

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Producción y Calidad Nutracéutica de Tres Variedades de Sandía Obtenida  
Mediante Injerto

Por:

**JULÉN ADRIÁN ABUNDEZ SÁNCHEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2016

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Producción y Calidad Nutracéutica de Tres Variedades de Sandía Obtenida  
Mediante Injerto

Por:

**JULEN ADRIÁN ABUNDEZ SÁNCHEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA**

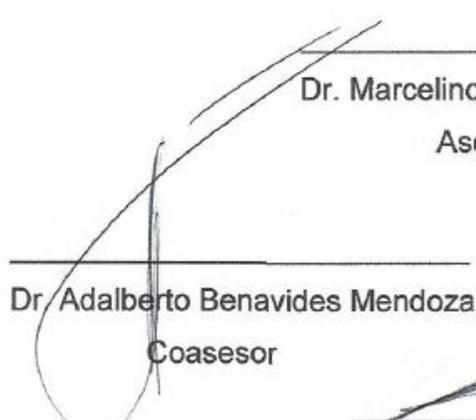
Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Marcelino Cabrera De La Fuente  
Asesor Principal



Dr. Antonio Juárez Maldonado  
Coasesor

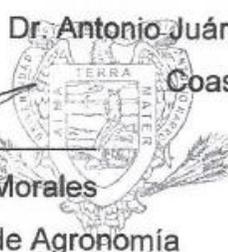


Dr. Adalberto Benavides Mendoza  
Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de la División de Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2016

## AGRADECIMIENTOS

*A Dios, por haberme dado la oportunidad vivir con salud en este mundo y las personas necesarias para hacer realidad los deseos de mi vida, además por no dejarme solo cuando más lo necesitaba, por enseñarme que en cada circunstancia adversa hay mucho para aprender y ser mejor cada día, también por haberme guiado cuando estuve perdido de su palabra y dejarme llevar por cosas insignificantes para él.*

*A La Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por aceptarme como alumno por el tiempo, el espacio que me ha brindado, y por darme todo lo necesario para haber hecho realidad un logro significativo de mi vida.*

*Al Dr. Marcelino Cabrera De la Fuente, por brindarme la oportunidad de trabajar con él que fue un honor para mí, además de haber compartido sus conocimientos conmigo que me ayudaron mucho para seguir adelante, por el apoyo en los momentos adversos, y por haberme enseñado que la mejor opción en esta vida es triunfar y seguir creciendo cada día en el conocimiento.*

*Al Dr. Adalberto Benavides Mendoza, por su atención y tiempo en este trabajo, y por ser un ejemplo a quien admirar demasiado por su dedicación a su trabajo.*

*Al Dr. Antonio Juárez Maldonado, por su atención en el trabajo realizado.*

*A la M.C. Rocío M. Peralta Manjarrez, por haber aportado su ayuda incondicional en este trabajo.*

*A la Biol. Silvia Pérez C., Ing. Pedro Recio, Dra. Fabiola Aureoles, Dr. Víctor M. Reyes, Ing. Daniel, Ing. Amado, por sus consejos y haber compartido sus experiencias que me dieron aliento para seguir adelante.*

*A mis hermanos Ilce, Marlén, Magdalena, y Enrique, que siempre estuvieron conmigo en todo, además de darme su afecto y una gran razón para seguir superándome.*

*A mis amigos Miguel Castillo Rodríguez, Noé González, José M. Elías, Roberto Gil, Abraham Zarazúa, Oscar Ángel, Uriel, Bruce Tayson, Ismael Sosa, por su colaboración, su apoyo, su tiempo en este trabajo y por los momentos donde solíamos estudiar y poder conseguir un logro más, sin ellos no sería posible haber hecho este logro de en la vida.*

*A Yolanda, Chelí, Martina, Guadalupe, Julia, por la atención y por la aportación de su valioso tiempo en este trabajo.*

*A Julén Adrián por su colaboración, tiempo, sacrificio y esfuerzo en un reto más de la vida, por haber aprendido de los desaciertos cometidos y adquirido la virtud de ser paciente ante cualquier circunstancia de las grandes personas que conoció en el transcurso, y además concluir que el amor puede viajar a miles de millas, por consiguiente la vida no tiene límites, porque todo está en tu corazón y en tus manos.*

## DEDICATORIAS

*A mi madre Fernanda Sánchez Pérez, que con todo su amor incondicional que me brinda, que siempre me dio grandes razones de porque seguir adelante, y por cuidarme cuando era niño que jamás olvidaré los momentos de felicidad junto a ella, cuando me proporcionaba consejos de cómo ser mejor y aprender, pero sobre todo por haberme enseñado a perseguir mis sueños y deseos de este mundo.*

*A mi padre Eusebio Adrián Abundez Deloya, por enseñarme a ser responsable, a trabajar de manera leal y honesta, por brindarme la oportunidad de la educación, desde niño que siempre me comento que era lo mejor, además por cuidarme y protegerme cuando era solo un niño, me decía que algún día iba a tener una profesión.*

*A mis hermanos*

*Por su gran compañía en esta vida y su amor incondicional, por tener experiencias inolvidables de la vida.*

*A mis abuelos, que jamás me dejaron solo, siempre me guiaron por el buen camino de la vida a pesar de la distancia y así no perderme en otras cosas.*

*A mis tíos, que siempre confiaron en mí de que yo era capaz de lograr mis metas, que no me fuera a dar por vencido por la adversidad y siempre tener la visión a donde me iba.*

*A mis primos, que siempre convivimos desde niños pasamos momentos inolvidables, por su apoyo de seguir superándome para lograr mis objetivos de esta vida y por brindarme el cariño, la atención cuando lo necesitaba sin ellos esto no hubiese sido posible.*

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>ii</b>
<b>DEDICATORIAS</b> .....	<b>v</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>1</b>
<b>I.- INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>2</b>
1.1 Objetivo General .....	3
1.1.2 Objetivos específicos .....	3
1.2 Hipótesis .....	3
<b>II.- REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	<b>4</b>
2.1 Generalidades del cultivo .....	4
2.1.1 Origen .....	4
2.1.2 Clasificación taxonómica .....	4
2.2 Fisiología del desarrollo .....	4
2.2.1 Descripción del cultivo .....	4
2.2.2 Raíz .....	4
2.2.3 Tallo .....	4
2.2.4 Fruto .....	4
2.2.5 Hoja .....	5
2.2.6 Flor.....	5
2.2.7 Maduración del fruto .....	5
2.2.8 Factores de maduración .....	5
2.2.9 Cosecha y Postcosecha .....	5
2.3 Requerimientos Edafoclimáticos .....	5
2.3.1 Temperaturas para la producción .....	5
2.3.2 Humedad .....	6
2.3.3 Luminosidad .....	6
2.3.4 Suelo.....	6
2.4 Fertilización .....	6
2.5 Factores que influyen en la calidad de fruto.....	6
2.6 Descripción de las variedades .....	6
2.6.1 Variedad Charleston Gray .....	6
2.6.2 Variedad Jubilee .....	7
2.6.3 Variedad Peacock.....	7

2.7 Usos de la sandía .....	7
2.7.1 Usos en la alimentación.....	7
2.7.2 Usos en la salud humana .....	7
2.8 Principales componentes de la sandía.....	7
2.8.1 Grados Brix.....	8
2.9 Principales antioxidantes de la sandía .....	8
2.9.1 $\beta$ -caroteno.....	8
2.9.2 Vitamina C .....	8
2.9.3 Licopeno .....	8
2.10 Generalidades de los injertos.....	8
2.11 Técnicas de injertos .....	9
2.11.1 Corte total con el mismo ángulo del patrón y la variedad .....	9
2.11.2 Corte total en forma de púa .....	9
2.11.3 De aproximación .....	9
2.12 Factores que influyen en la unión del injerto .....	10
2.12.1 Temperatura .....	10
2.12.2 Humedad .....	10
2.12.3 Oxígeno .....	10
2.12.4 Contaminación por patógenos .....	10
2.12.5 Condiciones ambientales posteriores de la fase del injerto .....	10
<b>III.- MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>11</b>
3.1 Localización geográfica del trabajo de investigación .....	11
3.2 Material genético.....	11
3.2.1 El Portanjerto Strong Tosa (Cucurbita máxima x Cucurbita moscata) ...	11
3.2.2 Variedad Charleston Gray (“Ch”) .....	11
3.2.3 Variedad Jubilee .....	11
3.2.4 Variedad Peacock.....	11
3.3 Siembra.....	11
3.4 Manejo del cultivo .....	11
3.4.1 Riego .....	11
3.4.2 Fertilización.....	12
3.4.3 Control de malezas .....	12

3.4.4 Control de plagas.....	12
3.4.5 Control de enfermedades .....	12
3.5 Diseño experimental .....	13
3.6 Variables evaluadas.....	13
3.6.1 Peso de fruto .....	13
3.6.2 Diámetro polar de fruto .....	13
3.6.3 Firmeza de fruto.....	13
3.6.4 Grados Brix.....	13
3.6.5 Número de frutos por planta .....	13
3.6.6 Longitud de guía principal.....	13
3.6.7 Número de guías secundarias .....	14
3.6.8 Peso fresco total de las guías .....	14
3.6.9 Número de hojas.....	14
3.6.10 Peso fresco de hojas .....	14
3.6.11 Longitud de raíz .....	14
3.6.12 Peso fresco de raíz .....	14
3.6.13 Peso seco de hojas.....	14
3.6.14 Peso seco de raíz .....	14
3.6.15 Vitamina C en fruto .....	15
3.6.16 Licopeno en fruto .....	16
<b>IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES .....</b>	<b>17</b>
4.1 Peso de fruto.....	17
4.2 Diámetro polar de fruto .....	18
4.3 Firmeza de fruto.....	19
4.4 Grados Brix .....	20
4.5 Número de frutos por planta .....	21
4.6 Longitud de guía principal .....	22
4.7 Número de guías secundarias .....	23
4.8 Peso fresco total de guías.....	24
4.9 Número de hojas.....	25
4.10 Peso fresco de hojas.....	26
4.11 Longitud de raíz .....	27

4.12 Peso fresco de raíz .....	28
4.13 Peso seco de hojas.....	29
4.14 Peso seco de raíz .....	30
4.15 Vitamina C en fruto .....	31
4.16 Licopeno en fruto .....	32
<b>V.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>VI.- LITERATURA CITADA .....</b>	<b>34</b>
<b>VII.- APÉNDICE .....</b>	<b>45</b>

### ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1. Aplicación de Nutrientes (kg·ha<sup>-1</sup>) por etapas.....</b>	<b>12</b>
--	-----------

### ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Peso de fruto de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	17
<b>Figura 2.</b> Diámetro polar de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	18
<b>Figura 3.</b> Firmeza de fruto de fruto de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	19
<b>Figura 4.</b> Grados Brix en fruto Longitud de guía principal de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	20
<b>Figura 5.</b> Número de frutos por planta de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	21
<b>Figura 6.</b> Longitud de guía principal de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	22
<b>Figura 7.</b> Número de guías secundarias de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	23
<b>Figura 8.</b> Peso fresco total de guías de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	24
<b>Figura 9.</b> Número de hojas de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	25
<b>Figura 10.</b> Peso fresco de hojas de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	26

<b>Figura 11.</b> Longitud de raíz de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	27
<b>Figura 12.</b> Peso fresco de raíz de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	28
<b>Figura 13.</b> Peso seco de hojas de sandía, comparadas en plantas injertadas y no injertadas.....	29
<b>Figura 14.</b> Peso seco de raíz de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	30
<b>Figura 15.</b> Vitamina C en fruto de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	31
<b>Figura 16.</b> Licopeno en fruto de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.....	32

### ÍNDICE DE TABLAS (APÉNDICE)

<b>Tabla 1.</b> Análisis de varianza para la variable Peso de fruto.....	45
<b>Tabla 2.</b> Comparación de medias para Peso de fruto.....	45
<b>Tabla 3.</b> Análisis de varianza para la variable Diámetro polar de fruto.....	45
<b>Tabla 4.</b> Comparación de medias para Diámetro polar de fruto.....	45
<b>Tabla 5.</b> Análisis de varianza para la variable Firmeza de fruto.....	46
<b>Tabla 6.</b> Comparación de medias de Firmeza de fruto.....	46
<b>Tabla 7.</b> Análisis de varianza para la variable Grados Brix.....	46
<b>Tabla 8.</b> Comparación de medias para Grados Brix.....	46
<b>Tabla 9.</b> Análisis de varianza para la variable Número de frutos por planta.....	47
<b>Tabla 10.</b> Comparación de medias para Número de frutos por planta.....	47
<b>Tabla 11.</b> Análisis de varianza para la variable Longitud de guía principal.....	47
<b>Tabla 12.</b> Comparación de medias para Longitud de guía principal.....	47
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza para la variable Número de guías secundarias....	48
<b>Tabla 14.</b> Comparación de medias para Número de guías secundarias.....	48
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza para la variable Peso fresco total de guías.....	48
<b>Tabla 16.</b> Comparación de medias para Peso fresco total de guías.....	48
<b>Tabla 17.</b> Análisis de varianza para la variable Número de hojas. ....	49
<b>Tabla 18.</b> Comparación de medias para Número de hojas.....	49
<b>Tabla 19.</b> Análisis de varianza para la variable Peso fresco de hojas.....	49
<b>Tabla 20.</b> Comparación de medias para Peso fresco de hojas.....	49
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza para la variable Longitud de raíz.....	50
<b>Tabla 22.</b> Comparación de medias para Longitud de raíz.....	50
<b>Tabla 23.</b> Análisis de varianza para la variable Peso fresco de raíz.....	50
<b>Tabla 24.</b> Comparación de medias para Peso fresco de raíz. ....	50
<b>Tabla 25.</b> Análisis de varianza para la variable Peso seco de hojas.....	51
<b>Tabla 26.</b> Comparación de medias para Peso seco de hojas.....	51
<b>Tabla 27.</b> Análisis de varianza para la variable Peso seco de raíz.....	51
<b>Tabla 28.</b> Comparación de medias para Peso seco de raíz.....	51

<b>Tabla 29.</b> Análisis de varianza para la variable Vitamina C en fruto.....	52
<b>Tabla 30.</b> Comparación de medias para Vitamina C en fruto.....	52
<b>Tabla 31.</b> Análisis de varianza para la variable Licopeno en fruto.....	52
<b>Tabla 32.</b> Comparación de medias para Licopeno en fruto.....	52
<b>Tabla 33.</b> Tabla de fertilizantes aplicados para macronutrientes.....	53
<b>Tabla 34.</b> Tabla de fertilizantes aplicados para micronutrientes.....	53

## Resumen

En los últimos años se ha incrementado el método de injertos en sandía (*Citrullus lanatus*) para el control de nematodos y patógenos del suelo, además de permitir la obtención de frutos de mejor calidad comercial y nutracéutica, así como la reducción en la aplicación de agroquímicos, como beneficio adicional el bromuro de metilo que es un problema para la capa de ozono.

El objetivo fue comparar el efecto del método injerto sobre las variedades comerciales de sandía Charleston (Ch), Jubilee (Je), Peacock (Pk). El portainjerto utilizado fue Strong Tosa (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*). El efecto fue significativo de las tres variedades injertadas en el crecimiento vegetativo, no obstante para la producción de biomasa en raíz como en la parte aérea fue (Pk) injertado el que mostró mayor respuesta, ante las demás plantas injertadas y no injertadas. Las plantas injertadas produjeron frutos de mayor peso en comparación con las variedades sin injertar, el de mayor peso en fruto fue (Je) injertado con 10.2 kg. Los frutos de plantas injertadas y no injertadas no mostraron diferencia en los grados Brix, en firmeza el que obtuvo mayor resultado fue (Pk) injertado ante las demás, en diámetro polar de fruto (Ch) Injertado tuvo mejor respuesta.

En la calidad nutracéutica (Je) injertado aumentó el licopeno (Lp) con 321% en tanto las otras variedades se reduce el licopeno al ser injertadas. Sin embargo las tres variedades injertadas obtuvieron mayor vitamina C de manera significativa (Ch) con 167% (Je) injerto con 41% y en (Pk) con 49% en comparación con las plantas no injertadas. Se concluye que al utilizar el método de injerto en sandía se favorece el peso y la producción de frutos por planta, además aumenta la cantidad de vitamina C y el licopeno aumentó en (Je) injertada.

**Palabras clave:** Sandía, Injerto, Licopeno, Vitamina C,

## I.- INTRODUCCIÓN

La sandía (*Citrullus lanatus*) es un cultivo importante en las regiones cálidas y semiáridas del mundo (Paris *et al.*, 2013), además de ser una especie de importancia económica (Fan *et al.*, 2013). La sandía es un fruto muy consumido por la sociedad, es la quinta hortaliza que se cultiva en México (Acosta *et al.*, 2015).

México es el principal productor de sandía a nivel mundial provee el 22.9% del comercio mundial, el principal mercado es Estados Unidos. En los últimos diez años la producción para exportación se ha incrementado a una Tasa Media Anual de Crecimiento (TMAC) del 8% y los principales consumidores de sandía son Estados Unidos, Canadá y Holanda. Los meses en que se exporta son de octubre hasta junio, en abril y mayo son los meses de mayor actividad para la producción de sandía en México (SAGARPA, 2012).

La sandía contiene licopeno, el cual es un carotenoide y un fuerte antioxidante. Este puede utilizar como medicina para contrarrestar las principales enfermedades causadas por los radicales libres (Shahzad *et al.*, 2014; Ilic *et al.*, 2011). Además el licopeno está asociado en reducir el riesgo de padecer enfermedades causadas por los radicales libres que se encuentran en el cuerpo humano (Borel *et al.*, 2015), y enfermedades cardiovasculares que es más frecuente en los hombres (Pereira *et al.*, 2014).

En la producción de sandía, los principales problemas se encuentran en el suelo con (*Fusarium spp*) (López *et al.*, 2011), y el nematodo (*Meloidogyne spp*) que afectan la calidad del fruto (Gómez *et al.*, 2009).

Como alternativa recientemente en sandía son los injertos, una opción para contrarrestar a los principales problemas del suelo como (*Fusarium oxysporum*) y los nematodos (*Meloidogyne spp*) también los efectos adversos de ambiente tales como la sequía, inundación, y la contaminación por sustancias persistentes (Baixauli *et al.*, 2007; Schwarz *et al.*, 2010).

De acuerdo a lo anterior se busca producir frutos de sandía con alto nivel nutracéutico y elevar la producción.

## **1.1 Objetivo General**

Determinar el comportamiento productivo y calidad nutracéutica de tres variedades de sandía injertada.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

Evaluar las diferentes características de productividad y producción en plantas de sandía.

Cuantificar la calidad nutracéutica de los frutos de sandía obtenidos mediante injerto.

## **1.2 Hipótesis**

Las plantas injertadas obtendrán una mayor productividad y producción, así como una mejor calidad de frutos.

## II.- REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Generalidades del cultivo

#### 2.1.1 Origen

La sandía (*Citrullus lanatus*) pertenece a la familia de las cucurbitáceas su origen es el Noreste de África, es una especie que contiene el 92% de agua en el fruto, se ha cultivado desde tiempos antiguos (Paris, 2015). La sandía dulce que tiene un interés comercial se originó en Occidente de África (Chomicki *et al.*, 2015).

#### 2.1.2 Clasificación taxonómica

La sandía es una planta que pertenece al Genero *Citrullus*, de la Familia de las *Cucurbitáceas*, sin embargo su nombre científico es (*C. lanatus*), (Thomas *et al.*, 2015).

### 2.2 Fisiología del desarrollo

La sandía tiene el metabolismo C3, además presenta una tolerancia a la sequía, la salinidad del suelo y a las altas intensidades de radiación (Nanasato *et al.*, 2005).

#### 2.2.1 Descripción del cultivo

##### 2.2.2 Raíz

La raíz principal puede alcanzar un crecimiento de hasta 1 m de longitud, en comparación con las raíces secundarias. Las raíces secundarias se desprenden de la guía principal las cuales se distribuyen en los 30 cm del suelo que es la capa arable (Reche, 1995).

##### 2.2.3 Tallo

La sandía es una planta herbácea, sus tallos son de porte rastrero, son largos, contienen zarcillos en cada axila de hoja lo cual le permite treparse en cualquier objeto que se encuentre cerca de la planta (Gázquez *et al.*, 2007).

##### 2.2.4 Fruto

El fruto es una baya de tamaño grande, el color de la corteza puede ser uniforme con diferentes tonos de verde claro a verde oscuro, con franjas verdes oscuras o claras, además contiene pulpa color rojo, amarilla o blanca y tiene un sabor dulce (Santiago, 2008).

### **2.2.5 Hoja**

Las hojas son pinnadas-partidas de forma ovalada, la cual está dividida de 3-5 lóbulos y contiene un peciolo y están alternadas a lo largo del tallo rastrero. El haz es de textura suave y el envés tiene una textura áspera (Escalona *et al.*, 2009).

### **2.2.6 Flor**

Las flores son de color amarillo, unisexuales, y de ambos sexos, no obstante la polinización es entomófila por medio de insectos. La flor femenina contiene un ovario ínfero, los óvulos dan lugar a la producción de un fruto alargado ovalado (Agrolanzarote, 2012).

### **2.2.7 Maduración del fruto**

La maduración es de 60-100 días de la germinación o a los 40-45 días después de la floración, la variedad influye en la maduración del fruto. Sin embargo la sandía es un fruto que no climatérico, por lo tanto cuando es separada de la planta sin haber madurado, no desarrolla las propiedades organolépticas que contiene, por lo cual se debe cosechar cuando está completamente maduro, y es un fruto sensible al frío (INIFAP, 2010).

### **2.2.8 Factores de maduración**

Cuando el fruto está completamente maduro el pedúnculo se encuentra deshidratado. Al golpear ligeramente con los dedos produce un sonido como un hueco en el interior. La corteza del fruto pierde brillo. La capa cerosa de la parte externa del fruto desaparece (Ayala *et al.*, 2010).

### **2.2.9 Cosecha y Postcosecha**

La sandía es un fruto grande y pesado se debe manejar evitando golpes porque sufre daños internos. Para tener una mejor vida de anaquel en el transporte y almacenamiento de 14 a 21 días con una temperatura de 7-13°C y la humedad Relativa del 90% (FAO, 2007).

## **2.3 Requerimientos Edafoclimáticos**

### **2.3.1 Temperaturas para la producción**

La temperatura que se requiere la sandía varía según sus etapas fenológicas:

- Germinación el óptimo 15-25°C
- Desarrollo el óptimo 23-28°C
- Floración el óptimo 18-20°C
- Maduración y cosecha 23-28°C (Cajamar, 2014)

### **2.3.2 Humedad**

La humedad relativa óptima es 60-80% a excepción en la etapa de floración debe ser menor al 60% porque dificulta la polinización (Cristóbal *et al.*, 2007).

### **2.3.3 Luminosidad**

El cultivo de la sandía es una planta exigente en radiación, requiere un fotoperiodo de 12 horas. Sin embargo las plántulas de sandía son sensibles a la luz ultravioleta (Farnesi *et al.*, 2002).

### **2.3.4 Suelo**

La sandía se adapta a los diferentes tipos de suelos, tolera los suelos ácidos y no presenta problemas en suelos moderadamente alcalinos, no obstante tiene mejor crecimiento en suelos francos arenosos a francos con un pH de 5-6.8 y con alta cantidad de materia orgánica (Daniel, 2005).

## **2.4 Fertilización**

La mejor fertilización para la sandía es N100-P41-K128 por hectárea (Zang *et al.*, 2010), se obtiene un mejor rendimiento que varía de 5-15 Ton·ha (Motes *et al.*, 2004), en plantas injertadas con la dosis N100-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>100-K<sub>2</sub>O100 kg·ha (Rățoi *et al.*, 2015). Sin embargo el potasio (K) es uno de los nutrientes importantes y esenciales para todos los cultivos de interés agrícola en especial a la sandía, por lo tanto una deficiencia de K<sup>+</sup> afecta mucho el rendimiento del cultivo y la calidad de fruto, no obstante afecta la rentabilidad del cultivo (Fan *et al.*, 2013).

## **2.5 Factores que influyen en la calidad de fruto**

La nutrición recomendada es un factor de gran importancia porque influye directamente en el tamaño, peso, madurez, la textura de la cascara, y la prevención de enfermedades del fruto. Además los periodos de sequía aumentan la concentración de K en el fruto por lo tanto promueve la madurez (Calvo *et al.*, 2005; Proietti *et al.*, 2008).

## **2.6 Descripción de las variedades**

### **2.6.1 Variedad Charleston Gray**

Es una variedad de sandía de polinización libre, el fruto mide de 40-50 cm de diámetro polar, y el diámetro ecuatorial de 20-25 cm. La corteza del fruto tiene un color verde claro, con nervaduras marcadas de verde oscuro. El peso del fruto varía de 4.4 a 6.6 kg, la pulpa tiene un color rojo pálido. La etapa de floración femenina empieza a los 50-75 días después de siembra, sin embargo la maduración del fruto

es a los 85-115 días, presenta tolerancia a la (*Antrachnosis*) raza 1 y a (*Fusarium spp*) (GUASCH, 2012).

### **2.6.2 Variedad Jubilee**

La variedad Jubilee tiene un fruto oblongo y alargado, con una corteza de color verde claro, la pulpa tiene un color rojo, y el peso del fruto varía de 6.6-7.2 kg. El periodo de floración femenina inicia entre 50 y 80 días después de la siembra, la cosecha se realiza a los 85 y 115 días (Boyhan *et al.*, 2009).

### **2.6.3 Variedad Peacock**

Es una variedad de sandía de polinización libre, el fruto es alargado de 30-40 cm de diámetro polar y diámetro ecuatorial de 20-25 cm, con un peso de 4.2-6.2 kg. Su corteza es de color verde oscuro y la pulpa rojo-naranja. Las semillas son de color gris a negro. La etapa de floración femenina inicia de los 60-85 días después de siembra, y la maduración de fruto entre los 95-120 días después de siembra (Casaca *et al.*, 2015).

## **2.7 Usos de la sandía**

### **2.7.1 Usos en la alimentación**

Se consume como botana, en ensaladas, en bebidas y también como postres. Las proteínas de harina de la semilla de sandía contienen propiedades como la Vitamina C, ácido glutámico y serina, se recomienda el uso en gran medida consumirlos en la alimentación (Wani *et al.*, 2011). Para la industria se hacen galletas de harina de trigo con concentrados de semilla de sandía y se obtienen galletas con mejor calidad en proteínas (Wani *et al.*, 2015).

### **2.7.2 Usos en la salud humana**

El consumo de sandía se ha incrementado por sus componentes fitoquímicos uno de ellos es el licopeno que previene enfermedades que amenazan la salud humana (Naz *et al.*, 2014). La ingesta diaria del licopeno es de 5-7 mg previene enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, cáncer y enfermedades del corazón, por tal razón es un fruto muy recomendado para la dieta humana (Cruz *et al.*, 2013).

## **2.8 Principales componentes de la sandía**

Los componentes de la sandía son: carbohidratos, Potasio, ácidos orgánicos, carotenoides (Candir *et al.*, 2013), vitamina A, (Wen'en *et al.*, 2013). Los principales carbohidratos en gran cantidad son: fructosa, sacarosa y glucosa (Yoo *et al.*, 2012).

### **2.8.1 Grados Brix**

La sandía contiene sólidos solubles totales del cual es un parámetro de calidad para este fruto, se mide en °Brix. Los carbohidratos que se encuentran en los frutos son: fructuosa, glucosa y sacarosa, (Yau *et al.*, 2010; Flores *et al.*, 2008), en la sandía para la cosecha debe tener 10 Grados Brix (FAO, 2016).

## **2.9 Principales antioxidantes de la sandía**

Los principales antioxidantes que contiene la sandía son los  $\beta$ -caroteno, licopeno y vitamina C son muy importantes para la misma planta y la humanidad, se reporta que el desarrollo de un país depende de los antioxidantes de las frutas y verduras que consumen en su alimentación cotidiana (Tlili *et al.*, 2011).

### **2.9.1 $\beta$ -caroteno**

El  $\beta$ -caroteno promueve la absorción de Hierro en el cuerpo humano (García, 2006), se encuentra de manera natural en hortalizas (Olives *et al.*, 2006).

### **2.9.2 Vitamina C**

La vitamina C (Ácido Ascórbico) es un antioxidante muy importante en las plantas y en los humanos porque protege a las células del estrés oxidativo, además protege al organismo de radicales libres, son los que causan el envejecimiento de las células, no obstante refuerza el sistema inmunológico en el ser humano (Davey *et al.*, 2000). El contenido de vitamina C es de 8.19 mg·100g (Odriozola *et al.*, 2007; USDA, 2016).

### **2.9.3 Licopeno**

El licopeno es un carotenoide que proporciona el color rojo en frutas y verduras se encuentra de (10-80 mg·kg<sup>-1</sup>) en las hortalizas, no obstante es el principal pigmento de la sandía contiene (0.34-0.51mg·100g) de manera general (Choudhary *et al.*, 2009; Lewinsohn *et al.*, 2005), sin embargo se dice que por cada porción contiene de 4 a 11mg·100g y varía según la variedad y el tiempo de cosecha (Perkins *et al.*, 2006). Además el licopeno contiene propiedades antioxidantes (Davis *et al.*, 2003), que son anticancerígenas (Vaughn *et al.*, 2008).

## **2.10 Generalidades de los injertos**

En los últimos años se ha implementado la tecnología de utilizar portainjertos para el control de algunos patógenos, en hortalizas como son las cucurbitáceas y solanáceas. La técnica de los injertos es una alternativa al bromuro de metilo en el manejo de plagas. Además se utiliza para tener un mejor crecimiento de las plantas de sandía, mejorando el rendimiento y la adaptación al estrés tanto biótico como abiótico (Liu *et al.*, 2015). Los injertos afectan positivamente a los frutos en

los siguientes factores como: firmeza, textura, sabor, y compuestos relacionados con la salud humana como el licopeno y Vitamina C (Rouphael *et al.*, 2010). El método de injerto se utiliza en países como: Japón, España, Italia, Francia, China, Israel, Grecia, México entre otros (Roberts *et al.*, 2007).

De acuerdo con el efecto de los injertos en el crecimiento cultivo para obtener una mayor producción por planta en sandía se debe plantar en menor densidad de hasta un 50 % en comparación con las plantas no injertadas, además se tiene un buen uso eficiente del suelo, agua así mismo obteniendo los mismos rendimientos y calidad de frutos en la cosecha (López *et al.*, 2009).

## **2.11 Técnicas de injertos**

El tipo de injerto varía según el tipo de planta, pero si es necesario que se obtenga el mayor contacto del cambium entre el patrón y la variedad por consiguiente se va a tener un mejor flujo de savia elaborada y savia bruta para tener un buen prendimiento del injerto (Espinosa *et al.*, 2013).

### **2.11.1 Corte total con el mismo ángulo del patrón y la variedad**

Se corta completamente obteniendo un ángulo entre 60-65° en ambas plantas, después se unen con una pinza o clip para evitar la movilización y tener un intercambio de savia entre el patrón y la variedad (Hassell *et al.*, 2008).

### **2.11.2 Corte total en forma de púa**

Se realiza cuando la planta tiene su primera hoja verdadera. Se corta el tallo de la variedad de 1.5 cm por debajo de los cotiledones, y se le da forma de una punta de 0.6-1.0 cm. En el patrón se elimina el brote, después se hace una hendidura en el centro del tallo por debajo de 1-1.5 cm. Se inserta la púa de la variedad en la hendidura del patrón y se une con una pinza o un clip (Hoyos, 2007).

### **2.11.3 De aproximación**

El injerto se hace seccionado una parte del tallo del patrón como de la variedad, se hace cuando la variedad y el patrón tienen la primera hoja verdadera bien desarrollada y se observa la segunda hoja. Se hace un corte en el patrón por debajo de los cotiledones en el lado opuesto de la primera hoja, se corta hasta el centro del tallo y después debajo de 1-1.5 de longitud. En la variedad se hace un corte por debajo de la primera hoja verdadera de 2 cm, hacia arriba hasta el centro del tallo. Se unen las dos plantas, con una curva de los tallos para obtener que las fibras que son cortadas se abran para permitir el ensamble de los tallos encajen el uno dentro del otro y se le coloca una pinza o clip para evitar la movilización (Acosta, 2005).

## **2.12 Factores que influyen en la unión del injerto**

### **2.12.1 Temperatura**

Es fundamental mantener una temperatura óptima de 24-27°C en el proceso de unión de la variedad y el patrón, en tanto que a una temperatura de 20°C no hay prendimiento (Myung *et al.*, 2010).

### **2.12.2 Humedad**

Es necesario mantener una humedad del 70% al 80% para evitar la deshidratación de las células del parénquima que van a formar el callo principalmente de la variedad y el portainjerto (Hassanzadeh, *et al.*, 2012).

### **2.12.3 Oxígeno**

El oxígeno es indispensable para la formación de callo, esto es porque la respiración es muy alta en las células, para su división y crecimiento (Yaoguo, *et al.*, 2014).

### **2.12.4 Contaminación por patógenos**

La limpieza del lugar en donde se va injertar es fundamental porque se puede contaminar por hongos y bacterias que conllevan a la pérdida del injerto (Camacho *et al.*, 2000).

### **2.12.5 Condiciones ambientales posteriores de la fase del injerto**

Se debe monitorear que el patrón y la variedad se mantengan hidratadas, no exponiendo a temperaturas mayores a 30°C y con la humedad por debajo del 50 % (Besri, 2008).

### III.- MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Localización geográfica del trabajo de investigación

La realización del trabajo se hizo en la UAAAN, cuyas coordenadas son: N 25° 21' 21.618, O 101° 2' 11.294.

#### 3.2 Material genético

La semilla utilizada en el experimento fue de tres variedades diferentes: Charleston Gray ("Ch"), Jubilee (Je), Peacock (Pk). El portainjerto fue Strong Tosa (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata*).

##### 3.2.1 El Portainjerto Strong Tosa (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita moscata*)

Es un portainjerto con buen porcentaje de germinación, se adapta a todos los tipos de injerto, además proporciona un gran vigor a las variedades de sandía y melón (Kong *et al.*, 2014).

##### 3.2.2 Variedad Charleston Gray ("Ch")

Es una variedad de polinización libre, el fruto mide de 40-50 cm de diámetro polar, y el diámetro ecuatorial de 20-25 cm (GUASCH, 2012).

##### 3.2.3 Variedad Jubilee

La variedad Jubilee tiene un fruto oblongo y alargado, con una corteza de color verde claro, la pulpa tiene un color rojo, y el peso del fruto varía de 6.6-7.2 kg (Boyhan *et al.*, 2009).

##### 3.2.4 Variedad Peacock

Es una variedad de polinización libre, el fruto es alargado de 30-40 cm de diámetro polar y diámetro ecuatorial de 20-25 cm, con un peso de 4.2-6.2 kg (Casaca *et al.*, 2005).

#### 3.3 Siembra

La siembra se realizó en charolas de 60 cavidades el 12 de marzo de 2015 para las variedades Charleston "Ch", Jubilee, y Peacock. La siembra del portainjerto se realizó el 27 de marzo. Las semillas fueron colocadas una por cavidad a una profundidad de 2 cm, para una buena germinación.

#### 3.4 Manejo del cultivo

##### 3.4.1 Riego

El riego en plántulas y durante el injerto se hizo manualmente con una regadera cada 2 días.

Cuando se trasplanto los riegos fueron por lo general cada 2 días, de 2-6 horas dependiendo del tiempo y fenología del cultivo. El gasto de la cintilla fue de 300 ml · hora.

### 3.4.2 Fertilización

La nutrición del cultivo fue basada en la fórmula establecida en el Cuadro 1, la cual se completó con 10 aplicaciones una por cada semana. En el crecimiento vegetativo fueron 3 aplicaciones y crecimiento generativo fueron 7 aplicaciones.

**Cuadro1. Aplicación de Nutrientes (kg·ha<sup>-1</sup>) por etapas**

	N	P	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	S
<b>Crecimiento vegetativo</b>	<b>55.2</b>	<b>22.2</b>	<b>72.6</b>	<b>55.2</b>	<b>1.6</b>	<b>11.4</b>
<b>Crecimiento generativo</b>	<b>128.8</b>	<b>51.8</b>	<b>169.2</b>	<b>128.8</b>	<b>4.4</b>	<b>26.6</b>
<b>Total</b>	<b>184</b>	<b>74</b>	<b>242</b>	<b>184</b>	<b>6</b>	<b>38</b>

### 3.4.3 Control de malezas

El control de malezas se realizó manualmente con azadón y pala, en el mes de junio y julio fue la mayor incidencia de malezas, por lo tanto se hizo esta labor cada semana para un buen control, para no ser hospedero de plagas y enfermedades, ya que no hubiese competencia con el cultivo y así brindar más oxígeno a las raíces.

### 3.4.4 Control de plagas

Un buen manejo ecológico de plagas ayuda a tener un uso eficiente en los recursos para la producción los cuales son: rotación de cultivo, la completa eliminación de residuos de cosecha para no ser hospedero de plagas, el utilizar insecticidas selectivos, son los principales prácticas de manejo (Barba *et al.*, 2015).

La principal plaga que se presentó fue el minador del hoja (*Liriomiza spp*) en los meses de mayo y junio, se control con Imidacron a una dosis de 0.5 g·L.

### 3.4.5 Control de enfermedades

La principal enfermedad que se presentó fue (*Alternaria spp*) que afecto principalmente a la variedad sin injertar, el cual se controló con Cuperhidro a una dosis de 1 g·L, Mancozeb a una dosis de 1.2 g·L, y Tecto-60 a una dosis de 0.8 g·L, cabe mencionar que se aplicaron de forma alternada en el ciclo del cultivo para evitar resistencia.

### **3.5 Diseño experimental**

El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con 2 plantas de cada variedad las que fueron injertadas y 3 plantas de cada variedad sin injertar porque según la literatura los injertos producen más de un fruto de calidad, por lo tanto fueron 3 unidades para realizar el análisis estadístico.

### **3.6 Variables evaluadas**

#### **3.6.1 Peso de fruto**

La determinación de esta variable se hizo cuando el cultivo había concluido su crecimiento generativo, y los frutos habían madurado lo cual se cosecho cada fruto y se utilizó una báscula para pesar los frutos de manera individual y para posteriormente capturar el dato correspondiente.

#### **3.6.2 Diámetro polar de fruto**

Para evaluar esta variable se utilizó un flexometro en cada fruto, se midió desde la base hasta el ápice y se registró el dato.

#### **3.6.3 Firmeza de fruto**

La firmeza se realizó con un penetrómetro QA Mod. FT- 327 se hizo de manera individual en cada fruto se removió la corteza del fruto para entonces penetrar la puntilla de 11 mm. Los datos obtenidos fueron en kilogramos y por último se hizo la conversión de  $\text{kg} \cdot 1\text{cm}^2$ .

#### **3.6.4 Grados Brix**

Para evaluar esta variable se utilizó un refractómetro de la marca Hanna modelo HI 96801, primero se extrajo el jugo de cada fruto al momento de la cosecha, después se colocó una gota de jugo hasta que cubriese el sensor del aparato y se tomó el dato de la lectura.

#### **3.6.5 Número de frutos por planta**

Para determinar esta variable se contó visualmente los frutos que contenía cada planta y después se tomó el dato correspondiente, durante la etapa de crecimiento generativo del cultivo.

#### **3.6.6 Longitud de guía principal**

Para obtener esta variable se utilizó un metro, se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la guía principal y después se capturo el dato de cada planta.

### **3.6.7 Número de guías secundarias**

En esta variable se hizo al final del cultivo cuando había concluido la producción, se tomaron las plantas del suelo para cuantificar las guías secundarias de cada planta de manera manual y se reportó el dato.

### **3.6.8 Peso fresco total de las guías**

Esta variable se obtuvo con una balanza analítica de la marca OHAUS se tomaron todas las guías de cada planta, después se pesó y se obtuvo el dato de cada planta.

### **3.6.9 Número de hojas**

Para obtener esta variable se tomaron las plantas del suelo al final de la producción del cultivo, se cuantificó de manera manual en cada planta de cada uno de las variedades y posteriormente se tomó el dato.

### **3.6.10 Peso fresco de hojas**

Para determinar esta variable se hizo al final cuando la producción había concluido, se obtuvieron las hojas de cada planta se pesó en una balanza analítica de la marca OHAUS, se colocó porciones de hojas y después se sumó el total del peso de hojas de cada planta.

### **3.6.11 Longitud de raíz**

Se determinó esta variable con un metro, primero se escarbó el suelo con un pico para obtener la raíz, y por último se mido con el metro para después capturar el dato correspondiente.

### **3.6.12 Peso fresco de raíz**

Para la obtención de la variable, se utilizó una balanza analítica de la marca OHAUS se escarbo el suelo para obtener la raíz, después se pesó y posteriormente se capturó el dato.

### **3.6.13 Peso seco de hojas**

Para determinar esta variable se colocó en un invernadero con temperatura del ambiente, se utilizó una balanza analítica OHAUS se realizó 10 días después de haber obtenido la variable peso fresco de hojas, se pesó las hojas el total de las hojas de cada planta y se capturo el dato.

### **3.6.14 Peso seco de raíz**

Para la obtención de esta variable se colocó en un invernadero con temperatura del ambiente, se hizo 10 días después de haber tomado el peso fresco de la raíz,

en el cual se utilizó una balanza analítica de la marca OHAUS, se pesó la raíz de cada planta y posteriormente se capturó el dato.

### 3.6.15 Vitamina C en fruto

Esta variable se obtuvo en la cosecha de los frutos. Se pesó 20 g de cada uno de los frutos, se colocó en un mortero, después se agregó 10 ml de HCl al 2% para después tritararlo hasta tener una consistencia homogénea. Se agregó 100 ml de agua destilada y se mezcló con la muestra triturada. Después de mezclar se filtró el contenido a través de una gasa, se pasó a un matraz Erlenmeyer de 250 ml y se midió el volumen. De la mezcla del matraz se tomó una alícuota de 10 ml para pasarlo a un matraz de 125 ml, en una bureta se cuantificó el volumen de reactivo Thielmann, posteriormente se tituló la mezcla del matraz de 125 ml hasta obtener una coloración rosa y se obtuvo el dato, además se hicieron 3 repeticiones de cada muestra para después promediarlo y capturar el dato. Una vez que se capturó en dato se utilizó la siguiente fórmula para conseguir el contenido de Vitamina C en mg·100g (Helrich, 1990).

$$\text{mg}\cdot 100\text{g} = \frac{\text{ml gastados de reactivo Thielmann} * 0.088 * (\text{V. T.}) * 100}{\text{VA} * \text{P}}$$

Donde:

0.088 = mg de ácido ascórbico equivalentes a 1 ml de reactivo de Thielmann

VT = Volumen Total en ml del filtrado de Vitamina C en HCl

VA = Volumen en ml de la alícuota valorada

P = Peso de la muestra en g



### 3.6.16 Licopeno en fruto

Para determinar el licopeno en los frutos de sandía se tomaron 3 g de la pulpa de cada fruto, se colocaron en un mortero que fue previamente congelado, se agregaron 3 ml de buffer de fosfatos con un pH de 7 después se molió vigorosamente hasta obtener un mezcla. Se tomaron 0.5 ml de la mezcla que fue depositada en tubos de centrífuga, no obstante se le agrego 1 ml de la mezcla hexano/acetona (3:2 en volumen) a los tubos de centrifuga, se agitó el tubo para separar los pigmentos de las membranas y poder disolverlos (Davis *et al.*, 2003). Después se colocaron en la centrífuga a 2,500 rpm en un periodo de 10 min, después se colocó la solución en una celda, se hace una absorbancia de 502 nm se tomó la lectura y por último se calcula en contenido de licopeno mediante la fórmula (Fish *et al.*, 2002):

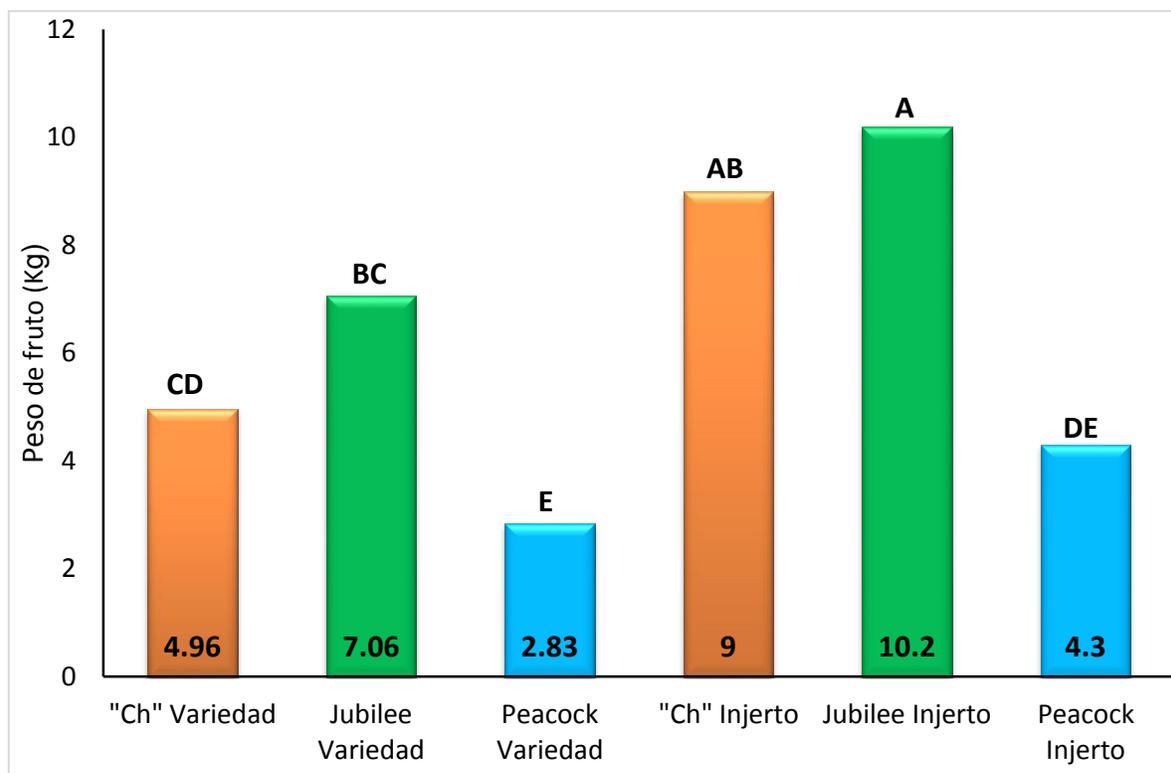
$$\text{Licopeno } (\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}) = A_{502} \cdot [1/320] \cdot 4$$



## IV.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1 Peso de fruto

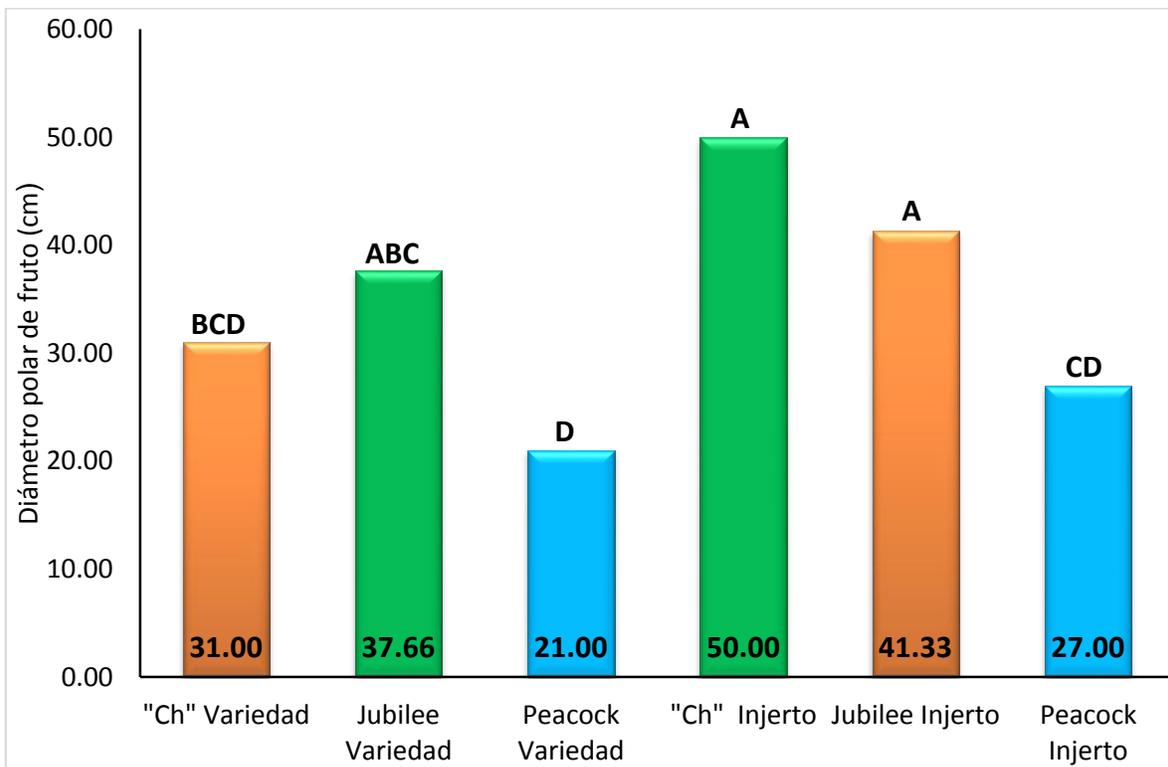
En la variable peso de fruto se observa estadísticamente que existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), tal como se muestra en la Figura 1. Aquí Jubilee Injerto obtuvo una mayor respuesta porque en algunas variedades al ser injertadas producen más frutos, pueden aumentar más del 32% en comparación con la variedad sin injertar según lo reportado por (Rățoi *et al.*, 2015), por lo tanto los datos concuerdan con (López *et al.*, 2011), sin embargo se comenta que se debe considerar algunas combinaciones de injertos se obtienen mejor respuesta según (Edelstein, *et al.*, 2014). El de menor peso fue la Peacock Variedad porque los suelos áridos limitan el crecimiento de frutos por la escasa humedad según (Yoo *et al.*, 2012).



**Figura 1.** Peso de fruto de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.2 Diámetro polar de fruto

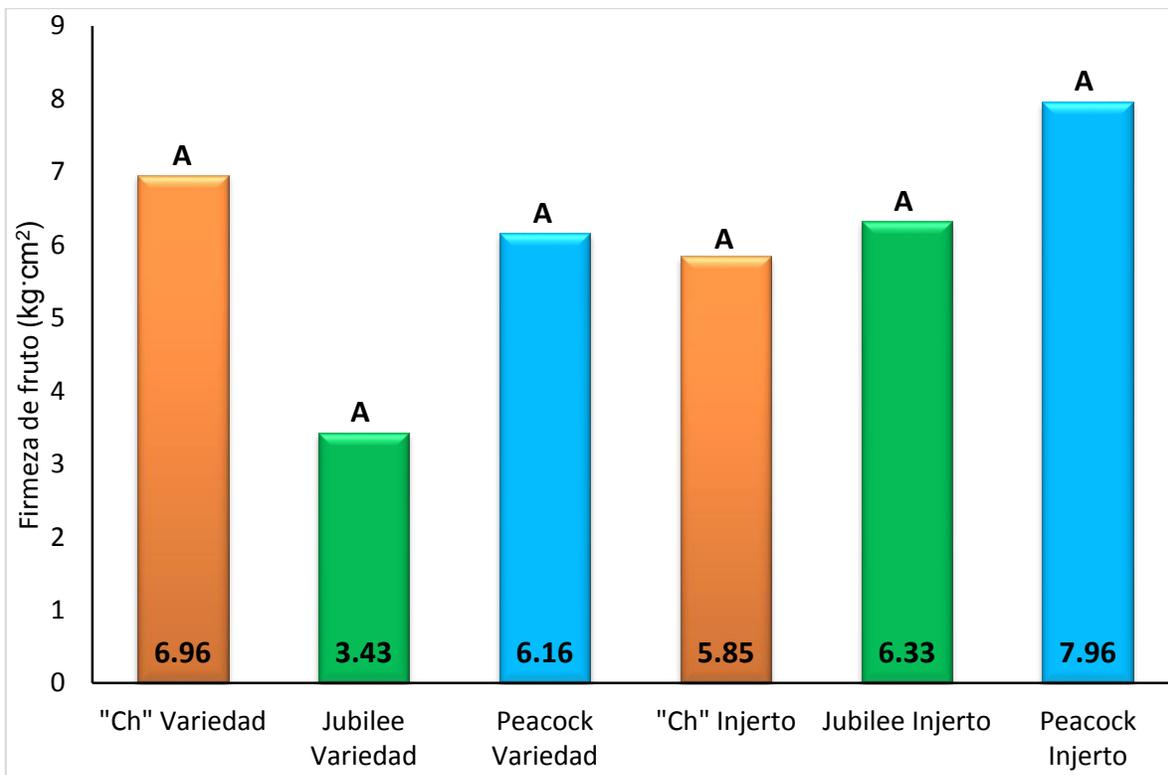
La variable obtenida Diámetro de polar de fruto se observa que si hay diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ) entre los tratamientos, se muestra en la Figura 2. El "Ch" y Jubilee Injerto obtuvieron un diámetro polar mayor con el 32% más ante los frutos obtenidos de plantas sin utilizar el metodo de injerto. Esto puede ser porque es una variedad que produce frutos más grandes, además los injertos incrementan el tamaño de fruto, sin embargo influye mucho el efecto del portainjerto como sucedió en el melón cultivar Proteo según (Trionfetti *et al.*, 2002). El de menor diámetro fue Peacock Variedad podría ser la expresion del fenotipo según (Lou, 2009) porque es una variedad que produce frutos de menor diámetro polar.



**Figura 2.** Diámetro polar de fruto de sandía, comparado en plantas injertadas y no injertadas.

### 4.3 Firmeza de fruto

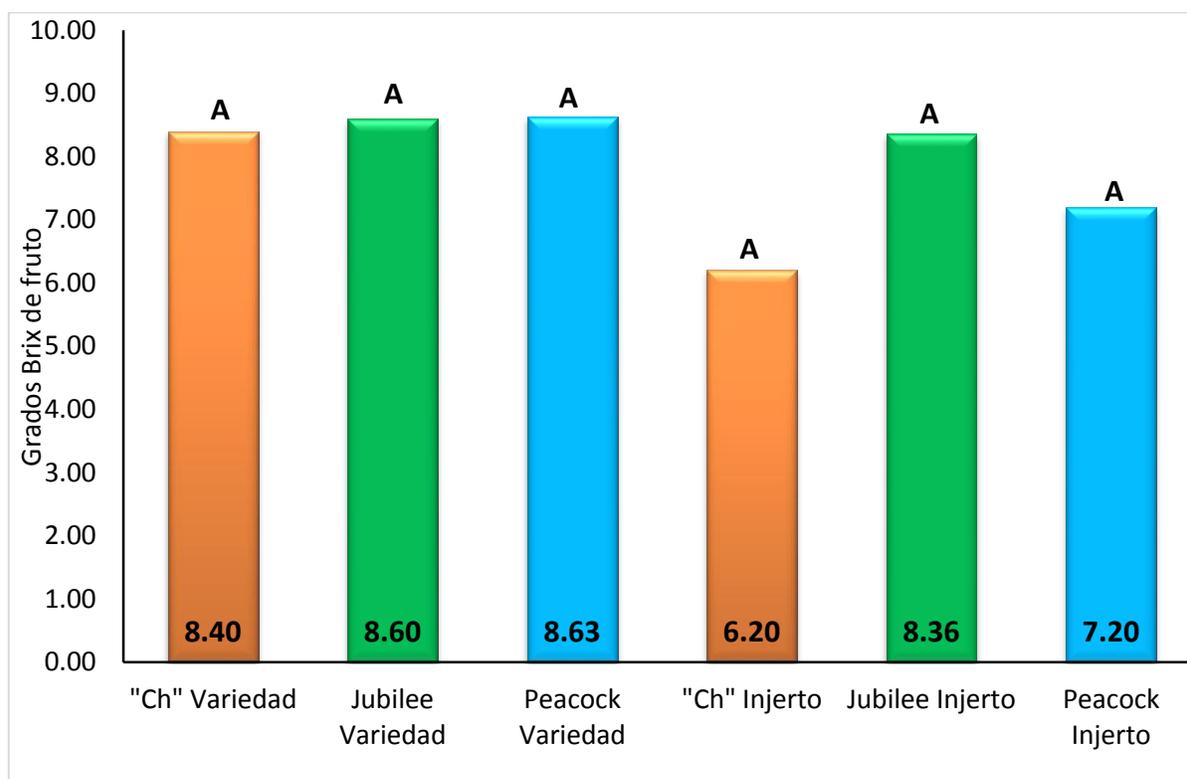
Acorde con los resultados obtenidos mediante el análisis estadístico se muestra que no existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), como se observa en la Figura 3. Las siguientes tendencias en donde Peacock Injerto fue la que tuvo mayor respuesta porque al utilizar como portainjerto el híbrido (*Cucurbita maxima* x *C. moschata*) incrementa más del 25% de la firmeza en fruto en comparación con las plantas sin injertar según (Bruton *et al.*, 2009; Kyriacou, 2015). El Jubilee Variedad la calidad del fruto es baja respecto a la firmeza según lo reportado por (Graham *et al.*, 2000).



**Figura 3.** Firmeza de frutos de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.4 Grados Brix

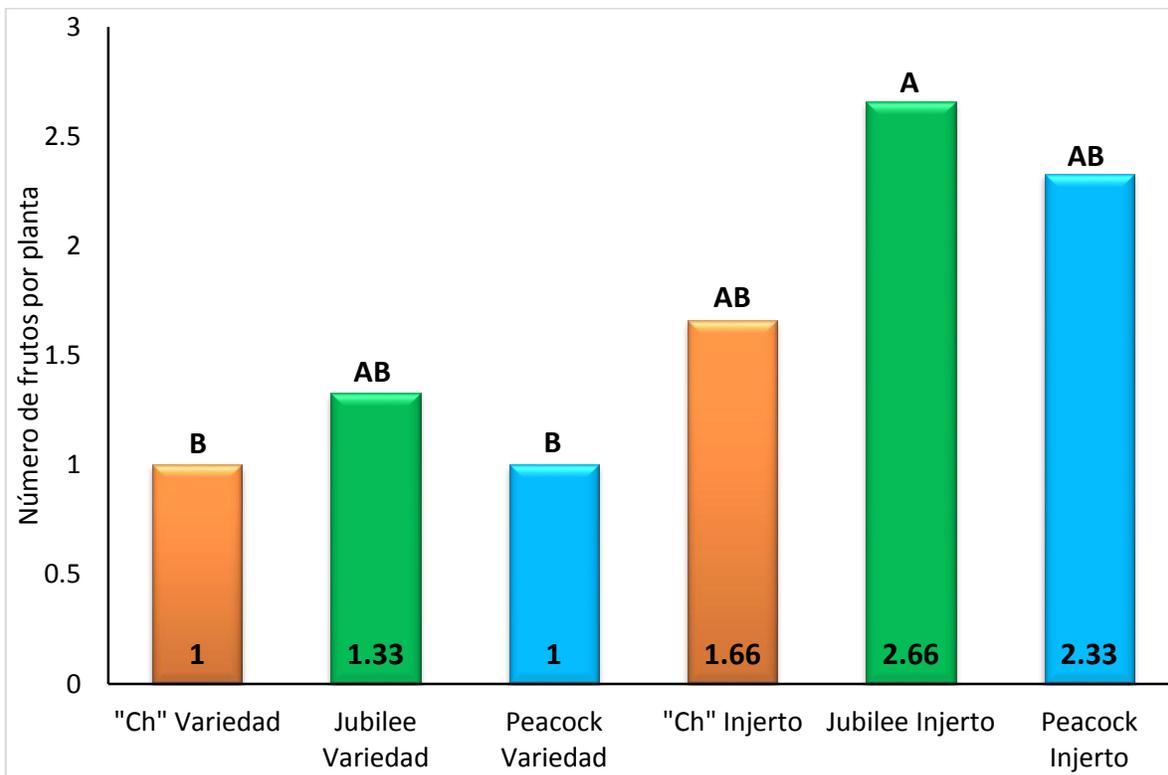
De acuerdo con los resultados obtenidos para la variable Grados Brix, no hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), como se muestra en la Figura 4. Sin embargo Peacock Variedad obtuvo mayor cantidad de Grados Brix, respecto a esto los frutos son más pequeños una característica de la variedad, cabe mencionar que el mínimo son 10 Grados Brix en los parámetros de calidad establecidos según (FAO, 2016). El que obtuvo menor respuesta fue "Ch" Injerto puede ser porque el método injerto atrasa la maduración de 5 a 7 días en relación a las variedades que no fueron injertadas, en base de esto los azúcares se relacionan con la maduración de fruto (Soteriou *et al.*, 2014; Cohen *et al.*, 2014). Además el portainjerto (*C. máxima* x *C. moschata*) disminuye los sólidos solubles totales del fruto en algunas variedades, por lo anterior los resultados concuerdan con (Rouphael *et al.*, 2010; Kyriacou *et al.*, 2014).



**Figura 4.** Grados Brix en frutos de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.5 Número de frutos por planta

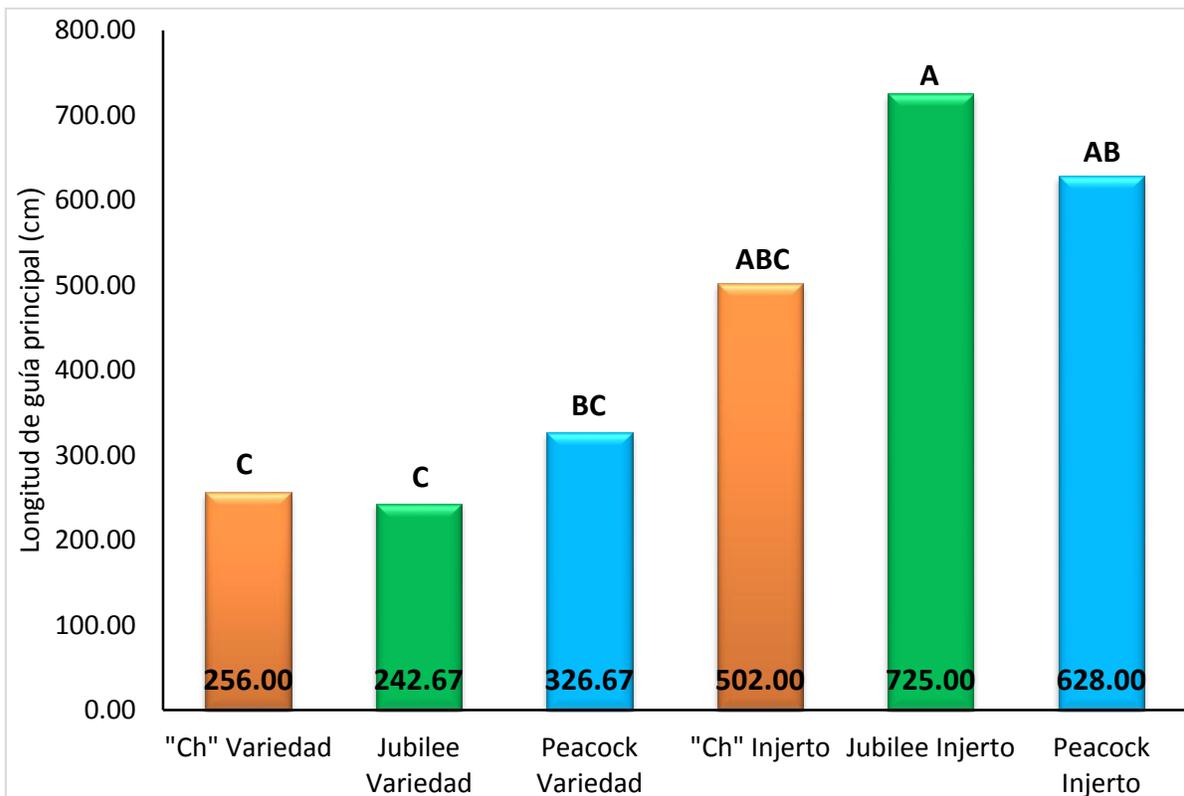
En la variable Número de frutos por planta se observa en la Figura 5, que hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ) entre tratamientos. El que tuvo mejor resultado fue Jubilee Injerto porque en algunas combinaciones de injertos se obtienen mejores rendimientos según (Myung *et al.*, 2010), además el portainjerto (*Cucurbita máxima* x *Cucurbita moschata*) puede aumentar hasta un 60% la producción en algunas variedades como en el melón Proteo reportado por (Condurso *et al.*, 2012). Las variedades comerciales producen en promedio un fruto como sucedió con "Ch" Variedad y Peacock Variedad, en algunos producen dos frutos pero la calidad no es muy buena según (Kumar, 2009).



**Figura 5.** Número de frutos por planta de sandía, comparadas en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.6 Longitud de guía principal

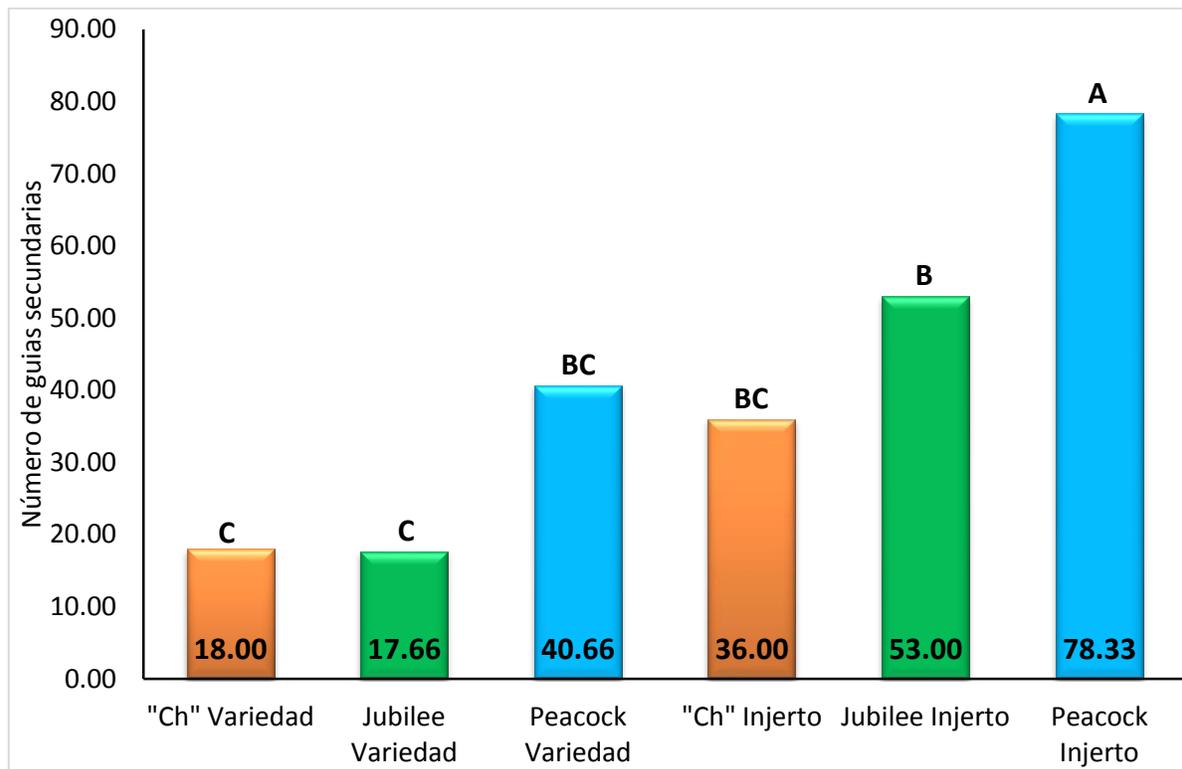
De acuerdo con los resultados en la variable Longitud de guía principal si hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), como se muestra en la Figura 6. Jubilee Injerto fue la que tuvo mayor longitud de guía principal, acorde a esto se obtuvo una respuesta similar al utilizar (*Cucurbita maxima Duchesne* x *C. moschata*) como portainjerto en melón Cruiser F1. Se concluye como recomendación disminuir la densidad del cultivo por el crecimiento que es significativo en las plantas injertadas según lo reportado por (Ricárdez *et al.*, 2010). El que obtuvo menor longitud fue Jubilee Variedad y "Ch" Variedad porque la salinidad de los suelos áridos disminuye el crecimiento de las plantas de sandía según (Romic *et al.*, 2008; Moreno *et al.*, 2001).



**Figura 6.** Longitud de guía principal de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.7 Número de guías secundarias

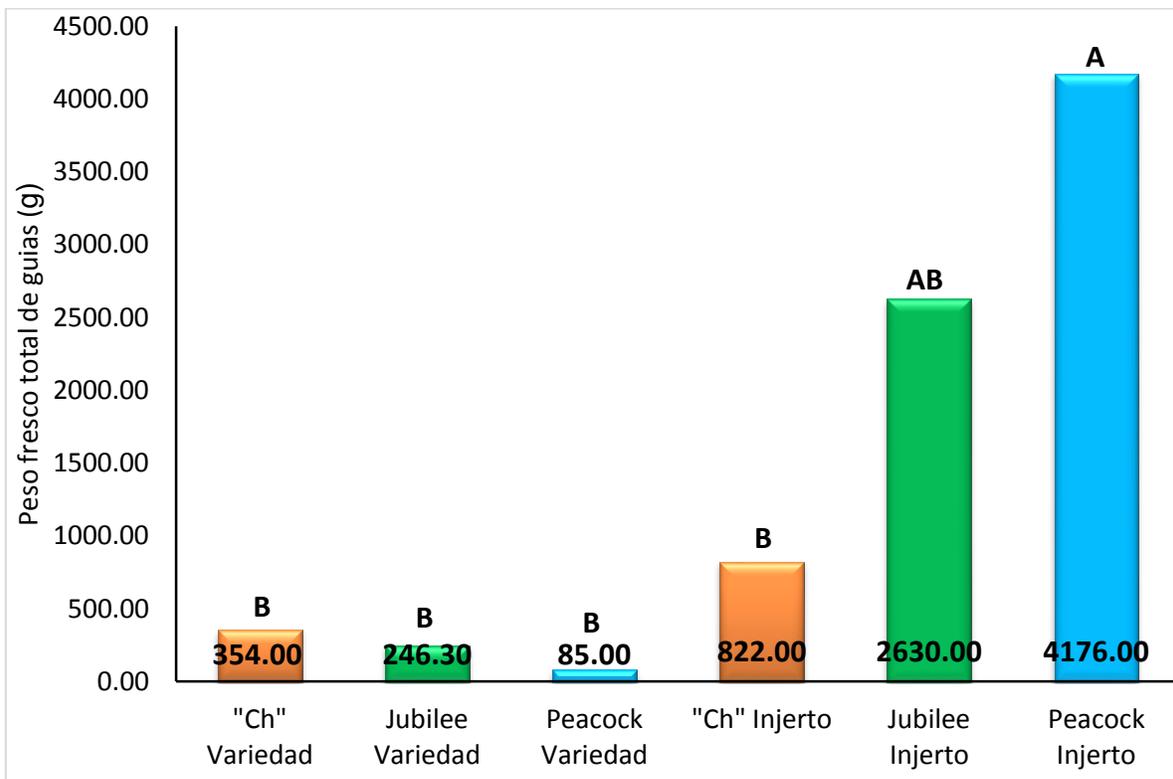
De acuerdo con los datos obtenidos para esta variable de Número de guías secundarias hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ) entre las variedades y los injertos, como se muestra en la Figura 7. En Peacock Injerto se obtuvo mejor respuesta porque algunas combinaciones de injertos tienen un mejor efecto en el crecimiento según lo reportado por (Liu *et al.*, 2013), además el portainjerto Strong Tosa (*Cucurbita maximax C. moshata*) promueve un mejor crecimiento vegetativo según (Bekhradi *et al.*, 2011; Huitron *et al.*, 2007). El de menor respuesta fue "Ch" Variedad y Jubilee Variedad por los principales problemas son las condiciones adversas del suelo como son las enfermedades y la salinidad, lo que produce un menor crecimiento de sandía en suelos áridos reporta (Huitron *et al.*, 2009).



**Figura 7.** Número de guías secundarias de sandía, comparadas en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.8 Peso fresco total de guías

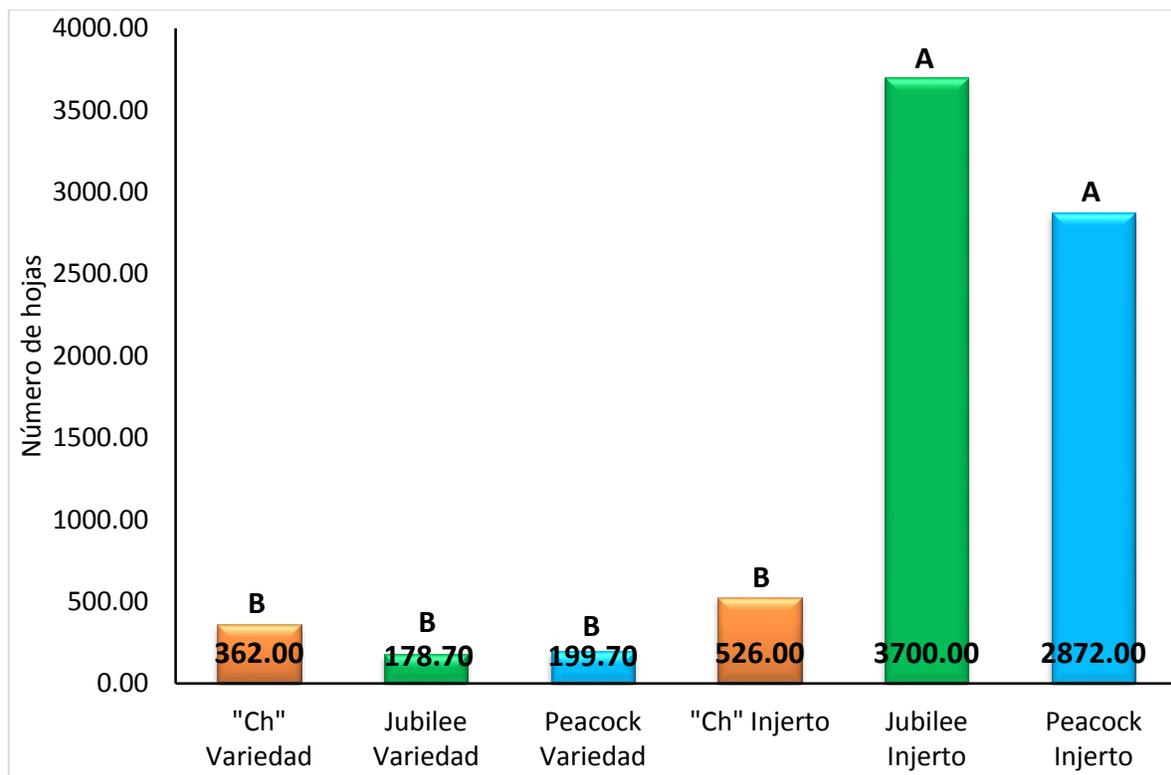
De acuerdo con los datos obtenidos para esta variable Peso fresco total de guías si hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), se muestra en la Figura 8. En Peacock Injerto obtuvo una mejor respuesta seguido de Jubilee Injerto, esto puede ser porque los injertos acumulan mayor biomasa, sin embargo influye mucho la compatibilidad del tipo de portainjerto y la variedad, lo que puede resultar que algunas variedades no se obtengan resultados favorables menciona (Yang *et al.*, 2013). El portainjerto (*Cucurbita maxima x Cucurbita moschata*) cuando se injerto con el melón Oro Olimpico promovió un mejor crecimiento de tallos según lo reportado por (Justus *et al.*, 2010). Sin embargo el de menor respuesta fueron las variedades sin injertar y "Ch" Injerto porque los suelos áridos no permiten un buen crecimiento vegetativo comenta y la compatibilidad del portainjerto con la variedad (Sun *et al.*, 2014).



**Figura 8.** Peso fresco total de guías de sandía, comparadas en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.9 Número de hojas

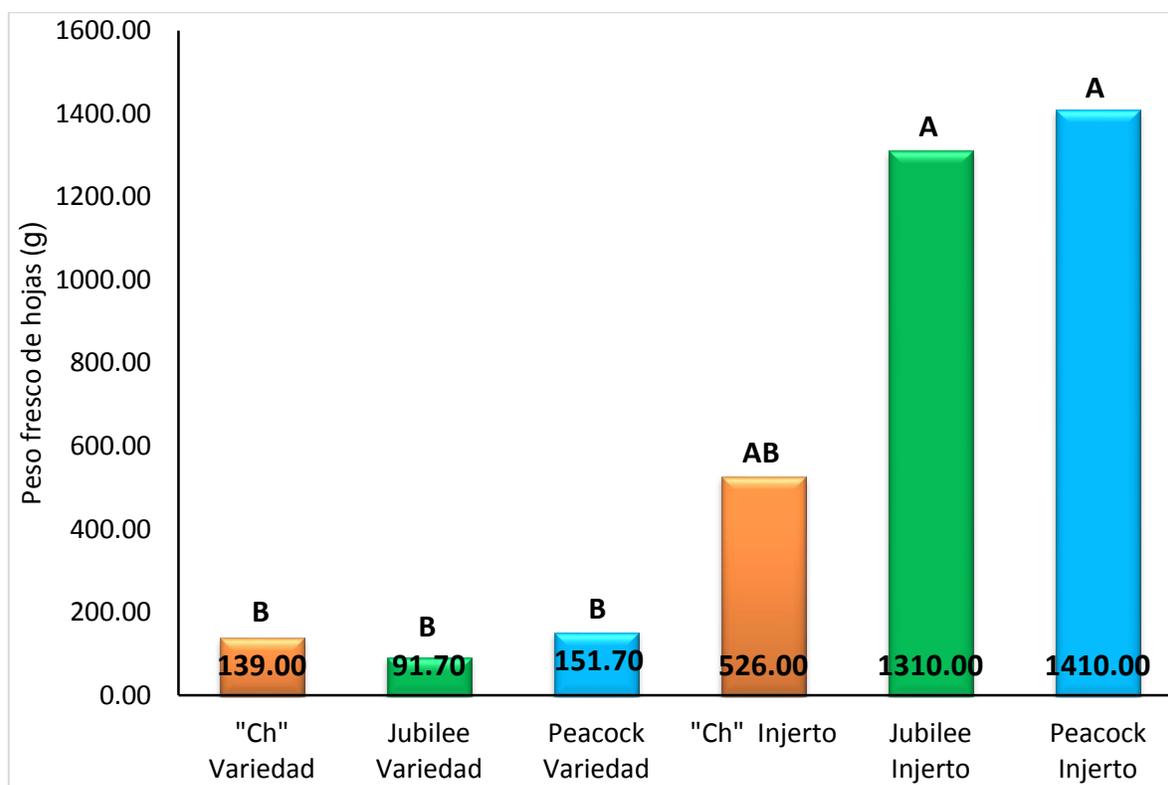
De acuerdo con los datos obtenidos en la variable Número de hojas se muestra que hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), en la Figura 9. En Jubilee Injerto y Peacock Injerto se tuvo una mejor respuesta, podría ser la compatibilidad con el portainjerto porque las combinaciones de injertos influyen en el crecimiento de la planta, por lo tanto los injertos promueven mayor crecimiento vegetativo según (López *et al.*, 2009; Yaoguo *et al.*, 2014). El que tuvo menor respuesta fueron las variedades sin injertar y "Ch" Injerto puede ser por la falta de materia orgánica, la salinidad, las enfermedades en el suelo, la compatibilidad del injerto, la cual limita el crecimiento de la sandía en suelos áridos comenta (Wang *et al.*, 2014).



**Figura 9.** Número de hojas de sandía, comparadas en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.10 Peso fresco de hojas

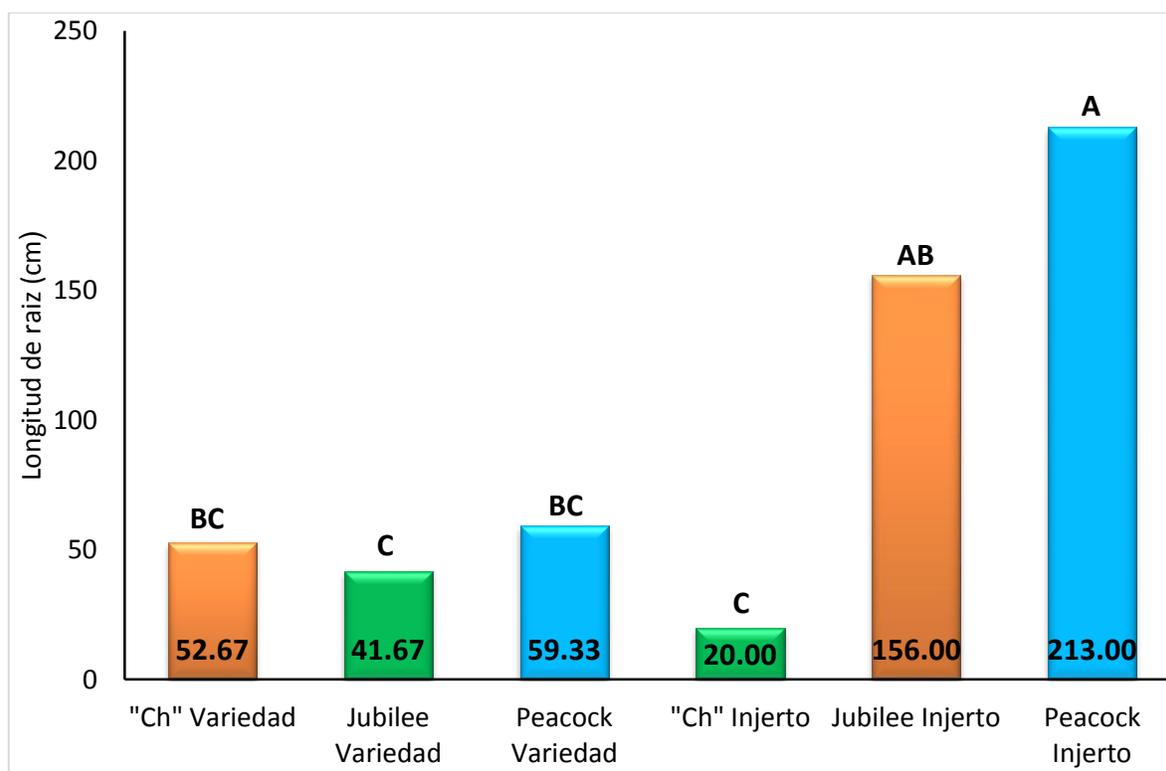
En la variable Peso fresco de hojas se observa estadísticamente que si existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ) se muestra en la Figura 10. Peacock Injerto y Jubilee Injerto obtuvieron una mayor respuesta porque los injertos incrementan el peso y el número de hojas hubo un efecto similar con el cultivar de sandía Crimson al utilizar Strong Tosa (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*) como portainjerto comenta (Yetisir *et al.*, 2003). El obtuvo menor peso fue la Jubilee Variedad porque las condiciones adversas de los suelos áridos reducen el crecimiento de la sandía según lo reportado por (Wu *et al.*, 2010).



**Figura 10.** Peso fresco de hojas de sandía, comparadas en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.11 Longitud de raíz

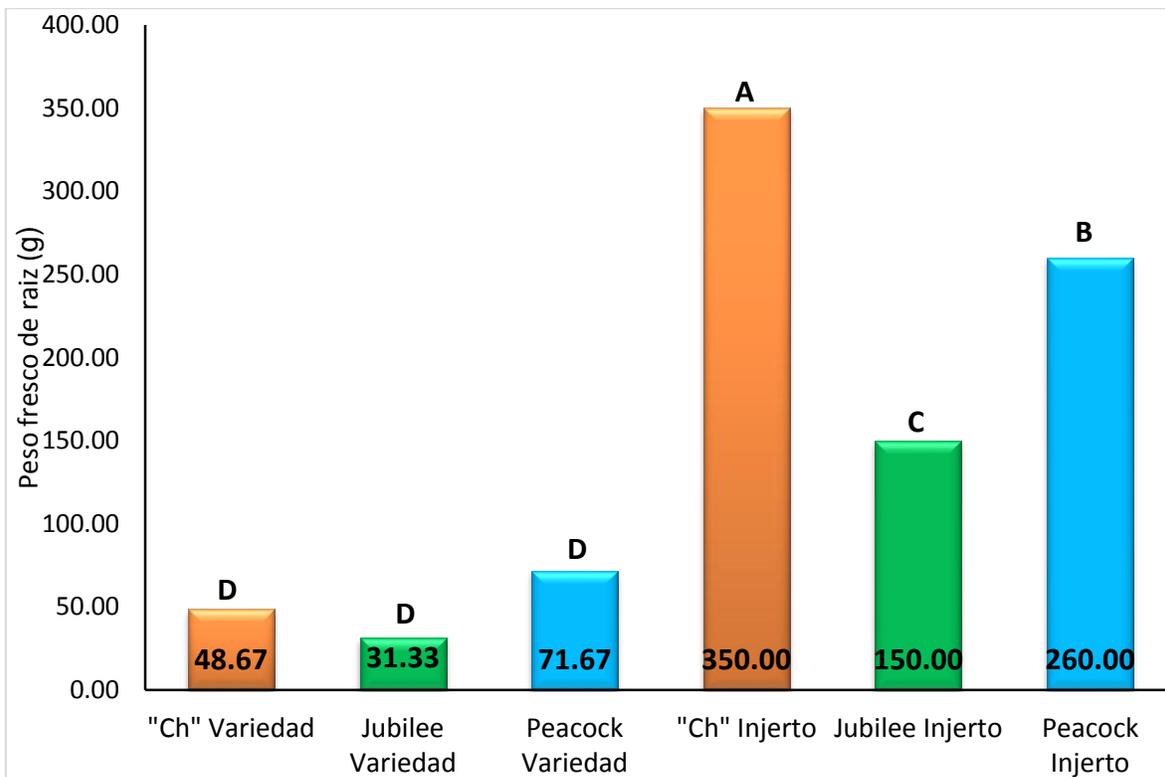
De acuerdo con los datos obtenidos para la longitud de raíz se muestra que hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ) Figura 11 entre las variedades y los injertos. El que mostró mejor respuesta fue Peacock Injerto esto puede ser a que el portainjerto es tolerante a algunos problemas del suelo (Yetisir *et al.*, 2006). El que mostró menor respuesta fue "Ch" Injerto y Jubilee Variedad porque hubo cerca un árbol (*Prosopis spp*) que tiene simbiosis con nematodos (*Meloidongyne spp*). Los nematodos reducen el crecimiento y producen agallas en las raíces (Thies *et al.*, 2010). Sin embargo el portainjerto es un híbrido (*Cucurbita maxima x Cucurbita moschata*) es tolerante a la infestación de nematodos según lo reportado por lo cual fue la causa de que no obtuviera una mejor respuesta como las demás plantas que fueron injertadas (Kokalis *et al.*, 2011).



**Figura 11.** Longitud de raíz de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.12 Peso fresco de raíz

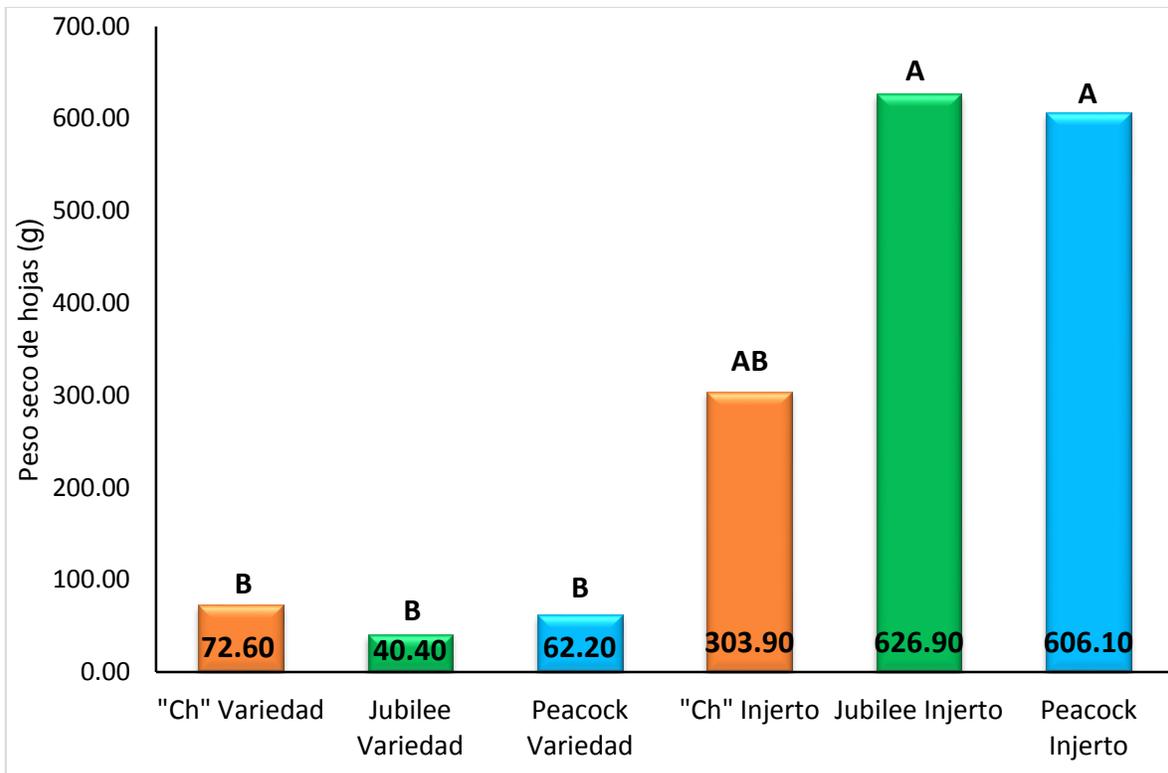
De acuerdo con los datos obtenidos para esta variable Peso fresco de raíz hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), como se muestra en la Figura 12 entre las variedades y los injertos. En "Ch" Injerto se obtuvo un mayor resultado, porque tuvo una infestación de nematodos que producen agallas reporta (Thies *et al.*, 2007; Anwar *et al.*, 2010). El de menor respuesta fueron las variedades sin injertar porque las condiciones de los suelos áridos como la sequía, la salinidad y las enfermedades reducen el crecimiento de la planta de sandía según lo reportado (Wu *et al.*, 2013).



**Figura 12.** Peso fresco de raíz de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.13 Peso seco de hojas

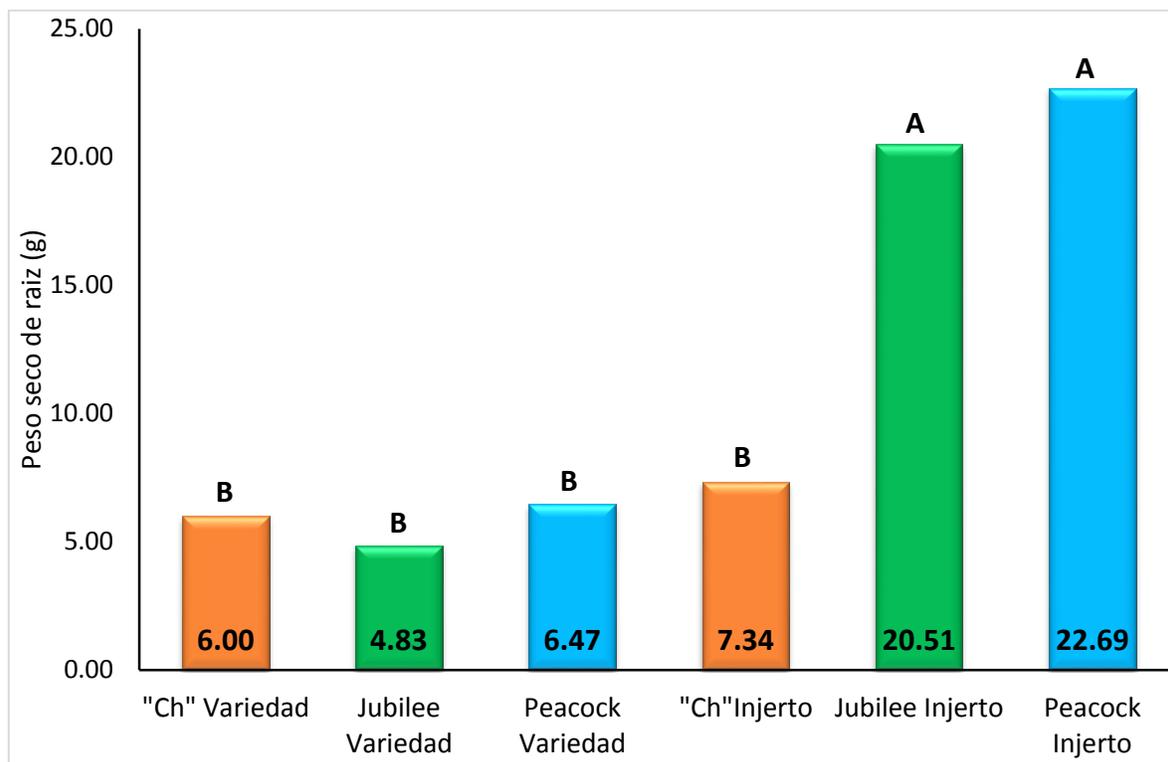
De acuerdo con los datos obtenidos para esta variable Peso seco de hojas se obtuvo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), entre las plantas injertadas y no injertadas como se muestra en la Figura 13. El Jubilee Injerto tuvo mayor peso seco de hojas, podría ser porque el portainjerto tuvo mejor combinación con las variedades, además hay más absorción y eficiencia de nutrientes del suelo, además hace que se consiga una mayor capacidad para su crecimiento foliar según (Huang *et al.*, 2013). El de menor respuesta fueron las variedades sin injertar podría ser por los problemas adversos del suelo que presenta la sandía, por lo tanto disminuye el crecimiento de la planta según (Wu *et al.*, 2008).



**Figura 13.** Peso seco de hojas de sandía, comparadas en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.14 Peso seco de raíz

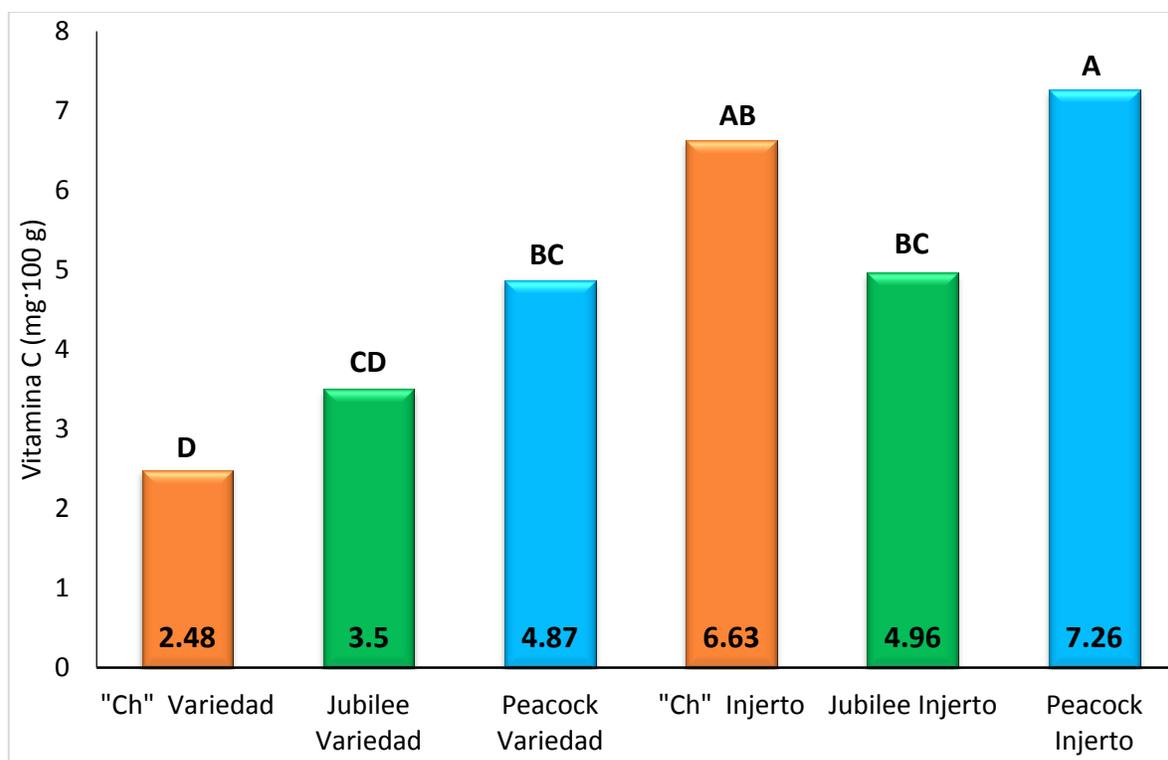
De acuerdo con los datos obtenidos para esta variable se muestra que hubo diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), entre las variedades y los injertos como se observa en la Figura 14. En Peacock Injerto y Jubilee Injerto se obtuvo mejor respuesta, porque los injertos obtienen mayor biomasa en las raíces sin importar los problemas del suelo menciona (Colla *et al.*, 2010), no obstante el portainjerto tiene mejor respuesta en la producción de biomasa según (Rouphael *et al.*, 2008), ante los problemas del suelo. Las variedades sin injertar y "Ch" Injerto obtuvieron menor respuesta porque el cultivo la sandía el principal problema en el crecimiento de la raíz es el suelo árido y los patógenos que se encuentran, por lo que afecta la producción de biomasa en la raíz según (Sigüenza *et al.*, 2005).



**Figura 14.** Peso seco de raíz de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.15 Vitamina C en fruto

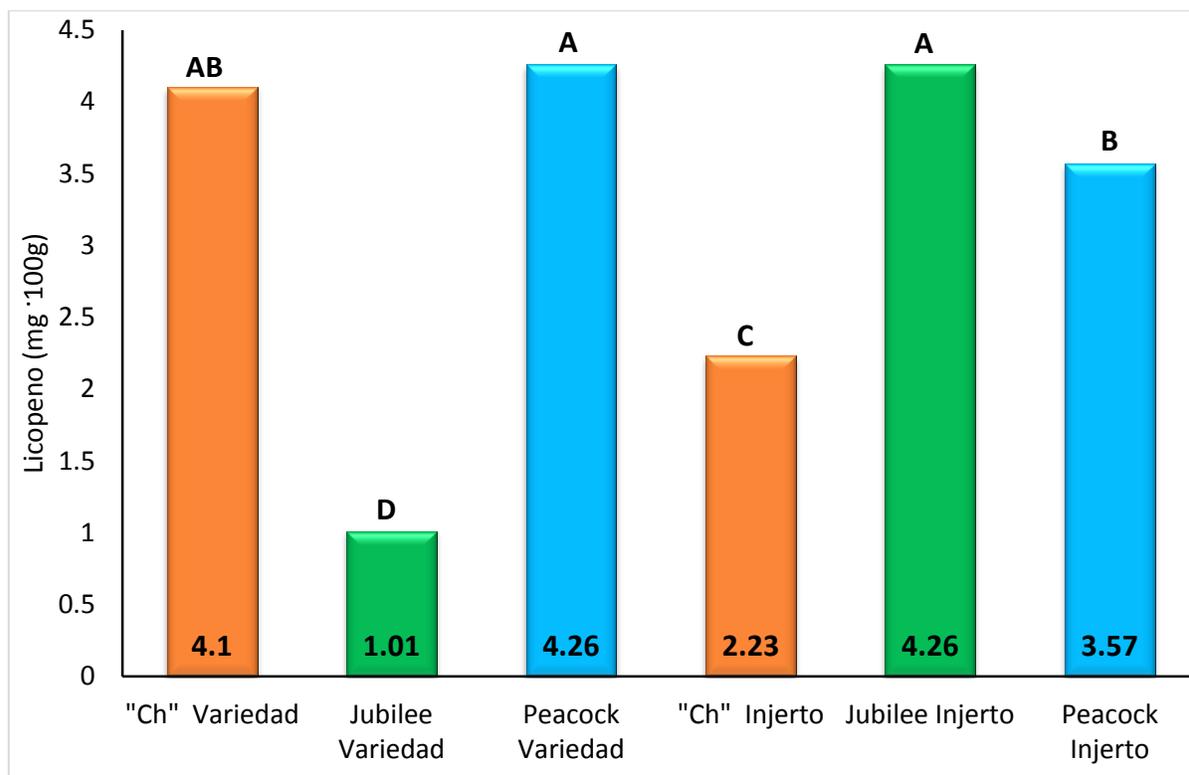
Respecto a esta variable se observa estadísticamente que existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ) como se muestra en la Figura 15, en donde Peacock Injerto obtuvo una mayor respuesta porque algunas combinaciones de injertos pueden aumentar más del 40% en Vitamina C en relación con la variedad sin injertar según lo reportado por (Proietti *et al.*, 2008), es una ventaja para incrementar la calidad del fruto a base de Vitamina C, no obstante la cantidad adecuada Ácido Ascórbico es de 8.19 mg·100g en sandía según (USDA, 2016), sin embargo se obtuvo un efecto similar en el pepino injertado en calabaza Figleaf (*Cucurbita ficifolia* Bouche) y Chaofeng Kangshengwang (*Lagenaria siceraria* Standl) reporta (Huang *et al.*, 2009) y el de menor respuesta fue "Ch" Variedad podría ser por haber sido cosechado en la estación cálida varía de 20-50% según (Oms *et al.*, 2009), también puede influir la variabilidad genética, como sucedió en otras variedades de sandía según (Leskovar *et al.*, 2004).



**Figura 15.** Vitamina C en fruto de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

#### 4.16 Licopeno en fruto

Acorde a la variable Licopeno en fruto se observa estadísticamente que existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha=0.05$ ), como se muestra en la Figura 16. Peacock Variedad y Jubilee Injerto obtuvieron una mayor respuesta porque la cantidad de licopeno depende demasiado a la maduración de las variedades menciona (Soteriou *et al.*, 2015), además influye el portainjerto (*C. máxima* x *C. moschata*) aumenta el licopeno en algunas variedades según (Mohamed *et al.*, 2012), por lo tanto los portainjertos pueden incrementar o disminuir la calidad de fruto dice (Davis *et al.*, 2006) y el de menor respuesta fue Jubilee Variedad puede ser porque algunas variedades producen menor licopeno según (Perkins *et al.*, 2006), o también podría ser por la radiación solar que disminuye el licopeno en fruto según lo reportado (Hao *et al.*, 2012).



**Figura 16.** Licopeno en fruto de sandía, comparados en plantas injertadas y no injertadas.

## V.- CONCLUSIONES

- Cuando se injerta las variedades Charleston, Jubilee, y Peacock con el portainjerto (*Cucurbita máxima* x *C. moschata*) se obtiene un mejor crecimiento en planta y una mayor producción.
- La variedad Jubilee incrementa el licopeno en fruto de manera significativa mediante la técnica de injerto.
- En las tres variedades injertadas aumenta de manera significativa la cantidad de Vitamina C.

## VI.- LITERATURA CITADA

- Acosta, M. A.** 2005. Técnica de injertos en cultivos hortícolas. (1)62-65. Recuperado desde: [http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf\\_hortint/hortint\\_2005\\_E\\_62\\_65.pdf](http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_hortint/hortint_2005_E_62_65.pdf) Consultado el 24 de octubre del 2015 a las 10:00 am).
- Acosta, R. G. F., Galván, L. R., Lujan F. M., Quiñones, P. F. J., & Chávez S. N.** 2015. Chihuahua- INIFAP.
- Agrolanzarote.** 2012. Sandía. Fichas técnicas de cultivos de Lanzarote. Pp. 3-5.
- Álvarez, H. J. C., Castellanos, R. J. Z., Aguirre, M. C. L., Huitrón, R. M. V., & Camacho, F. F.** 2015. Influence of rootstocks on *fusarium* wilt, nematode infestation, yield and fruit quality in watermelon production. *Ciência e Agrotecnologia*. 39(4).
- Anwar, S. A., & McKenry, M. V.** 2010. Incidence and reproduction of *Meloidogyne incognita* on vegetable crop genotypes. *Pakistan Journal of Zoology*, 42(2):135-141.
- Ayala, N., & Baruja, D.** 2010. Cultivo de Sandía. Guía Técnica de Rubros Agropecuarios. San Lorenzo, Paraguay. Pp. 52-53.
- Baixauli, C., Giner, A., Aguilar, J. M., Najera, I., & Nuñez A.** 2007. Estudio del comportamiento de diferentes portainjertos en un cultivo de sandía sin pepitas. INNOVAR Y PRODUCIR para el FUTURO. VII Congreso Ibérico de Agroingeniería y Ciencias Hortícolas. Madrid, España.
- Barba, A., Espinosa, J., & Suris, M.** 2015. Adopción de prácticas para el manejo agroecológico de plagas en la sandía (*Citrullus lanatus* Thunb.) en Azuero, Panamá. *Revista de Protección Vegetal*. 30(2):104-114.
- Bekhradi, F., Kashi, A., & Delshad, M.** 2011. Archive of SID Effect of three cucurbits rootstocks on vegetative and yield of ' Charleston Gray ' watermelon Archive of SID. *International Journal of Plant Production*. 5(2).
- Besri, M.** 2008. Cucurbits grafting as alternative to methyl bromide for cucurbits production in morocco. Hassan II Institute of Agronomy and veterinary medicine. Rabat, Morocco.
- Borel, P., Desmarchelir, C., Nowicki, M., & Bott, R.** 2015. Lycopene bioavailability is associated with a combination of genetic variants. *Free Radical Biology and Medicine*, 84, 238-244.

- Boyhan, G., & Price, T.** 2009. Evaluation of select watermelon varieties. *Plant Science*. P.p. 134-136.
- Bruton, B.D., Fish W.W., Warren, R., & Popham T.W.** 2009. The influence of rootstock selection on fruit quality attributes of watermelon. *The Open Food Science Journal*, 3(1):15–34.
- Cajamar.**2014. Cultivo de la sandía. Grupo Cooperativo Cajamar. España. Pp 14.
- Calvo, P. B., Meléndez, G., Vinicio C. M., & Umaña, G.** 2005. Sistemas poscosecha en frutas de mago, melón y sandía: conceptos y aplicaciones. Curso de Capacitación en Universidad de Costa Rica. P. 32.
- Camacho, F. F., & Fernández R. E. J.** 2000. El cultivo de sandía apirena injertada, bajo invernadero, en el litoral Mediterráneo Español. Tesis. Barcelona, España. P. 100.
- Candir, E., Yetisir H., Karaca F., & Ustun D.** 2013. Phytochemical characteristics of grafted watermelon on different bottle gourds (*Lagenaria siceraria*) collected from Mediterranean region of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 37(4):443-456.
- Casaca, A. D., Sierra, E., Cruz, J., Arellano, D. A., & Jimenez, T. M.** 2005. El cultivo de la sandía (*C. Lanatus*). Guías Tecnológicas de Frutas y Verduras. Costa Rica. pp 4.
- Chomiccki, G., & Renner, S. S.** 2015. Watermelon origin solved with molecular phylogenetics including Linnaean material: another example of museomics. *The New phytologist*. 205(2):526-532.
- Choudhary, R., Bowser, T.J., Weckler, P., Maness, N.O., & McGlynn, W.** 2009. Rapid estimation of lycopene concentration in watermelon and tomato puree by fiber optic visible reflectance spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*. 52(1):103-109.
- Cohen, R., Tyutyunik, J., Fallik, E., Oka, Y., Tadmor, Y., & Edelstein, M.** 2014. Phytopathological evaluation of exotic watermelon germplasm as a basis for rootstock breeding. *Scientia Horticulturae*. 165:203-210.
- Colla, G., Roupshael, Y., Cardarelli, M., Salerno, A., & Rea, Elvira.** 2010. The effectiveness of grafting to improve alkalinity tolerance in watermelon. *Environmental and Experimental Botany*. 68(3):283-291.
- Condurso, C., Verzera, A., Dima, G., Tripodi, G., Crinò, P., Paratore, A., & Romano, D.** 2012. Effects of different rootstocks on aroma volatile

compounds and carotenoid content of melon fruits. *Scientia Horticulturae*. 148: 9-16.

- Cristóbal**, M. E., & Arias, S. 2007. Manual para la producción de sandía. Programa de Diversificación Económica Rural. Estados Unidos de América. pp: 5.
- Cruz**, B. R. M., González, G. J., & Sánchez, C. P. 2013. Propiedades funcionales y beneficios para la salud del licopeno. *Nutrición Hospitalaria*. 28(1):6-15.
- Cushman**, K. 2009. Grafting Techniques for Watermelon. University of Florida, IFAS Extension. Pp. 1-5.
- Daniel**, C. A. 2005. El cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus*). Documento Técnico de Guías Tecnológicas de Frutas y Vegetales. Costa Rica.
- Davey**, M. W., Van Montagu, M., Inze´, D., Sanmartin, M., Kanellis, A., Smirnoff, N. 2000. Plant L-ascorbic: Chemistry, function, metabolism, bioavailable and effects of processing. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 825–860.
- Davis**, A. R., Fish, W. W., & Perkins V. P. 2003. A rapid spectrophotometric method for analyzing lycopene content in tomato and tomato products. *Postharvest Biology and Technology*. 28(3): 425-430.
- Davis**, A. R., & Perkins, V. P. 2006. Rootstock Effects on Plant Vigor and Watermelon Fruit Quality. *Cucurbit Genetics Cooperative Report*. 28-29:39-42.
- Edelstein**, M., Tyutyunik, J., Fallik, E., Meir, A., Tadmor, Y., & Cohen, R. 2014. Horticultural evaluation of exotic watermelon germplasm as potential rootstocks. *Scientia Horticulturae*. 165:196-202.
- Escalona**, C. V., Alvarado V. P., Monardes M. H., Urbina Z. C., & Martin B. A. 2009. Manual de cultivo del cultivo de sandía (*Citrullus lanatus*) Y MELÓN (*Cucumis melo* L.). Nodo Horticola, IV Region. Universidad de Chile. Pp. 8-10.
- Espinosa**, V. S., Perez A. A. 2013. Injertos de Chile, Sistema Producto Chile Chiapas, A. C. Fundación Produce Chiapas A. C. Chiapas, México. P. 7-10.
- Fan**, M., Huang, Y., Zong Y., Kong, Q., Xie, J., Niu, M., Xu, Y., & Bie, Z. 2013. Comparative transcriptome profiling of potassium starvation responsiveness in two contrasting watermelon genotypes. *Planta*, 239 (2):397-410.

- FAO.** 2007. Técnicas mejoradas de postcosecha, procesamiento y comercialización de frutas. Manual de manejo postcosecha de frutas tropicales. Pp 16-25.
- FAO.** 2016. La calidad en frutas y hortalizas. Recuperados desde: <http://www.fao.org/docrep/006/y4893s/y4893s08.htm> el 18 de enero de 2016 a las 8:40 pm.
- Farnesi, R., Bertram, L., & Lercari, B.** 2002. The use of UV radiation to control architecture of cucurbits transplant. In XXVI International Horticultural Congress: Issues and Advances in Transplant Production and Stand Establishment Research 631 pp. 129-134.
- Fish, W. W., Perkins V. P., & Collins J. K.** 2002. A Quantitative Assay for Lycopene that utilizes Reduced volumes of Organic Solvents. *Journal of Food Composition and Analysis.* 15: 309 -317.
- Flores, K., Sánchez, M. Pérez, M. D., López, M., Guerrero, J., & Garrido, V. A.** 2008. Prediction of total soluble solid content in intact and cut melons and watermelons using near infrared spectroscopy. *Journal of Near Infrared Spectroscopy.* 16(1):91.
- García, C. M. N.** 2006. Carotenoids increase iron absorption from cereal-based food in the human. *Nutrition Research.* 26(7):340-344.
- Gázquez, G. J.C., Meca, A. D. E., Martínez, F. E., Segura R. M. D.** 2007. Trial of staking and creeping mini-watermelon (*Citrullus lanatus* Thunb.) cultivars growing under greenhouse. Seminario de Técnicos y Especialistas en Horticultura. Ibiza, España. P.p. 391-403.
- Gómez, L., Rodríguez, M., Enrique, R., Miranda, I., & González, E.** 2009. Factores de los limitantes de los rendimientos y calidad de las cosechas en la producción protegida de hortalizas. *Revista de protección vegetal.* 24(2).
- Graham, C. J., Payne, J. T., & Molnar, E. J.** 2000. Cell Size and Pretransplant Nutritional Conditioning Influence Growth and Yield of Transplanted Jubilee' Watermelon. *HortTechnology,* 10(1):199-203.
- GUASCH.** Semillas. 2012. Características sandía Charleston Gray.
- Hao, H., Ma, L., Cong, H., Li, Q., Yu, X.** 2012. Isolation and characterization of a muskmelon cDNA encoding Lycopene Beta-cyclase. *Gene.* 503(1): 147-151.
- Hassanzadeh, K. H., Ebrahim, Zakeri, E., Saedi G., and Shakerdargah, G.** 2012. Evaluation of Different Rootstocks and Grafting Techniques on Graft Union

Percent, Yield and Yield Components of Watermelon CV. 'Crimson Sweet. World Applied Sciences Journal.18 (5): 645-651.

**Hassell, R. L., & Memmott, F.** 2008. Grafting Methods for Watermelon Production. HortScience. 43(6):1677-1678.

**Helrich, K.** 1990. Official Methods Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemists. Ed.15. Virginia USA.

**Hoyos, E. P.** 2007. Situación del injerto en Horticultura en España: especies, zonas de producción de planta. Universidad Politécnica de Madrid, Industria Hortícola.

**Huang, Y., Li, J., Hua, B., Liu, Z., Fan, M., Bie, Z.** 2013. Grafting onto different rootstocks as a means to improve watermelon tolerance to low potassium stress. Scientia Horticulturae. 149: 80-85.

**Huang, Y., Tang, R., Cao, Q., & Bie, Z.** 2009. Improving the fruit yield and quality of cucumber by grafting onto the salt tolerant rootstock under NaCl stress. Scientia Horticulturae. 122(1):26-31.

**Huitron, M. V., Diaz, M., Diáñez, F., & Camacho, F.** 2007. The effect of various rootstocks on triploid watermelon yield and quality. Journal of Food, Agriculture and Environment. 23(4): 344-348.

**Huitron, R. M. V., Ricardez S. M., & Camacho F. F.** 2009. Influence of Grafted Watermelon Plant Density on Yield and Quality in Soil Infested with Melon Necrotic Spot Virus. HortScience. 44(7): 1838-1841.

**Ilic, D., Forbes, K. M., & Hased, C.** 2011. Lycopene for the prevention of prostate cancer. The Cochrane database of systematic reviews. (11): CD008007.

**INIFAP.** 2010. Sandía Guía Técnica para el Campo Experimental Valle de Culiacán. Culiacán Sinaloa, México. Pp. 120-126.

**Justus, I., Kubota, C.** 2010. Effects of low temperature storage on growth and transplant quality of non-grafted and grafted cantaloupe-type muskmelon seedlings. Scientia Horticulturae. 125(1): 47-54.

**Kokalis, B. N. & Roskopf, E. N.** 2011. Microplot Evaluation of Rootstocks for Control of Meloidogyne incognita on Grafted Tomato, Muskmelon, and Watermelon. Journal of nematology. 43(3-4):166-171.

**Kong, Q., Chen, J., Liu, Y., Ma, Y., Liu, P., Wu, S., Huang, Y., & Bie, Z.** 2014. Genetic diversity of Cucurbita rootstock germplasm as assessed using simple sequence repeat markers. Scientia Horticulturae. 145:150-155.

- Kumar, R.** 2009. Inheritance of fruit yield and other horticulturally important traits in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai].
- Kyriacou, M. C., Soteriou, G.A., Roupael, Y., Siomos, A.S., & Gerasopoulos, D.** 2015. Configuration of watermelon fruit quality in response to rootstock-mediated harvest maturity and postharvest storage. *J Sci Food Agric*. Doi: 10.1002/jsfa.7356.
- Kyriacou, M. C. & Soteriou G.** 2014. Quality and postharvest performance of watermelon fruit in response to grafting on interspecific cucurbit rootstocks. *Journal of Food Quality*. 38: 21–29.
- Leskovar, D. I., Bang, H., Crosby, K. M., & Maness, N.** 2004. Lycopene, carbohydrates, ascorbic acid and yield components of diploid and triploid watermelon cultivars are affected by de cit irrigation. *Journal of horticultural science & biotechnology*, 79(1):75-81.
- Lewinsohn, E., Sitrit, Y., Bar, E., Azulay, Y., Ibdah, M., Meir, A., Yosef, E., Zamir, D., & Tadmor, Y.** 2005. Not just colors—carotenoid degradation as a link between pigmentation and aroma in tomato and watermelon fruit. *Trends in Food Science & Technology*. 16(9): 407-415.
- Liu, N., Yang, J., Fu, X., Zang, L., Tang, K., Guy, K. M., Hu, Z., Guo, S., Xu, Y., & Zang, M.** 2015. Genome-wide identification and comparative analysis of grafting-responsive mRNA in watermelon grafted onto bottle gourd and squash rootstocks by high-throughput sequencing. *Molecular genetics and genomics: MGG*.
- Liu, N., Yang, J., Guo S., Xu, Y., & Zhang, M.** 2013. Genome-wide identification and comparative analysis of conserved and novel microRNAs in grafted watermelon by high-throughput sequencing. *PloS one*. 8(2): e57359.
- López, E. J., Huez, L. M. A., Jiménez L. J., Rodríguez, J. C., Garza, O. S., & Escoboza, G. L. F.** 2011. Efecto de la densidad de plantación en sandía sin semilla injertada sobre bule (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 14(1):349-355.
- López, E., Ruiz, S. J., & Céspedes, A.** 2009. Adopción de la Tecnología de Injertos en los Cultivos Protegidos de Hortalizas en Cuba. *AGRIS*.13 (2).
- Lou, L.** 2009. Inheritance of fruit characteristics in watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai].
- Mohamed, F., El Hamed, K., Elwan, M., & Hussien, M. A.** 2012. Impact of Grafting on Watermelon Growth, Fruit Yield and Quality. *Vegetable Crops Research Bulletin*. 76(1): 99-118.

- Moreno**, A., Alferez, A., Aviles, M., Dianeze, F., Blanco, R., Santos, M., & Tello, J.C. 2001. First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-cucumerinum* on cucumber in Spain. *Plant disease*. 85(11):1206
- Motes**, J., Damicone, J., Duthie, J., & Edelson, J. 2004. Watermelon production. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University.
- Myung**, J. L., Kubota, C., Tsao, S. J., Bie, Z., Hoyos E. P., Morra, L., Oda, M. 2010. Current status of vegetable grafting: Diffusion, grafting techniques, automation. *Scientia Horticulturae*. 127:93-105.
- Nanasato**, Y., Akashi K. & Yakota A. 2005. Co-expression of cytochrome b561 and ascorbate oxidase in leaves of wild watermelon under drought and high light conditions. *Plant & cell physiology*. 46(8):1515-1524.
- Naz**, A., Butt M. S., Sultan M. T. Qayyum M. M. N., & Niaz R. S. 2014. Watermelon lycopene and allied health claims. *EXCLI journal*. 13: 650-660.
- Odriozola**, S. I., Hernández, J. T., & Martín, B. O. 2007. Comparative evaluation of UV-HPLC methods and reducing agents to determine vitamin C in fruits. *Food Chemistry*. 105(3): 1151-1158.
- Olives**, B. A. I., Hurtado, M. C., Mata, M.C. S., Ruiz, V. F., & Tejada, M. L. S. 2006. Application of a UV-vis detection-HPLC method for a rapid determination of lycopene and  $\beta$ -carotene in vegetables. *Food Chemistry*. 95(2): 328-336.
- Oms**, Ol. G., Odriozola S. I., Soliva F. R., & Martín, B. O. 2009. Effects of high-intensity pulsed electric field processing conditions on lycopene, vitamin C and antioxidant capacity of watermelon juice. *Food Chemistry*, 115(4), 1312-1319.
- Paris**, H. S., Daunay M. C., Janick J. 2013. Medieval iconography of watermelons in Mediterranean Europe. *Annals of Botany*. 112(5):867-879.
- Paris**, H. S. 2015. Origin and emergence of the sweet dessert watermelon, (*Citrullus lanatus*). *Annals of botany*. 116(2):133-148.
- Pereira**, S. N. da C., Junger, T. A., Leite, O. F., Maeda, T. C., Palumbo, J. A., Eurico, N. L., Falagan, L. P., Granjeiro, J. M., Bueno, F. L., & Pereira, G. E. R. 2014. Lycopene induce apoptosis in human prostate cells and alters the expression of Bax and Bcl-2 genes. *LWT Food Science and Technology*, 59(2):1290–1297.

- Perkins, V. P.** Collins, J. K. Davis, A. R. & Roberts, W. 2006. Carotenoid content of 50 watermelon cultivars. *Journal of agricultural and food chemistry*. 54(7): 2593-2597.
- Perkins, V. P., & Collins, J. K.** 2006. Carotenoid changes of intact watermelons after storage. *Journal of agricultural and food chemistry*. 54(16): 5868-5874.
- Proietti, S., Roupshael, Y., Colla, G., Cardarelli, M., De Agazio, M., Zacchini, M., Rea, E., Moscatello, S., & Battistelli, A.** 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 88(6): 1107-1114.
- Răţoi, I., Toma, V., Croitoru, M., Vladu, C. E.** 2015. Research on fertigation culture watermelons on sandy soils. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*. 19(1): 221-225.
- Reche, M. J.** 1995. Cultivo Intensivo de Sandia. Ficha Técnica de Sandia. Madrid, España. Pp. 3-7.
- Ricárdez, S. M., Huitrón, R. M.V. Tello, M. J.C. & Camacho, Ferre. F.** 2010. Planting density for grafted melon as an alternative to methyl bromide use in México. *Scientia Horticulturae*. 126(2): 236-241.
- Roberts, W., Bruton, B., Fish, W., Taylor, M., & Center, L. A.** 2007. Using grafted transplants in watermelon production. In *From the 2007 Proceedings of the Southeast Regional Vegetable Conference, Georgia, USA*.
- Romic, D., Ondrasek, G., Romic, M., Josip, B., Vranjes, M., & Petosic, D.** 2008. Salinity and irrigation method affect crop yield and soil quality in watermelon (*Citrullus lanatus* L.) growing. *Irrigation and drainage*, 57(4): 463-469.
- Roupshael, Y., Cardarelli, M., Colla, G., & Rea, E.** 2008. Yield, Mineral Composition, Water Relations, and Water Use Efficiency of Grafted Mini-watermelon Plants Under Deficit Irrigation. *HortScience*. 43(3): 730-736.
- Roupshael, Y., Schwarz, D., Krumbein, A., Colla, G.** 2010. Impact of grafting on product quality of fruit vegetables. *Scientia Horticulturae*. 127:172-179.
- SAGARPA.** 2012. México, principal exportador mundial de sandía. Boletín. Recuperado desde: <http://www.sagarpa.gob.mx/Delegaciones/yucatan/Boletines/Paginas/201206B044.aspx> Consultado el 15 de octubre del 2015 a las 9:00 pm.
- Santiago, H. M.** 2008. Ficha Técnica de la Sandia (*Citrullus lanatus*). Universidad Veracruzana. Tuxpan, Veracruz. Pp. 5-7 Recuperado desde: <http://es.scribd.com/doc/46480125/Ficha-Tecnica-Sandia#scribd> el 1 de diciembre de 2015 a las 13:30.

- Schwarz, D., Roupshael, Y., Colla, G., Venema, J. H.** 2010. Grafting as a tool to improve tolerance of vegetables to abiotic stresses: Thermal stress, water stress and organic pollutants. *Scientia Horticulturae*. 127:162–171.
- Shahzad, T., Ahmad I., Choudhry S., Saeed M. K., & Khan M. M.** 2014. DPPH Free Radical Scavenging Activity of Tomato, Cherry Tomato and Watermelon: Lycopene Extraction, Purification and Quantification. *Academic Sciencis*. 6(2): 223- 228.
- Sigüenza, C., Schochow, M., Turini, T. & Ploeg, A.** 2005. Use of *Cucumis metuliferus* as a Rootstock for Melon to Manage *Meloidogyne incognita*. *Journal of nematology*. 27(3): 276-280.
- Soteriou, G. A., Kyriacou M. C., Siomos, A. S., & Gerasopoulos D.** 2014. Evolution of watermelon fruit physicochemical and phytochemical composition during ripening as affected by grafting. *Food chemistry*. 165: 282-289.
- Soteriou, G.A., Kyriacou, M.C., Siomos, A.S. & Gerasopoulos, D.** 2015. Rootstock-mediated effects on watermelon ripening behavior and fruit physicochemical and phytochemical composition. *Acta Hortic*. 1079:707-714.
- Sun, H. X., Wang, W., Zhang, P., Wang, Z. W., Jia, Z. K., & Yang, B. P.** 2014. Effects of straw mulching on soil moisture and watermelon yield in dryland. *The journal of applied ecology*. 25(7): 2004-2010.
- Thies, J. A., Ariss, J. J., Hassell, R. L., Olson, S., Kousik, C. S., & Levi, A.** 2010. Grafting for management of southern root-knot nematode, *Meloidogyne incognita*, in watermelon. *Plant Disease* 94(10):1195-1199.
- Thies, J. A. & Levi, A.** 2007. Characterization of Watermelon (*Citrullus lanatus* var. *citroides*) Germplasm for Resistance to Root-knot Nematodes. *HortScience*. 42(7): 1530-1533.
- Thomas, R. J. & Grossourdy R.** 2015. Sandia. EcuRed Conocimiento con todos y para todos. Citado el 2 de noviembre de 2015 a las 14:00 en: <http://www.ecured.cu/Sand%C3%ADa>
- Tlili, I., Hdider C., Lenucci M. S., Ilahy R., Jebari H., & Dalessandro G.** 2011. Bioactive compounds and antioxidant activities during fruit ripening of watermelon cultivars. *Journal of Food Composition and Analysis*. 24(7): 923-928.
- Trionfetti, N. P., Colla, G. Granati, E. Temperini, O. Crinò, P. Saccardo, F.** 2002. Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. *Scientia Horticulturae*. 93(3-4): 281-288.

- USDA.** 2016. Basic Report: 09326, Watermelon, raw. Nutrient values and weights are for edible portion. National Nutrient Database for Standard Reference. United States.
- Vaughn, K. L. S., Clausen, E. C., King, W. J., Howard, L. R., & Carrier D. J.** 2008. Extraction conditions affecting supercritical fluid extraction (SFE) of lycopene from watermelon. *Bioresource technology*. 99(16): 7835-7841.
- Wang, Y., Xie, Z., Malhi, S. S., Vera, C. L., & Zhang, Y.** 2014. Gravel-sand mulch thickness effects on soil temperature, evaporation, water use efficiency and yield of watermelon in semi-arid Loess Plateau, China. *Acta Ecologica Sinica*, 34(5), 261-265.
- Wani, A. A., Sogi D. S., Singh P., Wani I. A., & Shivhare U. S.** 2011. Characterisation and functional properties of watermelon (*Citrullus lanatus*) seed proteins. *Journal of the science of food and agricultura*.91 (1):113-121.
- Wani, A. A., Sogi D. S., & Khatkar B. S.** 2015. Influence of watermelon seed protein concentrates on dough handling, textural and sensory properties of cookies. *Journal of food science and technology*. 52(4):2139-2147.
- Wen'en, Z., Pin L., & Huihui G.** 2013. Studies on carotenoids in watermelon flesh. *Agricultural Sciences*. 4(7):13-20.
- Wu, F., Liu, B., & Zhou, X.** 2010. Effects of root exudates of watermelon cultivars differing in resistance to (*Fusarium*) wilt on the growth and development of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum*. *Allelopathy Journal*. 25(2).
- Wu, H. S., Gao, Z. Q., Zhou, X. D., Shi, X., Wang, M. Y., Shang, X. X., Liu, Y.-D., Gu, D. L., & Wang, W. Z.** 2013. Microbial dynamics and natural remediation patterns of (*Fusarium*) -infested watermelon soil under 3-yr of continuous fallow condition. *Soil Use and Management*. 29(2): 220-229.
- Wu, H., Yang, X., Fan, J., Miao, W., Ling, N., Xu, Y., Huang, Q., Shen, Q.** 2008. Suppression of *Fusarium* wilt of watermelon by a bio-organic fertilizer containing combinations of antagonistic microorganisms. *BioControl*. 54(2): 287-300.
- Yang, Y., Lu, X., Yan, B., Li, B., Sun, J., Guo, S., & Tezuka, T.** 2013. Genome-wide identification and comparative analysis of conserved and novel microRNAs in grafted watermelon by high-throughput sequencing. *Journal of plant physiology*. 170(7):653-661.
- Yaoguo, Q., Cuiqin, Y., Jialong X., Jing, H., Xiaoli M., Chuanyang, Y., Yangxia, Z., Xia, L., Zhongqun, H., Zhi, H., & Zesheng, Y.** 2014. Effects of Dual/Threefold Rootstock Grafting on the Plant Growth, Yield and Quality of

Watermelon. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*. 42(2): 495-500.

**Yau**, E. W., Rosnah, S., Noraziah, M., Chin, N. L. & Osman, H. 2010. Physico-chemical compositions of the red seedless watermelons (*Citrullus Lanatus*). *International Food Research Journal*. 17: 327-334.

**Yetisir**, H., Çaliskan, M. E., Soylu, S., & Sakar, Musa. 2006. Some physiological and growth responses of watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. And Nakai] grafted onto *Lagenaria siceraria* to flooding. *Environmental and Experimental Botany*. 58(1-3): 1-8.

**Yetisir**, H., & Sari, N. 2003. Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Animal Production Science*, 43(10):1269-1274.

**Yoo**, K. S., Bang H., Jin L. E., Crosby K., & Bhimanagouda S. P. 2012. Variation of carotenoid, sugar, and ascorbic acid concentrations in watermelon genotypes and genetic analysis. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*. 53(6): 552-560.

**Zhang**, Y. F., Dong, L., Liu, Z. H., Chen, G. S., Li, Y., & Zhang, P. P. 2010. Effect of fertilization amount and ratio on yield, quality and nutrient absorption of watermelon. *Chinese Journal of Eco-Agriculture*. 18(4):765-769.

## VII.- APÉNDICE

**Tabla 1.** Análisis de varianza para la variable Peso de fruto.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	122.489	24.947	43.96	<.0001
Rep.	2	0.007	0.003	0.01	0.933
Error	10	5.572	0.577		
Total	17	128.069			
		<b>Media: 6.394</b>	<b>C. V.: 11.673</b>		

**Tabla 2.** Comparación de medias para Peso de fruto.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
CD	4.96	“Ch” Variedad
BC	7.06	Jubilee Variedad
E	2.83	Peacock Variedad
AB	9.00	“Ch” Injerto
A	10.20	Jubilee Injerto
DE	4.30	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 3.** Análisis de varianza para la variable Diámetro polar de fruto.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	1642.666	328.533	13.92	0.0003
Rep.	2	1.333	0.666	0.03	0.972
Error	10	236.00	23.60		
Total	17	1880.00			
		<b>Media: 34.666</b>	<b>C. V.: 14.013</b>		

**Tabla 4.** Comparación de medias para Diámetro polar de fruto.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
BCD	31	“Ch” Variedad
ABC	37.66	Jubilee Variedad
D	21	Peacock Variedad
A	50	“Ch” Injerto
A	41.33	Jubilee Injerto
CD	27	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 5.** Análisis de varianza para la variable Firmeza de fruto.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	34.32923	6.8584	0.79	0.5811
Rep.	2	62.6386	31.3193	3.6	0.0664
Error	10	86.980	8.6980		
Total	7	183.911			
		<b>Media: 6.1183</b>	<b>C. V.: 48.2032</b>		

**Tabla 6.** Comparación de medias para la Firmeza de fruto.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
A	6.96	“Ch” Variedad
A	3.43	Jubilee Variedad
A	6.16	Peacock Variedad
A	5.85	“Ch” Injerto
A	6.33	Jubilee Injerto
A	7.96	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 7.** Análisis de varianza para la variable Grados Brix.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	14.626	2.925	3.37	0.0481
Rep.	2	2.963	1.481	1.71	0.2299
Error	10	8.670	0.867		
Total	17	26.260			
		<b>Media: 7.90</b>	<b>C. V.: 11.786</b>		

**Tabla 8.** Comparación de medias para Grados Brix.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
A	8.40	“Ch” Variedad
A	8.60	Jubilee Variedad
A	8.63	Peacock Variedad
A	6.20	“Ch” Injerto
A	8.36	Jubilee Injerto
A	7.20	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 9.** Análisis de varianza para la variable Número de frutos por planta.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	7.333	1.466	6.29	0.0069
Rep.	2	0.333	0.166	0.71	0.512
Error	10	2.333	0.233		
Total	17	10.000			
		<b>Media: 1.666</b>	<b>C.V.: 28.982</b>		

**Tabla 10.** Comparación de medias para Número de frutos por planta.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
<b>B</b>	1.00	“Ch” Variedad
<b>AB</b>	1.33	Jubilee Variedad
<b>B</b>	1.00	Peacock Variedad
<b>AB</b>	1.66	“Ch” Injerto
<b>A</b>	2.66	Jubilee Injerto
<b>AB</b>	2.33	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para la variable Longitud de guía principal.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	617348.277	123469.655	9.76	0.0013
Rep.	2	17441.777	8720.888	0.69	0.524
Error	10	126465.555	12646.555		
Total	17	761255.611			
		<b>Media: 446.722</b>	<b>C. V.: 25.17</b>		

**Tabla 12.** Comparación de medias para Longitud de guía principal.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
<b>C</b>	256.00	“Ch” Variedad
<b>C</b>	242.67	Jubilee Variedad
<b>BC</b>	326.67	Peacock Variedad
<b>ABC</b>	502.00	“Ch” Injerto
<b>A</b>	725.00	Jubilee Injerto
<b>AB</b>	628.00	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 13.** Análisis de varianza para la variable Número de guías secundarias.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	5	7906.277	1581.255	22.07	<.0001
<b>Rep.</b>	2	107.444	53.722	0.75	0.4973
<b>Error</b>	10	716.555	71.655		
<b>Total</b>	17	8730.277			
		<b>Media: 40.611</b>	<b>C.V.:20.843</b>		

**Tabla 14.** Comparación de medias para Número de guías secundarias.

<b>Tukey agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>C</b>	18.00	“Ch” Variedad
<b>C</b>	17.66	Jubilee Variedad
<b>BC</b>	40.66	Peacock Variedad
<b>BC</b>	36.00	“Ch” Injerto
<b>B</b>	53.00	Jubilee Injerto
<b>A</b>	78.33	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 15.** Análisis de varianza para la variable Peso fresco total de guías.

<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado de la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	5	41118587.78	8223717.56	6.26	0.0070
<b>Rep.</b>	2	2234391.44	1117195.72	0.85	0.456
<b>Error</b>	10	13143861.22	1314386.12		
<b>Total</b>	17	56496840.44			
		<b>Media: 1385.556</b>	<b>C. V.: 82.74</b>		

**Tabla 16.** Comparación de medias para Peso fresco total de guías.

<b>Tukey agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>B</b>	354.00	“Ch” Variedad
<b>B</b>	246.30	Jubilee Variedad
<b>B</b>	85.00	Peacock Variedad
<b>B</b>	822.00	“Ch” Injerto
<b>AB</b>	2,630.00	Jubilee Injerto
<b>A</b>	4,176.00	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 17.** Análisis de varianza para la variable Número de hojas.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
<b>Tratamiento</b>	5	36533942.94	7306788.59	11.59	0.0007
<b>Rep.</b>	2	870128.44	435064.22	0.69	0.5240
<b>Error</b>	10	6306788.89	630678.89		
<b>Total</b>	17	43710860.2			
		<b>Media: 1306.389</b>	<b>C.V.: 60.789</b>		

**Tabla 18.** Comparación de medias para Número de hojas.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
<b>B</b>	362.00	“Ch” Variedad
<b>B</b>	178.70	Jubilee Variedad
<b>B</b>	199.70	Peacock Variedad
<b>B</b>	526.00	“Ch” Injerto
<b>A</b>	3,700.00	Jubilee Injerto
<b>A</b>	2,872.00	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 19.** Análisis de varianza para la variable Peso fresco de hojas.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
<b>Tratamiento</b>	5	5512406.278	1102481.256	7.07	0.0045
<b>Rep.</b>	2	176592.111	88296.056	0.57	0.5848
<b>Error</b>	10	1559027.222	155902.722		
<b>Total</b>	17	728025.611			
		<b>Media: 604.722</b>	<b>C. V.: 65.29</b>		

**Tabla 20.** Comparación de medias para Peso fresco de hojas.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
<b>B</b>	139.00	“Ch” Variedad
<b>B</b>	91.70	Jubilee Variedad
<b>B</b>	151.70	Peacock Variedad
<b>AB</b>	526.00	“Ch” Injerto
<b>A</b>	1,310.00	Jubilee Injerto
<b>A</b>	1410.00	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 21.** Análisis de varianza para la variable Longitud de raíz.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
<b>Tratamiento</b>	5	87162.444	17432.488	11.59	0.0007
<b>Rep.</b>	2	3918.777	1959.388	1.30	0.3143
<b>Error</b>	10	15043.222	1504.322		
<b>Total</b>	17	106124.444			
		<b>Media: 90.444</b>	<b>C.V.: 43.883</b>		

**Tabla 22.** Comparación de medias para Longitud de raíz.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
<b>BC</b>	52.67	“Ch” Variedad
<b>C</b>	41.67	Jubilee Variedad
<b>BC</b>	59.33	Peacock Variedad
<b>C</b>	20.00	“Ch” Injerto
<b>AB</b>	156.00	Jubilee Injerto
<b>A</b>	213.00	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 23.** Análisis de varianza para la variable Peso fresco de raíz.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
<b>Tratamiento</b>	5	247690.944	48538.188	108.64	<0.0001
<b>Rep.</b>	2	222.111	111.055	0.24	0.788
<b>Error</b>	10	4559.888	455.988		
<b>Total</b>	17	252472.944			
		<b>Media: 151.944</b>	<b>C. V.: 14.05</b>		

**Tabla 24.** Comparación de medias para Peso fresco de raíz.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
<b>D</b>	48.67	“Ch” Variedad
<b>D</b>	31.33	Jubilee Variedad
<b>D</b>	71.67	Peacock Variedad
<b>A</b>	350.00	“Ch” Injerto
<b>C</b>	150.00	Jubilee Injerto
<b>B</b>	260.00	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 25.** Análisis de varianza para la variable Peso seco de hojas.

		<b>Suma de</b>	<b>Cuadrado de</b>		
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>cuadrados</b>	<b>la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	5	1124869.243	224973.849	6.59	0.0058
<b>Rep.</b>	2	53151.999	26576.00	0.78	0.4852
<b>Error</b>	10	341540.206	34154.021		
<b>Total</b>	17	1519561.449			
		<b>Media: 285.344</b>	<b>C.V.: 64.76</b>		

**Tabla 26.** Comparación de medias para Peso seco de hojas.

<b>Tukey agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>B</b>	72.60	“Ch” Variedad
<b>B</b>	40.40	Jubilee Variedad
<b>B</b>	62.20	Peacock Variedad
<b>AB</b>	303.90	“Ch” Injerto
<b>A</b>	626.90	Jubilee Injerto
<b>A</b>	606.10	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 27.** Análisis de varianza para la variable Peso seco de raíz.

		<b>Suma de</b>	<b>Cuadrado de</b>		
<b>Fuente</b>	<b>GL</b>	<b>cuadrados</b>	<b>la media</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr&gt;F</b>
<b>Tratamiento</b>	5	247690.944	48538.188	108.64	<0.0001
<b>Rep.</b>	2	222.111	111.055	0.24	0.788
<b>Error</b>	10	4559.888	455.988		
<b>Total</b>	17	252472.944			
		<b>Media: 11.308</b>	<b>C. V.: 31.68</b>		

**Tabla 28.** Comparación de medias para Peso seco de raíz.

<b>Tukey agrupamiento</b>	<b>Media</b>	<b>Tratamientos</b>
<b>B</b>	6.00	“Ch” Variedad
<b>B</b>	4.83	Jubilee Variedad
<b>B</b>	6.47	Peacock Variedad
<b>B</b>	7.34	“Ch” Injerto
<b>A</b>	20.51	Jubilee Injerto
<b>A</b>	22.69	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 29.** Análisis de varianza para la variable Vitamina C en fruto.

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	49.13289	9.8265788	23.19	<0.0001
Rep.	2	0.550577	0.2752888	0.65	0.5429
Error	10	4.237355	0.4237355		
Total	17	53.92082			
		<b>Media: 4.9538</b>	<b>C.V.: 13.14</b>		

**Tabla 30.** Comparación de medias para Vitamina C en fruto.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
D	2.48	“Ch” Variedad
CD	3.50	Jubilee Variedad
BC	4.87	Peacock Variedad
AB	6.63	“Ch” Injerto
BC	4.96	Jubilee Injerto
A	7.26	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 31.** Análisis de varianza para la variable Licopeno en Fruto

Fuente	GL	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	26.77060	5.354120	114.51	<0.0001
Rep.	2	0.187033	0.093516	2.00	0.1859
Error	10	0.46756	0.046746		
Total	17	27.4252			
		<b>Media: 3.2400</b>	<b>C.V.: 6.67</b>		

**Tabla 32.** Comparación de medias para Licopeno en Fruto.

Tukey agrupamiento	Media	Tratamientos
AB	4.1	“Ch” Variedad
D	1.01	Jubilee Variedad
A	4.26	Peacock Variedad
C	2.23	“Ch” Injerto
A	4.26	Jubilee Injerto
B	3.57	Peacock Injerto

Las medias con la misma letra no son significativamente diferentes.

**Tabla 33.** Tabla de Fertilizantes Aplicados para macronutrientes

Micronutrientes

Sulfato de Potasio 00-00-50 (18S)

Nitrato de Magnesio 10.4-00-50 (15Mg)

Nitrato de Potasio 13-00-46

Urea 46-00-00

Calitech

Calcio (CaO) 15% p/p (24% p/v)

Nitrógeno Total (N) 10% p/p (16% p/v)

Magnesio (MgO) 2% p/p (3.2% p/v)

Manganeso-EDTA (Mn) 0.10% p/p (0.16% p/v)

Boro (B) 0.05% p/p (0.08% p/v)

Hierro-EDTA (Fe) 0.05% p/p (0.08% p/v)

Cobre-EDTA (Cu) 0.04% p/p (0.064% p/v)

Cinc-EDTA (Zn) 0.02% p/p (0.032% p/v)

Molibdeno (Mo) 0.001% p/p (0.0016% p/v)

**Tabla 34.** Tabla de Fertilizantes Aplicados para micronutrientes.

Micronutrientes

Aton Fe (5.3% p/p) (6.36% p/v)

Aton Mn (3.4% p/p) (3.74% p/v)

Aton Mo (6.0% p/p) (7.8% p/v)

Aton Zn (4.5% p/p) (4.95% p/v)

Tradebor (11% p/p) (15.4% p/v)

Trafos Cu (1% p/p) (1.2% p/v)