L.**

Parte de la Planta	Rendimiento (ton*ha-1)	N kg/ha	P kg/ha	K kg/ha	Ca kg/ha	Mg kg/ha
<b>Frutos</b>	14.87	13.44	4.48	23.52	2.24	2.24
<b>Hojas y Tallos</b>	7.94	33.6	8.96	41.44	32.48	6.72

(Sasilimas *et al.*, 2012)

## 2.9 Riego

López *et al.*, (2011) señalan que, para satisfacer las necesidades de agua del cultivo, es necesario conocer datos del clima, superficie, topografía, disponibilidad y calidad del agua, suelo o sustrato, disponibilidad de energía, mano de obra, etc. Además, el sistema de riego se debe de diseñar de tal forma que las necesidades netas del riego del cultivo sean iguales a la evapotranspiración de la misma, y además, se debe evitar generar estrés en las plantas.

## 2.10 Polinización

Entre los distintos insectos e individuos las abejas son las mejores agentes de polinización, ya que son especialistas en esta labor y normalmente se puede disponer de ellas, son fáciles de manejar y se les puede ubicar en cualquier lugar donde se desee, se deben introducir desde la primera aparición de las flores del cultivo, con el objetivo de cuajar y no retrasar las cosechas. Se recomienda utilizar como mínimo 3 colmenas bien pobladas por hectárea (Casaca, 2005). En los híbridos de tendencia ginoica, al haber cruce por abejas, pero insuficiente polinización, se producen deformaciones en los frutos, volviéndose no comerciales (Infoagro, 2010).

## 2.11 Poda

Consiste en eliminar brotes, hojas y frutos que no sean de interés para los fines productivos del cultivo. A partir de los 40 a 50 cm, se eliminan todos los brotes laterales que aparecen en el tallo principal y se deja un fruto en cada axila, hasta que la planta alcance el alambre superior (Hochmuth, 2001; Sasilimas *et al.*, 2012).

## 2.12 Tutorado del Cultivo

Sasilimas *et al.*, (2012) mencionan que las plantas de pepino bajo cubierta plástica o malla, presentan un crecimiento vigoroso caracterizado por la presencia de hojas grandes, por lo que resulta necesario asegurar la máxima interceptación de radiación solar por parte de las mismas, siendo necesario mantener la planta erecta durante su ciclo de desarrollo, por lo cual se emplea un sistema de tutorado que ayuda a mantener la planta levantada verticalmente, además de facilitar y hacer más eficiente las labores culturales como las podas y cosechas durante el ciclo del cultivo. Se emplean principalmente dos técnicas de tutorado:

**Sistema Holandés:** En este se utilizan hileras dobles con un espaciamiento entre las plantas de 30-40 cm dentro de las hileras.

**Sistema español:** Este puede utilizarse en todas las estructuras de malla negra. Es importante notar que en el tutorado español se utilizan hileras simples. El espaciamiento es de 30-40 cm dentro de la hilera y de 110-150 cm entre hileras.

Siendo el español el menos demandante de mano de obra.

## 2.13 Cosecha

Respecto al inicio de cosecha, esta se efectúa a mediados o a finales de la fase exponencial de crecimiento, lo que podría depender del genotipo y las condiciones ambientales. Los pepinos se cosechan en diversos estados de desarrollo, cortándolos con tijera y no arrancándolos. Así mismo, existen otros índices de cosecha como la firmeza, tamaño y coloración, además, el periodo entre floración y

cosecha puede ser de 55 a 60 días, con rendimientos promedio de 20 a 30 frutos por planta (Resh, 2001; Maroto, 2002; Ando *et al.*, 2012).

## **2.14 Calidad del Fruto de Pepino**

Moreno *et al.*, (2013), señalan que la buena calidad de los frutos de pepino americano esta principalmente representada por la uniformidad de la firmeza, el color verde oscuro del exocarpo (piel), el tamaño y ausencia de defectos de crecimiento o manejo, así como también la ausencia de pudriciones y amarillamientos, que son características que dependen de las condiciones de manejo dadas al cultivo, y que una vez cosechados los frutos en madurez comercial, comienzan a experimentar cambios a nivel morfológico y fisiológico, especialmente en el metabolismo, lo que influye en la apariencia y calidad integral del producto que llega al consumidor final.

Por otro lado, los pepinos de tipo francés se cosechan al alcanzar 25 cm como máximo y en el diámetro no son muy precisos, pero pueden oscilar entre los 4.5 y 5.5 cm de diámetro. El peso puede variar, esto va a depender desde el momento de la recolección, pero suelen pedirlos en el mercado entre los 150 a 250 gramos. En cuanto al contenido nutricional no se tienen valores establecidos ya que los estándares los anteponen los mercados farmacéuticos y cada uno de los diferentes mercados tiene sus variaciones (Nuhems, 2011).

## **2.15 Funciones de los Elementos Minerales en las Plantas**

### **2.15.1 Nitrógeno**

Las plantas absorben activamente el nitrógeno a través de las raíces en forma de nitratos ( $\text{NO}_3$ ) y amonio ( $\text{NH}_4$ ). Algunas de las funciones del nitrógeno en las plantas son: favorece la multiplicación celular y estimula el crecimiento, es el componente principal de las sustancias básicas o elementales de las plantas como los aminoácidos, enzimas, hormonas y proteínas, es esencial para la formación de la clorofila y actividad fotosintética, además, alarga las fases del ciclo del cultivo (Intagri, 2016).

### **2.15.2 Calcio**

El Calcio, a diferencia de la mayoría de los elementos, es absorbido y transportado por un mecanismo pasivo. Por ello el proceso de transpiración de las plantas es importante en el transporte del Calcio. Una vez en la planta, el Calcio se mueve hacia las áreas de rápida expansión, tales como hojas nuevas o frutos, a través de la transpiración. El calcio es esencial para muchas funciones de la planta, algunas de ellas son: Correcta división y elongación celular, desarrollo adecuado de paredes celulares, captación y metabolismo de nitratos, actividad enzimática y metabolismo del almidón (Piedrahita, 2012).

### **2.15.3 Potasio**

Este nutrimento puede ser absorbido de manera activa o pasiva principalmente en la etapa de crecimiento. Se trata de un elemento muy móvil dentro de las plantas y es transportado directamente a las hojas jóvenes y meristemos apicales. El potasio es esencial para muchas funciones en la planta, algunas de ellas son: Regulación de la presión osmótica, regulación de más de 60 sistemas enzimáticos, colabora en la fotosíntesis, promueve la translocación de fotosintatos, regula la apertura de los estomas y el uso del agua y promueve la absorción de N y la síntesis de proteínas (Melgar *et al.*, 2012).

### **2.15.4 Sodio**

El sodio no es un elemento esencial para las plantas, pero puede ser usado en pequeñas cantidades, al igual que los micronutrientes, como auxiliar para el metabolismo y la síntesis de clorofila. Se encuentra como anión monovalente, y aunque algunas plantas lo tienen en concentraciones muy elevadas (las halófitas), se ha demostrado su esencialidad sólo para las plantas C4 y CAM, donde está implicado en la regeneración del fosfoenolpiruvato. Existe también un requerimiento para la fotosíntesis y otros procesos de cianobacterias (Promix, 2018).

## **2.17 Injertos**

El uso del injerto se ha convertido en una alternativa para mejorar la producción de algunas hortalizas, que en buenas condiciones de crecimiento y un adecuado manejo del cultivo, mejora la calidad de estas, además de superar los comunes problemas de salinidad y aumentar el tamaño y calidad del fruto, promoviendo así, mayor vigor en las plantas, incrementando la acumulación de materia seca (Flores *et al.*, 2010).

El interés de los injertos por parte de los investigadores y agricultores ha aumentado en los últimos años debido a que también complementan las metodologías de desinfección del suelo, ya que la tendencia actual es de disminuir el uso de productos que son agresivos para el medio ambiente, un ejemplo es el bromuro de metilo que desde el 2005 está siendo eliminado gradualmente. Haciendo mención sobre especies potenciales para uso como patrón se encuentran algunas variedades como la calabaza pipiana (*Cucurbita argyrosperma* K. Koch var. *Sternosperma*), chilacayote (*Cucurbita ficifolia* Bouché) y estropajo (*Luffa cylindrica* L.) (Kubota *et al.*, 2008).

### **2.17.1 Tipos de Injerto**

La gran variedad de injertos que se trabajan en hortalizas se manejan de acuerdo a la familia a la que pertenezca, en el caso de las cucurbitáceas el injerto de aproximación es el más común, sin embargo existen otros tipos de injerto, tales como: Injerto de cuña, doble injerto, injerto de púa en hendidura, de brote y adosado (Mascorro *et al.*, 2013).

### **2.17.2 Beneficios del Injerto y la Eficiencia y Eficacia sobre la Absorción de Agua y Nutrientes.**

Hernández (2010), menciona que algunas de las ventajas adicionales que se le atribuyen al injerto, son el mayor vigor radical y foliar; mayor aprovechamiento de agua y nutrientes por tener sistema radical más eficiente, menor densidad de plantas por hectárea a consecuencia del mayor vigor, aumento en el tamaño de frutos y el rendimiento final, resistencia a la salinidad y tolerancia a bajas y altas temperaturas

Además de la resistencia a enfermedades, el injerto de hortalizas ha contribuido al incremento en la tolerancia a varios ambientes estresantes, así como al aumento en la absorción de agua y nutrientes, lo que resulta en un crecimiento vigoroso, prolongación del periodo de crecimiento y un posible incremento de rendimiento (Ozores *et al.*, 2010).

Villasana (2010), menciona que en el injerto completo las dos partes se comportan como una unidad, no solo para el flujo de agua y minerales en la planta, si no para el transporte de hormonas para la coordinación entre la raíz y la parte aérea.

El fin primordial del injerto es obtener resistencia a patógenos del suelo. Debido a las bondades del injerto, los objetivos a cumplir se han ido ampliando, entre ellos se cita mayor absorción de nutrimentos y contenido mineral en la parte aérea, el incremento en el vigor de la planta y la vida de poscosecha de la fruta (Godoy *et al.*, 2009).

### **2.17.3 Efecto del Injerto Sobre Plagas y Enfermedades**

González *et al.*, (2010), mencionan que el injerto como método de manejo de los patógenos y parásitos del suelo tiene como finalidad obtener una planta sana y con determinadas características al evitar el contacto de la planta sensible con estos organismos. En los sistemas de producción protegidas de hortalizas se utiliza esta técnica en solanáceas y cucurbitáceas, para combatir enfermedades causadas por hongos y bacterias del suelo, así como las infecciones provocadas por nematodos.

El objetivo de injertar melón, pepino y sandías es mejorar la tolerancia a factores de estrés, ya sean bióticos o abióticos, como por ejemplo hongos fitopatógenos (*Fusarium*, *Phytophthora*), bajas temperaturas, salinidad, entre otros (Naranjo, 2014).

Algunas de las enfermedades o plagas que previene el injerto en cucurbitáceas son: *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* y MNSV (Melon Necrotic Spot Virus) en sandía; *Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* en melón y *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis cucumerinus* y Nematodos en pepino (SEMARNAT, 2011).

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización del Experimento**

El presente trabajo de investigación, se llevó a cabo en una estructura metálica de 5 m x 10 m cubierta con malla antiáfidos color negro en el área experimental del Departamento de Horticultura, en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México con coordenadas 25°21' Latitud Norte y a los 101° 01' 05.91 de Longitud Oeste y a la altura de 1790 msnm. Durante el ciclo Abril-agosto de 2018.

#### **3.2 Material Vegetal**

Se trabajó con la variedad de pepino Merketer y de porta-injerto usamos 2 especies:

1. Calabaza (*Cucurbita máxima*).
2. Chilacayote (*Cucurbita ficifolia*).

#### **3.3 Siembra del Material Vegetal**

Las semillas de la variedad Merketer previamente tratadas con fungicidas; se sembraron el día 28 de abril del año en curso, en charola de polietileno de 128 cavidades con sustrato conformado por peat moss y perlita (en relación 70%:30%). De igual forma 8 días después se efectuó la siembra de los porta-injertos, ya que estos germinan más rápido que la variedad, esto con la finalidad de uniformizar el desarrollo y grosor de tallo de los portainjertos con la variedad y así asegurar un mejor prendimiento. Una vez hechas las siembras se aplicaron riegos manualmente de poco volumen de agua, a manera de evitar pudrición de las semillas o pudrición de tallos una vez conformados.

### **3.4 Realización del Injerto**

El injerto se realizó a los 18 días después de haber sembrado la variedad y a los 11 días después de haber sembrado los patrones, cuando estos presentaron sus 2 hojas verdaderas bien desarrolladas. Se injertó la variedad (Merketer) sobre los patrones (Chilacayote y Calabacita), por medio del injerto de cuña, cuando los tallos de las plántulas de la variedad y patrones contaban con el mismo diámetro. Todo esto se efectuó con las medidas de higiene necesarias para evitar cualquier contaminación de tipo fúngica.

### **3.5 Manejo de Plántulas Post injerto**

Una vez injertadas las plántulas, se situaron en una cámara de prendimiento, diseñada rústicamente. Para mantenerlas en un rango continuo de temperatura de 28°C y una humedad relativa de al menos 85%, se puso un foco en su interior y con ayuda de un atomizador se realizaban de 4 a 5 aspersiones durante el día. A su vez, con ayuda de esta cámara se evitaron posibles contaminaciones fúngicas o plagas.

### **3.6 Trasplante**

Después de 22 días las plántulas injertadas fueron trasplantadas a bolsas de 10 kilogramos con sustrato conformado por perlita al 70% y peat moss al 30 %, situando las bolsas debajo de la malla sombra.

### **3.7 Control de Plagas y Enfermedades**

Para el control de plagas y enfermedades se hicieron revisiones visuales constantes en las plantas, una de las plagas encontradas durante el desarrollo fue la mosquita blanca (*Bemisia Tabaci*) y Trips (*Frankliniella occidentalis*). Por consecuencia, aplicamos insecticida Confidel® a razón de 0.8 ml/L<sup>-1</sup> para controlar la incidencia de estas.

### **3.8 Riego y Nutrición del Cultivo**

Al inicio los riegos fueron proporcionados por medio de un sistema de riego compuesto por goteros individuales en cada bolsa, suministrando un promedio de 1 litro por día, sin embargo, más adelante se optó por aplicar el riego manualmente. La fertilización fue en base a una solución Steiner al 50%.

### **3.9 Manejo Agronómico del Cultivo**

En el cultivo del Pepino es necesario el tutoreo el cual ayuda a fortalecer su desarrollo, por lo tanto se requirió de un soporte mecánico por medio de líneas de tutoreo de alambre desplazadas a una altura de 3 metros por encima de las macetas, de donde con ayuda de rafia se sujetaron las plantas, deteniendo con un anillo plástico la rafia en la parte inferior del tallo y sucesivamente se fue enredando la planta en la rafia, hasta llegar al alambre superior.

Después de los 25 días del trasplante se efectuó la primera poda, que consistió en la eliminación de los tallos secundarios por debajo de tres hojas anteriores al ápice y dejando solo el tallo principal. También fueron eliminados las flores y frutos antes de los 50 cm.

Se aplicaron varios deshierbes para prevenir la presencia de plagas y enfermedades, esto con ayuda de azadones y manualmente.

### **3.10 Tratamientos Evaluados**

Los tratamientos evaluados fueron distribuidos en la malla sombra, teniendo 5 tratamientos en total como se muestra en el cuadro 3. Teniendo 3 repeticiones por tratamiento.

**Cuadro 3. Tratamientos Evaluados**

<b>Número</b>	<b>Tratamiento</b>
1	Pepino ( <i>Cucumis sativus</i> )
2	Calabaza ( <i>Cucurbita máxima</i> )
3	Chilacayote ( <i>Cucurbita ficifolia</i> )
4	Pepino Sobre Calabaza
5	Pepino Sobre Chilacayote

### 3.11 Variables Evaluadas

Se determinaron las siguientes variables en cuanto a concentración de minerales y moléculas orgánicas:

**Cuadro 4. Variables Evaluadas**

<b>Variable</b>	<b>Abreviación</b>
Contenido de vitamina C en raíz	VCR
Contenido de Nitratos en raíz	NR
Contenido de Calcio en raíz	CaR
Contenido de Potasio en raíz	KR
Contenido de Sodio en raíz	NaR
Conductividad Eléctrica en raíz	CER
Contenido de Sólidos solubles totales en raíz	SSTR
Contenido de vitamina C en Sustrato	VCS
Contenido de Nitratos en Sustrato	NS
Contenido de Calcio en Sustrato	CaS
Contenido de Potasio en Sustrato	KS
Contenido de Sodio en Sustrato	NaS
Conductividad Eléctrica en Sustrato	CES
Contenido de pH en Sustrato	pHS
Contenido de Nitratos en Peciolos	NP
Contenido de Calcio en Peciolos	CaP
Contenido de Potasio en Peciolos	KP
Contenido de Sodio en Peciolos	NaP

Contenido de Sólidos solubles totales en Peciolo	SSTP
Contenido de Nitratos en Lámina Foliar	NLF
Contenido de Calcio en Lámina Foliar	CaLF
Contenido de Potasio en Lámina Foliar	KLF
Contenido de Sodio en Lámina Foliar	NaLF
Contenido de Sólidos solubles totales en Lámina Foliar	SSTLF

### 3.11.1 Vitamina C en Sustrato y en Raíz

El procedimiento para determinar vitamina C fue el siguiente:

1. Se pesaron 20 gramos de muestra y se colocaron en un mortero.
2. Se trituró cuidadosamente con 10 ml de HCl al 2%.
3. Se añadieron 100 ml de agua destilada y se homogeniza.
4. Se filtró el contenido del mortero a través de una gasa, se recibe el filtrado en un matraz Erlenmeyer y se midió el volumen exacto.
5. Del filtrado se tomaron 3 alícuotas de 10 ml cada una y se pusieron en otro matraz Erlenmeyer.
6. Con la bureta se midió un volumen conocido de reactivo de Thielman.
7. Se tituló cada una de las alícuotas hasta la aparición de una coloración rosa y que se mantenga esa coloración durante 30 segundos, se toma lectura en mililitros gastados de reactivo de Thielman.
8. Se hizo el cálculo de vitamina C con la siguiente fórmula.

$$\text{Vit. C} = \frac{VRT * 0.088 * VT * 100}{VA * P}$$

Donde:

VTR = Volumen gastado en mililitros de Thielman.

0.088 = Miligramos de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielman.

VT = Volumen total en ml de filtrado de vitamina C en HCl.

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada.

P = Peso de la muestra en gramos.

### **3.11.2 Minerales y Solidos Solubles Totales en Raíz**

En un mortero se agregaron 10 g de raíz y 5 ml de agua destilada, se machacaron hasta generar una mezcla homogénea y se filtró el contenido en un matraz Erlenmeyer, de donde con ayuda de una jeringa se extrajo y se aplicó una gota sobre 5 aparatos de medición especializados para cada mineral (Nitratos, Calcio, Potasio, Sodio y C.E.) LAQUAtwins® de la marca HORIBA®, y automáticamente se tomaba la lectura y se anotaba el dato. Para cuantificar el contenido de Solidos Solubles Totales se usó el mismo método a diferencia de que la gota se aplicó en el refractómetro electrónico marca HANNA®.

### **3.11.3 Minerales en Sustrato**

En un mortero se agregaron 5 g de sustrato y 20 ml de agua destilada, se agitaron durante 20 segundos hasta generar una mezcla homogénea y se filtró el contenido en un matraz Erlenmeyer, de donde con ayuda de una jeringa se extrajo y se aplicó una gota sobre 5 aparatos de medición especializados para cada mineral (Nitratos, Calcio, Potasio, Sodio y CE) LAQUAtwins® de la marca HORIBA®, y el pH se tomó con un potenciómetro de la misma marca, automáticamente se tomaba la lectura y se anotaba el dato.

### **3.11.4 Minerales y Solidos Solubles Totales en Peciolos y Lámina Foliar**

Se extrajo una hoja superior por repetición (3 repeticiones) de cada tratamiento (5 tratamientos), y se separaron peciolos y lámina foliar, estos fueron machacados con la ayuda de un mortero hasta obtener una masa homogénea, la cual se exprimió para adquirir un poco de filtrado que se introdujo a una pipeta graduada de 10 ml y se aforó hasta el límite, de donde con ayuda de una jeringa se extrajo y se aplicó una gota sobre 5 aparatos de medición especializados para cada mineral (Nitratos, Calcio, Potasio, Sodio y para C.E.) LAQUAtwins® de la marca HORIBA®, y automáticamente se tomaba la lectura y se anotaba el dato. Para cuantificar el contenido de Solidos Solubles Totales se usó el mismo método a diferencia de que la gota se aplicó en el refractómetro electrónico marca HANNA®.

## **3.12 Diseño Experimental**

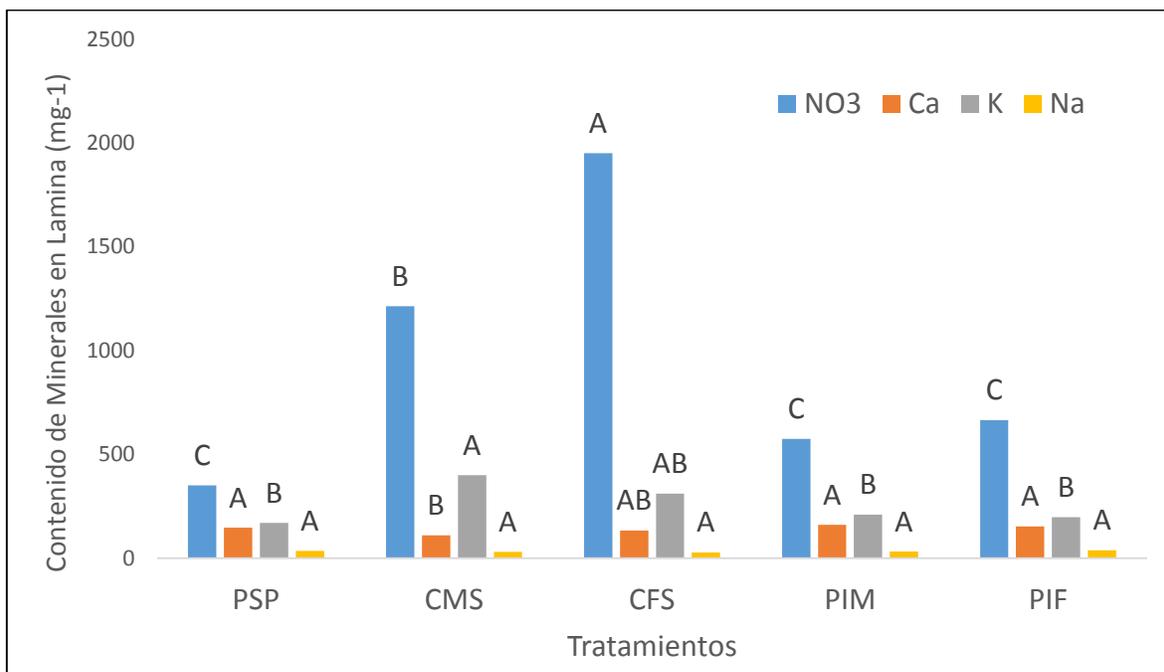
El diseño experimental que se implementó fue bloques al azar y a los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), y una prueba de medias con el método de Tukey con un  $\alpha \leq 0.05$  de probabilidad usando el software estadístico SAS.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Contenido de Minerales en Lámina

En contenido de  $\text{NO}_3$  en Lámina, los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos (figura 8), destacando el tratamiento CFS (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), el cual obtuvo mayor contenido (1950  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$ ). Al respecto, Rincón *et al.* (2002), mencionan que los factores que influyen en la asimilación y acumulación de nitratos en la planta son la cantidad de nitrógeno aportado en la fertilización, intensidad luminosa, variedad genética, relación  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$  y temperatura. Por lo tanto podemos hacer mención de que las plantas absorben nitrógeno en forma de nitratos y que la mayor concentración de nitratos en el citosol induce a la mayor actividad de la enzima Nitrato Reductasa, lo cual indica mayor viabilidad para transformar las formas oxigenadas del nitrógeno a formas más reducidas, y por tanto a la formación de proteínas disminuyendo la concentración de nitratos en el material vegetal de las plantas con injerto (Raigón *et al.*, 2006). Respecto al contenido de Ca en lámina, los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre los tratamientos (figura 8), destacando el tratamiento PSP (Pepino sin portainjerto), CFS (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), PIM (*Cucurbita máxima* con injerto) y PIF (*Cucurbita ficifolia* con injerto). Al respecto Piedrahita (2012), menciona que como el movimiento del Calcio en la planta está relacionado con la transpiración, las condiciones ambientales que afectan la transpiración también afectan el movimiento del Calcio dentro de la planta. Es por ello que son los tejidos jóvenes los primeros en ser afectados cuando existen deficiencias de este nutriente. En cuanto a contenido de  $\text{K}^+$  en lámina, los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre tratamientos (figura 8), siendo los tratamientos PIM (*Cucurbita máxima* sin injerto) y CFS (*Cucurbita ficifolia* sin injerto) los que obtuvieron mayor contenido de este elemento, los resultados que obtuvimos no concuerdan con Godoy *et al.* (2009), quienes en su investigación obtuvieron como resultado que la concentración y extracción de  $\text{K}^+$  fue afectada por el portainjerto, mostrando mayor concentración de  $\text{K}^+$  en la hoja de las plantas

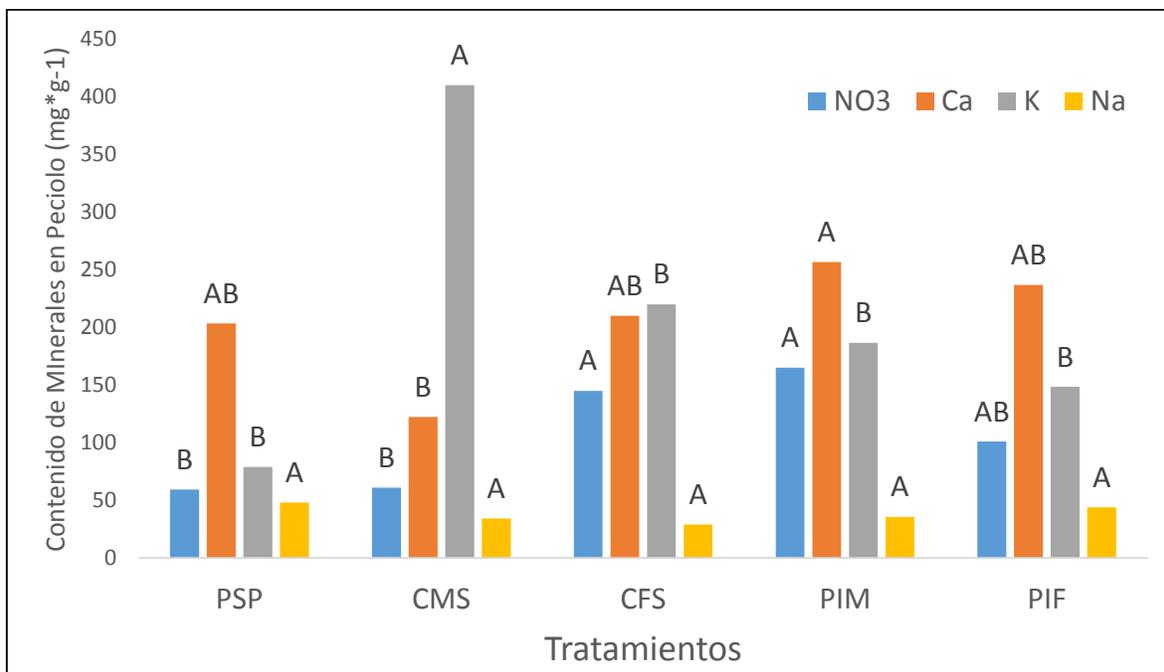
injertadas, donde la extracción de K<sup>+</sup> superó en 18% a la planta no injertada. Los análisis de varianza indican que no existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos en el contenido de Na.



**Figura 1.** Contenido de minerales en lámina foliar de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

## 4.2 Contenido de Minerales en Peciolo

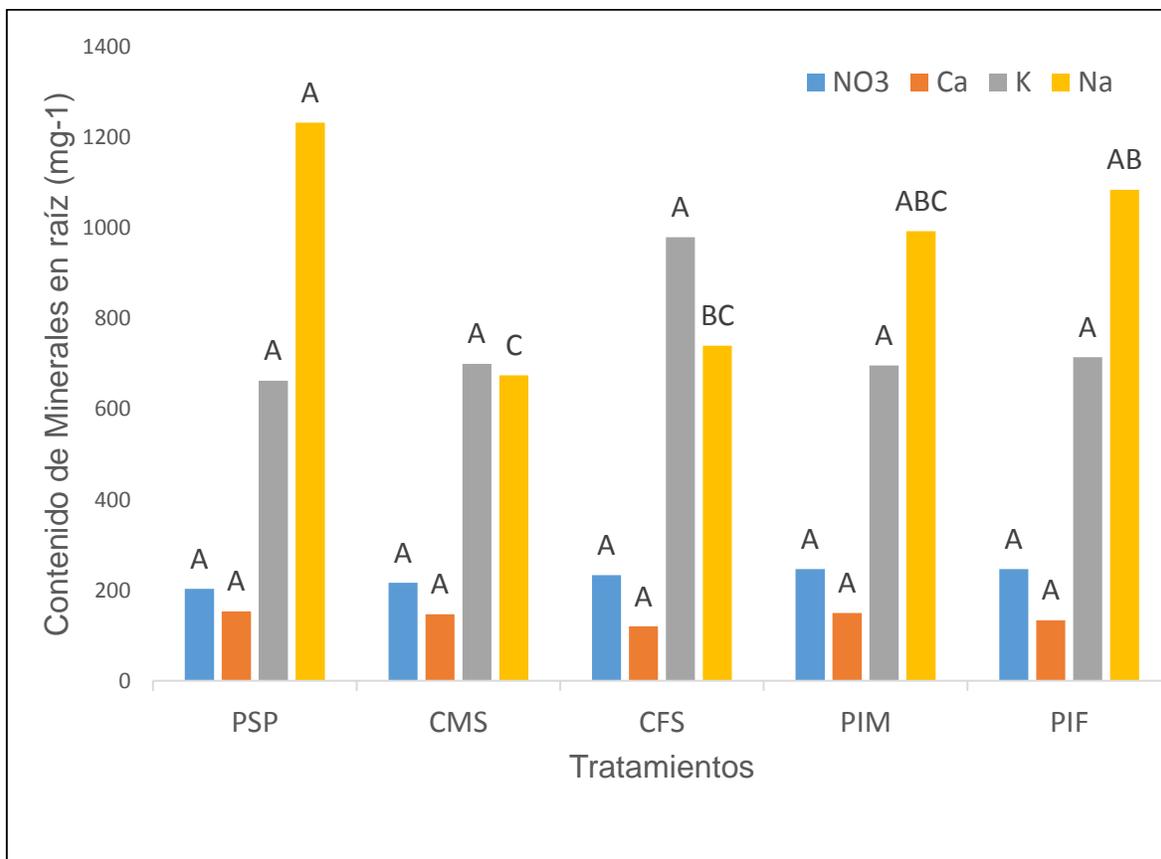
Los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos en el contenido de  $\text{NO}_3$  (figura 7), destacando el tratamiento PIM (Pepino injertado en *Cucurbita máxima*), con  $165 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , esto concuerda con Taber (2001), quién en su investigación encontró una alta relación entre la concentración de N en la hoja y el N- $\text{NO}_3$  - en la savia del peciolo debido a que cuando las plantas tienen altas concentraciones de N, el nitrato se acumula en las células del peciolo de la hoja. En cuanto a contenido de Ca en peciolo, los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre tratamientos (figura 7), aunque nuevamente haya destacado el tratamiento PIM (Pepino injertado en *Cucurbita Máxima*), con  $256.67 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ , nuestros resultados no concuerdan con lo obtenido por Roupheal *et al.* (2008), quienes no encontraron diferencia significativa en la concentración de Ca entre plantas injertadas ( $27.1 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ) y no injertadas ( $27.9 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ ). Así mismo nuestros resultados concuerdan a los obtenidos por Savvas *et al.* (2011), los cuales reportaron diferencia significativa a 87 ddt, en sistema recirculante, utilizando Beaufort como portainjerto incrementando en 16.8% la concentración de Ca, en relación a plantas no injertadas. Godoy *et al.* (2009), reportaron concentraciones similares a los de Savvas, pero a los 248 ddt, en hoja, tallo y fruto entre plantas injertadas y sin injertar. Respecto al contenido de  $\text{K}^+$  en peciolo, los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos (figura 7), destacando el tratamiento CMS (*Cucurbita Máxima* sin injerto), con  $410 \text{ mg} \cdot \text{g}^{-1}$ . Al respecto, Pino *et al.* (2012), mencionan que la concentración de potasio en el extracto celular de peciolo aumenta al incrementar la dosis de fertilización, por lo que los resultados obtenidos entre los tratamientos se deben a las altas concentraciones de  $\text{K}^+$  en la solución nutritiva Steiner. Así mismo podemos mencionar que quizá la baja concentración de  $\text{K}^+$  en los tratamientos con injerto pueden deberse entre otros factores al tipo de variedad, condiciones de ciclo de cultivo o bien condiciones ambientales al momento de muestreo (Badillo *et al.*, 2001). En cuanto a Na no existe diferencia significativa entre tratamientos.



**Figura 2.** Contenido de minerales en peciolo de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

### 4.3 Contenido de Minerales en Raíz

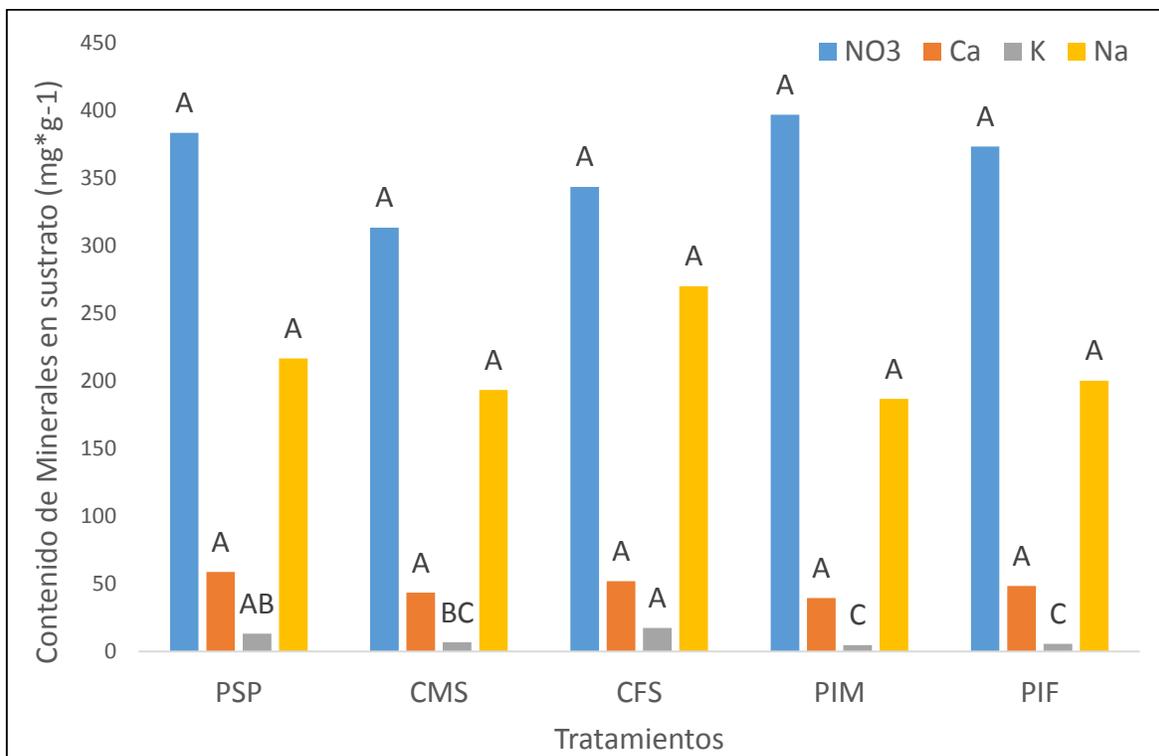
Los análisis de varianza indican que no existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos en el contenido de  $\text{NO}_3$ , Ca y  $\text{K}^+$ , el único elemento que presentó diferencias significativas entre tratamientos fue el Na (figura 2), en los tratamientos PSP (Pepino sin portainjerto), PIM (Pepino injertado en *Cucurbita máxima*) y PIF (Pepino injertado en *Cucurbita ficifolia*). Los resultados obtenidos en cuanto a Ca concuerdan con Godoy *et al.* (2009), quienes en su trabajo de investigación encontraron que la concentración de Ca no fue afectada por el injerto, aunque su extracción si fue modificada en hoja y tallo. Así mismo Nutriterra (2010), menciona que entre Ca y  $\text{K}^+$  ocurre una reacción denominada antagonismo, en la cual estos cationes compiten entre sí para entrar a la planta.



**Figura 3.** Contenido de minerales en raíz de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

#### 4.4 Contenido de Minerales en Sustrato

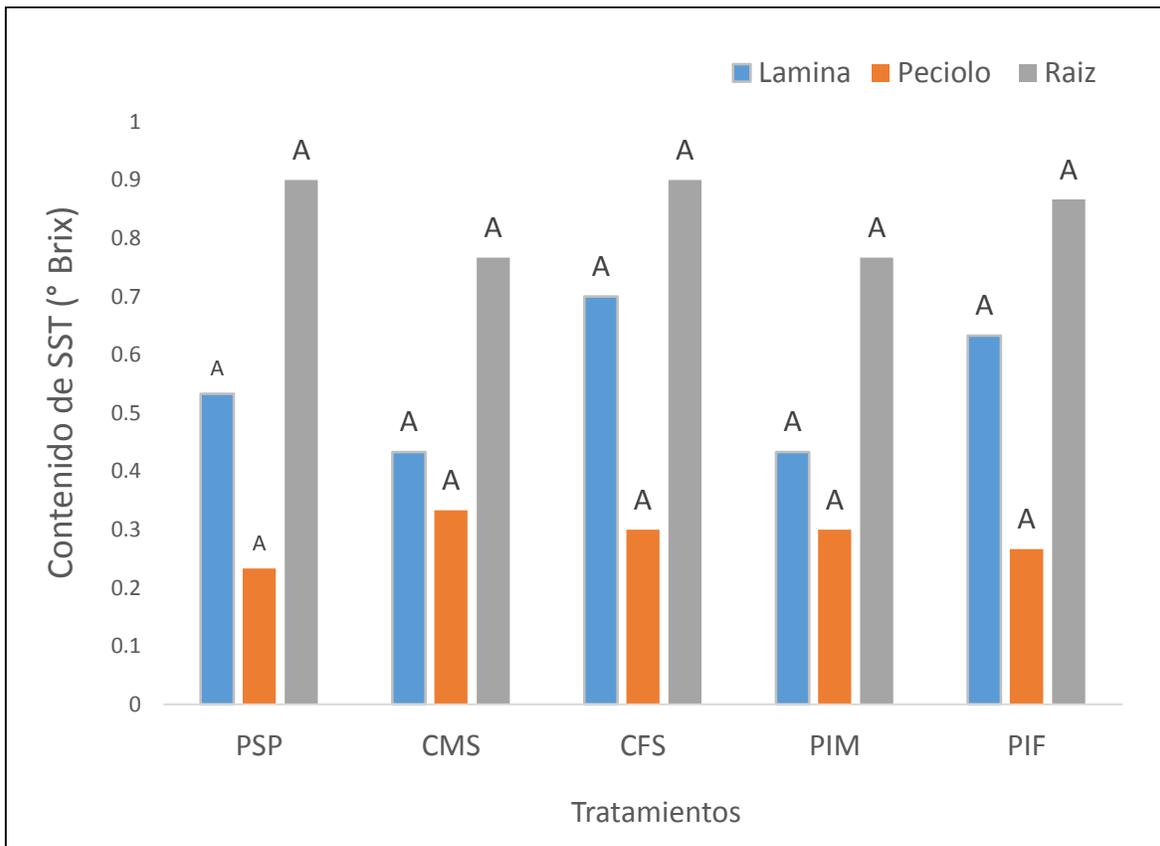
Los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos en el contenido de K<sup>+</sup> (figura 3), los tratamientos PSP (Pepino sin portainjerto), PIM (Pepino injertado en *Cucurbita máxima*) y PIF (Pepino injertado en *Cucurbita ficifolia*) fueron los que obtuvieron mayor contenido de este elemento. Por otro lado los análisis de varianza indican que no existe diferencia significativa entre los tratamientos en el contenido de NO<sub>3</sub>, Ca y Sodio en sustrato (figura 3). Respecto a esto Cabrera (2005), menciona que la mayoría de los componentes orgánicos de un sustrato son ácidos y contienen niveles bajos de nutrientes disponibles, así mismo resalta que la calidad del agua de riego, es decir su composición química, está íntimamente vinculada al manejo de las propiedades químicas en un sustrato, y en gran manera afecta el pH del sustrato, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de toxicidades específicas, y los niveles totales de sales solubles.



**Figura 4.** Contenido de minerales en sustrato de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

#### 4.5 Contenido de SST en Lámina, Peciolo y Raíz

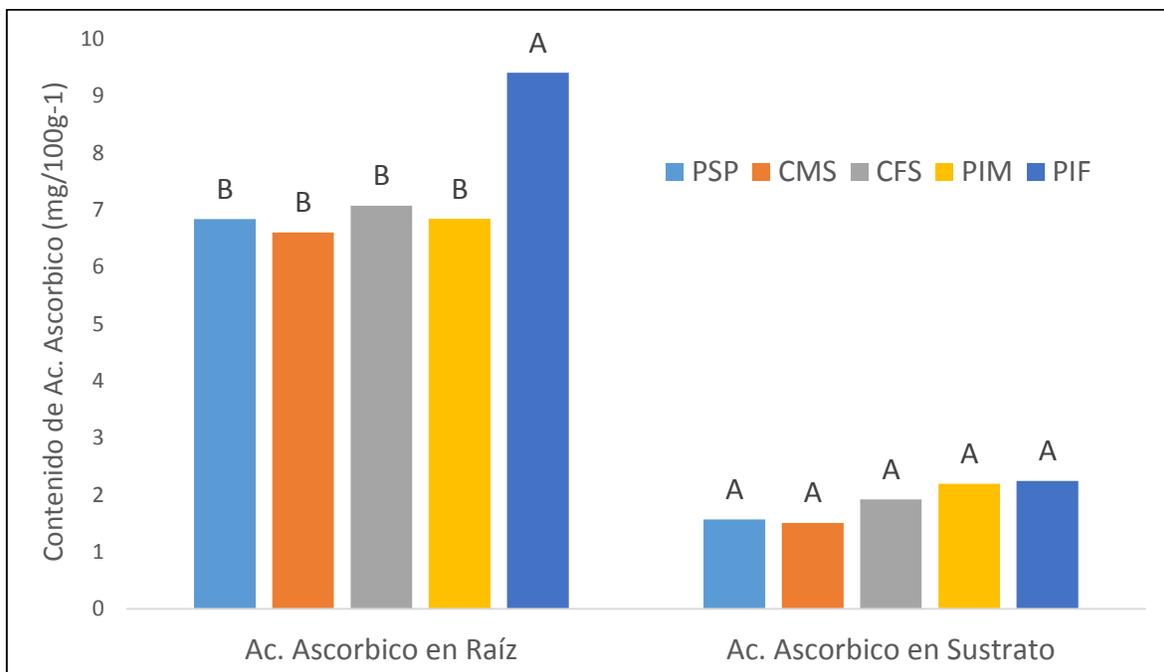
Los análisis de varianza indican que no existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos en el contenido de SST de lámina, peciolo y raíz (figura 4), aunque cabe mencionar que cada una de las variables en los tratamientos se mantuvo en rangos similares, variando solamente entre 0.1, 0.2 y 0.3 ° Brix. Con esto podemos mencionar que debido a la falta de información del efecto que tienen los injertos sobre el contenido de SST en estos órganos no permite discutir esta variable. Aunque los contenidos de azúcares es conducido por tallos, peciolo u hojas con ayuda del K+, la mayoría de las investigaciones aplicadas para determinar SST se aplican sobre el fruto obtenido.



**Figura 5.** Contenido de Sólidos Solubles Totales (SST) en ° Brix de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

#### 4.6 Contenido de Ácido Ascórbico en Raíz y Sustrato

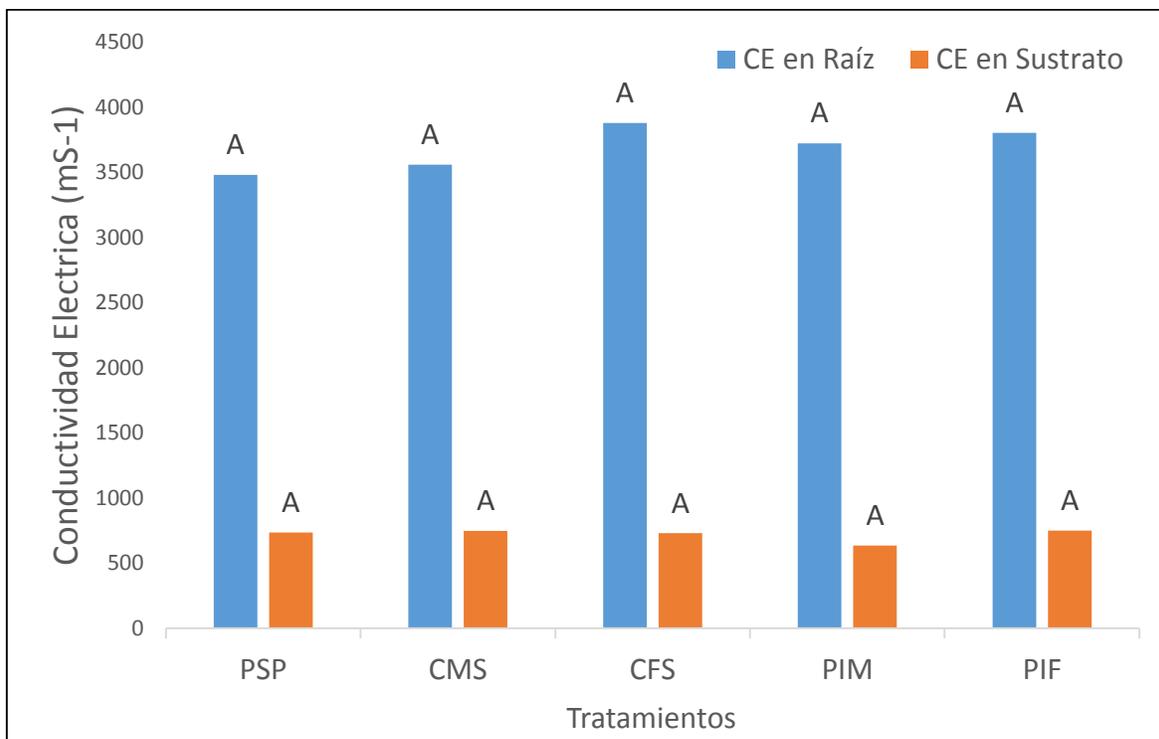
Los análisis de varianza indican que existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos en el contenido de ácido ascórbico en raíz (figura 1), siendo el tratamiento PIF (Pepino injertado en *Cucurbita ficifolia*) el que obtuvo mayor contenido (9.4067 mg/100g-1). Estos resultados concuerdan a lo señalado por Endara y Víctor (2011), quienes encontraron que al cultivar con injerto se obtuvo mayor contenido de vitamina A y C. En cuanto a contenido de ácido ascórbico en sustrato, no se encontró diferencia significativa entre tratamientos (figura 1), aunque cabe mencionar que el tratamiento PIF (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*) fue el que obtuvo el mayor contenido (2.2467 mg/100g-1). La falta de información sobre el efecto que tienen los injertos sobre el contenido de ácido ascórbico en sustrato no permite discutir esta variable.



**Figura 6.** Contenido de ácido ascórbico (vitamina C) en raíz y sustrato de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

#### 4.7 CE en Raíz y Sustrato

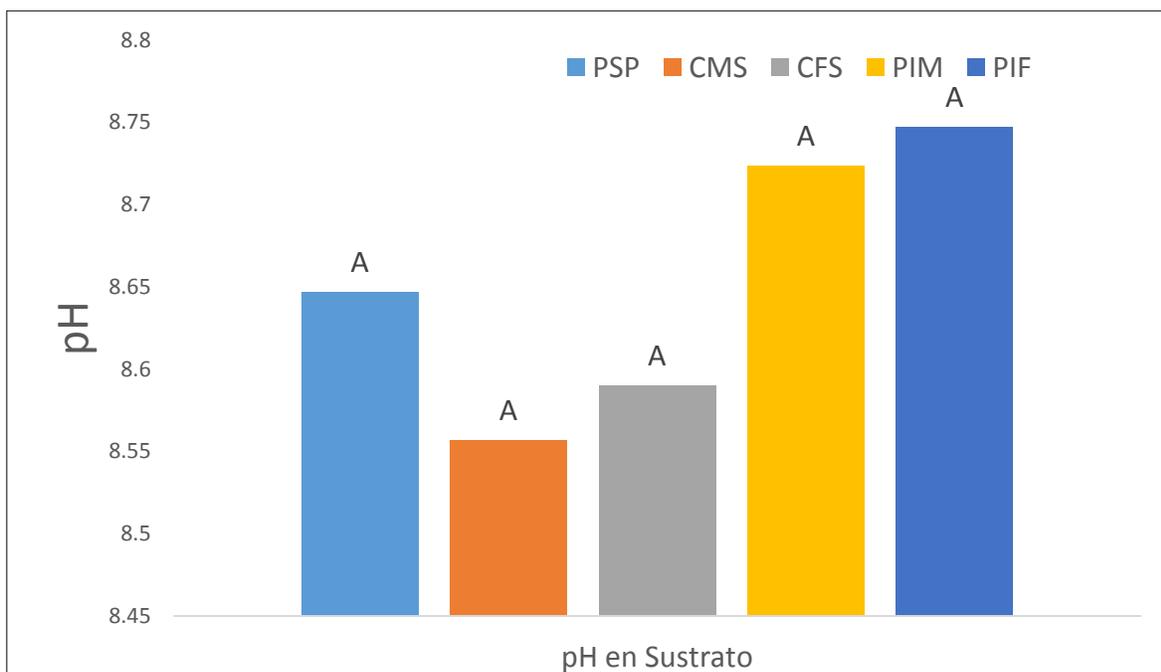
En cuanto a CE en raíz podemos observar que los resultados obtenidos fueron parcialmente elevados, así mismo, los análisis de varianza indican que no existe diferencia significativa entre los 5 tratamientos en el contenido de CE en raíz (figura 5). Pese a esto, podemos mencionar que debido a la falta de información sobre el efecto que tienen los injertos sobre la CE en raíz, no podemos discutir a detalle esta variable. En cuanto a CE en sustrato Barbaro *et al.* (2010), recomiendan que la CE de un sustrato sea baja, en lo posible menor a 1dS m<sup>-1</sup> (1+5 v/v), ya que una CE baja facilita el manejo de la fertilización y se evitan problemas por fitotoxicidad en el cultivo, los resultados obtenidos en este trabajo se mantuvieron dentro de este parámetro (figura 5), sin embargo los análisis de varianza indican que los 5 tratamientos son estadísticamente iguales en el contenido de CE en sustrato.



**Figura 7.** CE en raíz y sustrato de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

## 4.8 pH en Sustrato

Los análisis de varianza indican que los 5 tratamientos son estadísticamente iguales en la variable pH del sustrato (figura 6). Con esto podemos mencionar que debido a la falta de información sobre el efecto que tienen los injertos sobre el contenido de pH en sustrato no podemos discutir a grandes rasgos esta variable.



**Figura 8.** Contenido de pH en sustrato de 5 tratamientos. Cada barra representa la media de 3 repeticiones. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey  $P \leq 0.05$ ). **PSP** (Pepino sin portainjerto), **CMS** (*Cucurbita máxima* sin injerto), **CFS** (*Cucurbita ficifolia* sin injerto), **PIM** (Pepino injertado sobre *Cucurbita máxima*), **PIF** (Pepino injertado sobre *Cucurbita ficifolia*).

## V. CONCLUSIÓN

La concentración de  $\text{NO}_3$  en la lámina foliar fue mayor en las plantas injertadas respecto al pepino sin portainjerto, pero fue inferior a la que presentaron los patrones sin injerto. La concentración de  $\text{NO}_3$  y Ca en peciolo fue superior en plantas injertadas. Además el injerto modificó el comportamiento de los portainjertos enfatizando una disminución en la relación K: Na. Las relaciones K: Na en sustrato mejoraron al combinar el pepino con los portainjertos. La concentración de ascorbato, sólidos solubles, pH y la CE no se modificaron con el portainjerto.

## VI. LITERATURA CITADA

- Ando, K., K. Carr y R. Grumet. 2012.** Transcriptome analysis of early cucumber fruit growth identifies distinct gene modules associated with phases of development. *BMC Genomics* 13, 5-18. Doi: 10.1186/1471-2164-13-518.
- Badillo, T. V., Castellanos, R. J. Z., Sánchez, G. P., Galvis, S. A., Álvarez, S. E., Uvalle, B. J. X., González, E. D., Enríquez, R. S. A. 2001.** Niveles de referencia de nitrógeno en tejido vegetal de papa var. Alpha. *Agrociencia* 6: 615-623 Pág.
- Barbaro, L. A., Karlanian, M. A., Mata, D. A. (2010).** Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica de los Sustratos para Plantas. Retrieved from [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_importancia\\_del\\_ph\\_y\\_la\\_conductividad\\_elctrica.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_importancia_del_ph_y_la_conductividad_elctrica.pdf).
- Cabrera, R. I. (2005).** Propiedades, Uso y Manejo de Sustratos de Cultivo para la Producción de Plantas en Maceta. Retrieved from <https://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchshV741.pdf>.
- Casaca. Á. D. 2005.** El cultivo del pepino (*Cucumis sativus L.*). Guías tecnológicas de frutas y verduras, volumen 15, 13p.
- Espinoza-Robles, P., Colinas-León, M. T., Rodríguez-Pérez, J., Sahagún-Castellanos, J., Hernández-González, Z. 2014.** Efecto del patrón en el rendimiento y tamaño de fruto en pepino injertado. *Revista Fitotecnia Mexicana*. Vol. 37 núm. (1). (Fecha de Consulta: 5 de septiembre de 2018). Disponible en: <http://www.redalyc.org./articulo.oa?id=61031308005>.
- Fermino, M.H. 2014.** Substratos: composição, caracterização e métodos de análise. Agrolivros, Rio Grande do Sul, BRA.
- Flores, F. B., Sánchez-Bel, P., Estan, M. T., Martínez-Rodríguez, M. M., Moyano, E., Morales, B., Campos, J. F., García-Abellán, J. O., Egea, M. I., Fernandez-García, N., Romojarro, F. and Bolarín, M. C. 2010.** The effectiveness of

grafting to improve tomato fruit quality. *Sci. Hortic.* 125, 211-217.

**Gálvez, F. 2004.** El cultivo del pepino en invernadero, Editor manual de producción hortícola en invernadero, 2° Edición. P. 282-293. Disponible en línea: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921204009>.

**Godoy Hernández, H., Castellanos Ramos, J. Z., Alcántar González, G., Sandoval Villa, M., & de Jesús Muñoz Ramos, J. (2009).** Greenhouse Tomato Yield, Dry Matter and Nutrient Accumulation, as Affected by Grafting and Nutrient Supply. Retrieved from <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n1/v27n1a1.pdf>.

**González-Gómez, H., Rámirez-Godina, F., Ortega-Ortiz, H., Benavides-Mendoza, A., Robledo-Torres, V. and Cabrera-De la Fuente, M. 2017.** Use of chitosan-PVA hydrogels with copper nanoparticles to improve the growth of grafted watermelon. *Molecules.* 22, 1031.

**González, M., Hernández, A., Casanova, A., Depestre, T., Gómez, L., Rodríguez, M., Casanova, A., Depestre, T., Gómez, L., & Rodríguez, M. G. (2008).** El Injerto Herbáceo: Alternativa Para el Manejo de Plagas del Suelo. *Rev. Protección Veg* (Vol. 23). Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v23n2/rpv01208.pdf>.

**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.* 37(1):41-47.

**INIFAP, 2010.** Guía técnica para el área de influencia del campo experimental Valle de Culiacan, Sinaloa, México. ISBN: 978-607-425-431-0.

**INIFAP. 2014** Vermicompost. Disponible en: <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/editorial/index.php/agricolas/article/view/668/642>.

**Intagri. (2016).** La Función de los Nutrientes Esenciales Parte I. Retrieved November 12, 2018, from <https://www.intagri.com/articulos/nutricion-vegetal/nutricion-vegetal-funcion-de-nutrientes->

esenciales?fbclid=IwAR3m9DdbrmMpb9qPnkSs6tf8X\_zNiOXfjtZ1i01ijPQHm  
zT-wrS9GJXBvl.

**Kazemi. M. 2013.** Response of cucumber plants to foliar application of calcium chloride and paclobutrazol under greenhouse conditions. Bull. Env. Pharmacol. Life Sci. 2 (11), 15-18.

**Kubota C. M., N. McClure, M. G. Kokalis-Burelle and E. N. Roskopf (2008) .** Vegetable grafting: history, use and current technology status en North America. HortScience 43:235-239.

**López Elías J., Garza Ortega S., Huez López M.A. Jimenez León J., Rueda Puente E.O. 2015.** Producción de Pepino (*Cucumis sativus* L.) en función de la densidad de plantación en condiciones de invernadero. Universidad de Sonora. Departamento de agricultura y ganadería. Hermosillo, Sonora. México Pp. 25-26.

**López Elías. J. Rodriguez J.C., Huez L.M.A., Garza O.S. Jiménez L.J., Leyva E.E.I. 2011.** Producción y calidad de pepino (*Cucumis sativus* L.) bajo condiciones de invernadero usando dos sistemas de poda. IDESIA. Chile. Vol.29. Num.2. Pp.22-27.

**López, Z. C. 2003.** Guía técnica; cultivo del pepino. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal.

**Madrigal, A.A. 2006.** Diseño de un manual de buenas prácticas agrícolas para ser utilizado en la producción de pepino en un invernadero de alta tecnología, en Zarcero, Alajuela. Instituto Tecnológico de Costa Rica escuela de ingeniería agropecuaria administrativa, Cartago. Pp. 34-38.

**Mármol R. J. 2011.** Cultivo del pepino en invernadero. Edit Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural Marino. Madrid , España. Pp 22.

**Márquez-Hernandez, C., Cano-Ríos, P., García-Hernandez, J. L., Rodríguez-Dimas, N., Preciado-Rangel, P., Moreno-Resendez, A. y De la Cruz Lazaro, E. 2010.** Agricultura orgánica: El caso de México. Agricultura Orgánica, Tercera

parte. Primera edición. Universidad Juárez del Estado de Durango, 1-2.

**Maršić, N. K. and Jakše, M. 2010.** Growth and yield of grafted cucumber (*Cucumis sativus* L.) on different soilless substrates. *J. Food Agric. Environ.* 8(2):654-658.

**Maroto, J. V. 2002. Horticultura Herbácea Especial. 5ª ed. Mundi-prensa. España. Pp 533-562.**

**Melgar R., Magen H., I. P. (2012).** El rol del Potasio en la Producción Agrícola. Retrieved from [http://www.fertilizando.com/articulos/Melgar\\_Magen\\_Imas-Rol-Potasio-En-Produccion-Agricola.pdf?fbclid=IwAR0xl6nB3KFiaNsMJKrR5YOaTABiwhxtSpHQ0dp-qzsMZC6FTF3vGPcf6mc](http://www.fertilizando.com/articulos/Melgar_Magen_Imas-Rol-Potasio-En-Produccion-Agricola.pdf?fbclid=IwAR0xl6nB3KFiaNsMJKrR5YOaTABiwhxtSpHQ0dp-qzsMZC6FTF3vGPcf6mc).

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

**Mujeri, M. K., Shahana, S., Tahrira, T., Khondoker, C., & Haider, T. (2012).** The Global Research Capacity Building Program Tm Improving The Effectiveness, Efficiency And Sustainability Of Fertilizer Use In South Asia. Retrieved from [http://www.gdn.int/admin/uploads/editor/files/SA\\_3\\_ResearchPaper\\_Fertilizer\\_Efficiency.pdf](http://www.gdn.int/admin/uploads/editor/files/SA_3_ResearchPaper_Fertilizer_Efficiency.pdf).

**Mukherjee, P. K., Nema, N. K., Maity, N. and Sarkar, B. K. 2013.** Phytochemical and therapeutic potencial of cucumber. *Fitoterapia*, 84, 227-226.

**Naranjo, J. (2014).** Evaluación de la Tolerancia a la Salinidad de Cucurbitáceas Silvestres del Ecuador y sus Potenciales Usos como Patrones en Injertos de Cucurbitáceas Comerciales. Retrieved from [http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25205/1/Tesis\\_Jaime\\_Naranjo.pdf](http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/25205/1/Tesis_Jaime_Naranjo.pdf).

**Nutriterra. (2010).** *Sinergismo y Antagonismo entre Iones*. Retrieved from [https://www.nutriterra.com.ar/images/PDF/Info\\_Tecnica/sinergismo.pdf](https://www.nutriterra.com.ar/images/PDF/Info_Tecnica/sinergismo.pdf).

**Ozores M., Ozores H., Z. X., & Zhao, X. (2010).** Introducción a la Tecnología de

Injertos a la Industria de Tomate en la Florida: Beneficios Potenciales y Retos 1. Retrieved from <http://edis.ifas.ufl.edu>.

**Piedrahita, O. (2012).** Calcio en plantas. Retrieved from [http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/86849/pdf\\_1121.pdf?sequence=1](http://repository.tamu.edu/bitstream/handle/1969.1/86849/pdf_1121.pdf?sequence=1).

**Popp, J., Petó, K., and Nagy, J. 2013.** Pesticide Productivity and food security. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(1), 243-255.

**Promix. (2018).** La función del sodio y del cloruro en el cultivo de plantas. Retrieved November 12, 2018, from <https://www.pthorticulture.com/es/centro-de-formacion/la-funcion-del-sodio-y-del-cloruro-en-el-cultivo-de-plantas/>.

**Reche, M., J. 2011.** Cultivos de pepino en invernadero. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Madrid. Pp. 50 ISBN: 98-84-491-1112-9.

**Resh H M (2001).** Cultivos hidropónicos. 5ª ed. Mundi-prensa. Madrid. España. 558p.

**Reyes, G., C.E. 2012.** Dinamica nutricional y rendimiento de pepino en sistema hidropónico con recirculación en la solución nutritiva. Tesis UACH. México. Pp. 1-82.

**Riquero. L., R. A. 2015.** Industrialización del pepino dulce. Tesis Profesional. Universidad de Guayaquil Facultad de Ingeniería Química. Guayaquil, Ecuador. Pp. 13.

**Sánchez-Rodríguez, E., Leyva, R., Constán-Aguilar, C., Romero, L., and Ruiz, J. M. 2014.** How does grafting affect the ionome of cherry tomato plants under water stress?. *Soil Science and Plant Nutrition*, 60(2), 145-155.

**SEMARNAT, (2011).** La técnica del injerto en hortalizas como alternativa a la utilización del bromuro de metilo: el desarrollo en México, un caso de éxito Retrieved from: [http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/archivos/FRANCISCO\\_CAMACHO.pdf](http://apps2.semarnat.gob.mx:8080/sissao/archivos/FRANCISCO_CAMACHO.pdf).

**Schwarz, D.; Rouphael, Y.; Colla, G. and Venema, J. H. 2010.** Grafting as a tool

to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: thermal stress, water stress and organic pollutants. *Sci. Hort.* 127:162-171.

**SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2012.** SAGARPA, México. El cultivo de pepino. (Fecha de Consulta: 8 de septiembre del 2018).

**SIAP (Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2014,** SAGARPA, México. El cultivo de pepino. (Fecha de Consulta: 12 de septiembre del 2018).

**SIAP, (Servicios de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2016 ,** SAGARPA, México. Disponible en línea: [http://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016](http://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2016/Atlas-Agroalimentario-2016).

**SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera) 2017.** SAGARPA, México. (Fecha de Consulta: 5 de septiembre del 2018). Disponible en: <http://www.campomexicano.gob.mx/boletínsiap/002-e.html>. 2013.

**Universidad de Córdoba (Colombia). Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia., Y. M., R. M. C., & M. D. R. (2011).** Revista MVZ Córdoba. Revista MVZ Córdoba (Vol. 16). Universidad de Córdoba. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69322446017>.

**Villasana J. (2010).** Efecto del Injerto en la Producción de Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo condiciones de invernadero en Nuevo León. Retrieved from [http://eprints.uanl.mx/5613/1/1080194762 %281%29.PDF](http://eprints.uanl.mx/5613/1/1080194762%281%29.PDF).

**Yassin, S. H., and Hussien, S. 2015.** Review on role of grafting on yield and quality of selected fruit vegetables. *Global J Sci Front Res*, 15(1).

**Zamudio, G., B. Felix, R., A. 2014,** producción de pepino bajo invernadero en valles altos del estado de México. Inifap.

## VII. APÉNDICE

**Apéndice 1: Análisis de varianza para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	30773.33333	5128.88889	3.28	0.0622
Error	8	12520.00000	1565.00000		
Total	14	43293.33333			
Media	229.3333				
C.V.	17.25004				

**Apéndice 2: Comparación de medias para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	246.67	3	PIF
A	246.67	3	PIM
A	233.33	3	CFS
A	216.67	3	CMS
A	203.33	3	PSP

**Apéndice 3: Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	2866.666667	477.777778	0.79	0.6010
Error	8	4826.666667	603.333333		
Total	14	7693.333333			
Media	140.6667				
C.V.	17.46174				

**Apéndice 4: Comparación de medias para la variable contenido de Ca en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	153.33	3	PSP
A	150.00	3	PIM
A	146.67	3	CMS
A	133.33	3	PIF
A	120.00	3	CFS

**Apéndice 5: Análisis de varianza para la variable contenido de K en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	221656.6667	36942.7778	1.45	0.3050
Error	8	203653.3333	25456.6667		
Total	14	425310.0000			
Media	751.0000				
C.V.	21.24520				

**Apéndice 6: Comparación de medias para la variable contenido de K en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	980.0	3	CFS
A	715.0	3	PIF
A	700.0	3	CMS
A	696.7	3	PIM
A	663.3	3	PSP

**Apéndice 7: Análisis de varianza para la variable contenido de Na en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	678393.3333	113065.5556	6.01	0.0119
Error	8	150430.0000	18803.7500		
Total	14	828823.3333			
Media	945.3333				
C.V.	14.50565				

**Apéndice 8: Comparación de medias para la variable contenido de Na en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	1233.3	3	PSP
AB	1085.0	3	PIF
ABC	993.3	3	PIM
BC	740.0	3	CFS
C	675.0	3	CMS

**Apéndice 9: Análisis de varianza para la variable contenido de SST en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	0.06000000	0.01000000	0.51	0.7843
Error	8	0.15600000	0.01950000		
Total	14	0.21600000			
Media	0.840000				
C.V.	16.62410				

**Apéndice 10: Comparación de medias para la variable contenido de SST en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	0.9000	3	CFS
A	0.9000	3	PSP
A	0.8667	3	PIF
A	0.7667	3	CMS
A	0.7667	3	PIM

**Apéndice 11: Análisis de varianza para la variable contenido de CE en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	337253.3333	56208.8889	2.25	0.1429
Error	8	199840.0000	24980.0000		
Total	14	537093.3333			
Media		3689.333			
C.V.		4.283989			

**Apéndice 12: Comparación de medias para la variable contenido de CE en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	3880.0	3	CFS
A	3803.3	3	PIF
A	3723.3	3	PIM
A	3560.0	3	CMS
A	3480.0	3	PSP

**Apéndice 13: Análisis de varianza para la variable contenido de Ac. Ascorbico en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	31.13493333	5.18915556	10.93	0.0017
Error	8	3.79882667	0.47485333		
Total	14	34.93376000			
Media	7.354000				
C.V.	9.370357				

**Apéndice 14: Comparación de medias para la variable contenido de Ac. Ascorbico en raíz de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	9.4067	3	PIF
B	7.0733	3	CFS
B	6.8433	3	PIM
B	6.8400	3	PSP
B	6.6067	3	CMS

**Apéndice 15: Análisis de varianza para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	22186.66667	3697.77778	1.87	0.2032
Error	8	15853.33333	1981.66667		
Total	14	38040.00000			
Media	362.0000				
C.V.	12.29721				

**Apéndice 16: Comparación de medias para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	396.67	3	PIM
A	383.33	3	PSP
A	373.33	3	PIF
A	343.33	3	CFS
A	313.33	3	CMS

**Apéndice 17: Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	711.600000	118.600000	1.09	0.4438
Error	8	873.733333	109.216667		
Total	14	1585.333333			
Media	48.00000				
C.V.	21.62209				

**Apéndice 18: Comparación de medias para la variable contenido de Ca en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	58.667	3	PSP
A	52.000	3	CFS
A	48.333	3	PIF
A	43.333	3	CMS
A	39.333	3	PIM

**Apéndice 19: Análisis de varianza para la variable contenido de K en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	435.2000000	72.53333333	11.96	0.0013
Error	8	48.53333333	6.0666667		
Total	14	483.7333333			
Media	9.466667				
C.V.	26.01824				

**Apéndice 20: Comparación de medias para la variable contenido de K en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	17.333	3	CFS
AB	13.000	3	PSP
BC	6.667	3	CMS
C	5.667	3	PIF
C	4.667	3	PIM

**Apéndice 21: Análisis de varianza para la variable contenido de Na en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	18106.66667	3017.77778	1.63	0.2556
Error	8	14826.66667	1853.33333		
Total	14	32933.33333			
Media	213.3333				
C.V.	20.17986				

**Apéndice 22: Comparación de medias para la variable contenido de Na en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	270.00	3	CFS
A	216.67	3	PSP
A	200.00	3	PIF
A	193.33	3	CMS
A	186.67	3	PIM

**Apéndice 23: Análisis de varianza para la variable contenido de CE en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	35139.2000	5856.5333	0.49	0.7965
Error	8	94661.7333	11832.7167		
Total	14	129800.9333			
Media	720.7333				
C.V.	15.09272				

**Apéndice 24: Comparación de medias para la variable contenido de CE en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	750.33	3	PIF
A	748.67	3	CMS
A	736.33	3	PSP
A	731.33	3	CFS
A	637.00	3	PIM

**Apéndice 25: Análisis de varianza para la variable contenido de pH en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	0.08200000	0.01366667	0.69	0.6635
Error	8	0.15789333	0.01973667		
Total	14	0.23989333			
Media	8.652667				
C.V.	1.623629				

**Apéndice 26: Comparación de medias para la variable contenido de pH en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	8.7467	3	PIF
A	8.7233	3	PIM
A	8.6467	3	PSP
A	8.5900	3	CFS
A	8.5567	3	CMS

**Apéndice 27: Análisis de varianza para la variable contenido de Ac. Ascorbico en sustrado de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	2.52786667	0.42131111	4.94	0.0211
Error	8	0.68170667	0.08521333		
Total	14	3.20957333			
Media	1.888667				
C.V.	15.45605				

**Apéndice 28: Comparación de medias para la variable contenido de Ac. Ascorbico en sustrato de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	2.2467	3	PIF
A	2.1933	3	PIM
A	1.9233	3	CFS
A	1.5700	3	PSP
A	1.5100	3	CMS

**Apéndice 29: Análisis de varianza para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	30937.20000	5156.20000	7.75	0.0054
Error	8	5323.73333	665.46667		
Total	14	36260.93333			
Media	106.2667				
C.V.	24.27538				

**Apéndice 30: Comparación de medias para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	165.00	3	PIM
A	145.00	3	CFS
AB	101.00	3	PIF
B	61.00	3	CMS
B	59.33	3	PSP

**Apéndice 31: Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados		F calculada	Pr>F
		Cuadrados	Medias		
Modelo	6	62148.93333	10358.15556	5.65	0.0143
Error	8	14655.46667	1831.93333		
Total	14	76804.40000			
Media	205.8000				
C.V.	20.79742				

**Apéndice 32: Comparación de medias para la variable contenido de Ca en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	256.67	3	PIM
AB	236.67	3	PIF
AB	210.00	3	CFS
AB	203.33	3	PSP
B	122.33	3	CMS

**Apéndice 33: Análisis de varianza para la variable contenido de K en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	187938.6667	31323.1111	10.73	0.0019
Error	8	23345.7333	2918.2167		
Total	14	211284.4000			
Media	208.8000				
C.V.	25.87190				

**Apéndice 34: Comparación de medias para la variable contenido de K en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	410.00	3	CMS
B	220.00	3	CFS
B	186.67	3	PIM
B	148.33	3	PIF
B	79.00	3	PSP

**Apéndice 35: Análisis de varianza para la variable contenido de Na en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	851.466667	141.911111	2.18	0.1522
Error	8	520.933333	65.116667		
Total	14	1372.400000			
Media	38.20000				
C.V.	21.12432				

**Apéndice 36: Comparación de medias para la variable contenido de Na en peciolo de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	48.000	3	PSP
A	44.000	3	PIF
A	35.667	3	PIM
A	34.333	3	CMS
A	29.000	3	CFS

**Apéndice 37: Análisis de varianza para la variable contenido de SST en peciolos de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	0.03466667	0.00577778	0.38	0.8746
Error	8	0.12266667	0.01533333		
Total	14	0.15733333			
Media	0.286667				
C.V.	43.19576				

**Apéndice 38: Comparación de medias para la variable contenido de SST en peciolos de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	0.3333	3	CMS
A	0.3000	3	CFS
A	0.3000	3	PIM
A	0.2667	3	PIF
A	0.2333	3	PSP

**Apéndice 39: Análisis de varianza para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	5242630.000	873771.667	42.28	<.0001
Error	8	165313.333	20664.167		
Total	14	5407943.333			
Media	950.6667				
C.V.	15.12101				

**Apéndice 40: Comparación de medias para la variable contenido de NO<sub>3</sub> en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	1950.0	3	CFS
B	1213.3	3	CMS
C	665.0	3	PIF
C	575.0	3	PIM
C	350.0	3	PSP

**Apéndice 41: Análisis de varianza para la variable contenido de Ca en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	5026.666667	837.777778	5.29	0.0174
Error	8	1266.666667	158.333333		
Total	14	6293.333333			
Media	140.6667				
C.V.	8.945301				

**Apéndice 42: Comparación de medias para la variable contenido de Ca en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	160.00	3	PIM
A	153.33	3	PIF
A	146.67	3	PSP
AB	133.33	3	CFS
B	110.00	3	CMS

**Apéndice 43: Análisis de varianza para la variable contenido de K en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	124480.0000	20746.6667	8.29	0.0044
Error	8	20013.3333	2501.6667		
Total	14	144493.3333			
Media	257.3333				
C.V.	19.43653				

**Apéndice 44: Comparación de medias para la variable contenido de K en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	400.00	3	CMS
AB	310.00	3	CFS
B	210.00	3	PIM
B	196.67	3	PIF
B	170.00	3	PSP

**Apéndice 45: Análisis de varianza para la variable contenido de Na en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	183.8666667	30.64444444	1.78	0.2209
Error	8	137.8666667	17.23333333		
Total	14	321.7333333			
Media	32.53333				
C.V.	12.76016				

**Apéndice 46: Comparación de medias para la variable contenido de Na en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	37.667	3	PIF
A	35.000	3	PSP
A	32.000	3	PIM
A	30.333	3	CMS
A	27.667	3	CFS

**Apéndice 47: Análisis de varianza para la variable contenido de SST en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Fuente	DF	Suma de Cuadrados	Medias	F calculada	Pr>F
Modelo	6	0.19200000	0.03200000	0.84	0.5732
Error	8	0.30533333	0.03816667		
Total	14	0.49733333			
Media	0.546667				
C.V.	35.73712				

**Apéndice 48: Comparación de medias para la variable contenido de SST en Lamina de plantas con injerto y sin injerto.**

Tukey Agrupamiento	Media	N	Tratamientos
A	0.7000	3	CFS
A	0.6333	3	PIF
A	0.5333	3	PSP
A	0.4333	3	CMS
A	0.4333	3	PIM