

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**“Evaluación de Chute (*Persea schiedeana*) como portainjerto para la producción comercial de plantas de aguacate (*Persea americana* Mill) en fase de vivero”.**

**POR:  
XIOMARA GUADALUPE ROMERO CASTELLANO  
JOSUÉ ALBERTO MORENO PERAZA**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DE 2012**



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**



**“Evaluación de Chute (*Persea schiedeana*) como portainjerto para la producción comercial de plantas de aguacate (*Persea americana* Mill) en fase de vivero”.**

**POR:  
XIOMARA GUADALUPE ROMERO CASTELLANO  
JOSUÉ ALBERTO MORENO PERAZA**

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO(A) AGRÓNOMO**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO DE 2012**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**RECTOR:**

**ING. MARIO ROBERTO NIETO LOVO**

**SECRETARIA GENERAL:**

**Dra. ANA LETICIA DE AMAYA**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**DECANO:**

**ING. AGR. M.Sc. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA**

**SECRETARIO:**

**ING. AGR. M.Sc. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO**

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA**

**F\_\_\_\_\_**  
**ING. AGR. BALMORE MARTÍNEZ SIERRA**

**F\_\_\_\_\_**  
**COORDINADOR DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**  
**ING. AGR. MARIO ANTONIO BERMÚDEZ MÁRQUEZ**

**DOCENTES DIRECTORES:**

**F\_\_\_\_\_**  
**ING. AGR. M.Sc. FIDEL ÁNGEL PARADA BERRÍOS**

**F\_\_\_\_\_**  
**ING. AGR. RAMIRO ALFREDO GUARDADO FUENTES**

## INDICE

RESUMEN. . . . .	xii
AGRADECIMIENTOS. . . . .	xiv
DEDICATORIA. . . . .	xv
I.INTRODUCCIÓN. . . . .	1
II.REVISION DE LITERATURA. . . . .	2
2.1 Generalidades del cultivo de chute. . . . .	2
2.1.1 Clasificación taxonómica. . . . .	2
2.2 Descripción Botánica. . . . .	2
2.2.1 Raíces. . . . .	3
2.2.2 Hoja. . . . .	3
2.2.3 Flores. . . . .	3
2.2.4 Fruto. . . . .	4
2.2.5 Semilla. . . . .	4
2.3 Aspectos Agronómicos. . . . .	4
2.4 Importancia del Chute ( <i>Persea schiedeana</i> ). . . . .	5
2.5 Importancia del aguacate ( <i>Persea americana</i> Mill). . . . .	5
2.6 Características morfoagronómicas de <i>Persea americana</i> Mill. . . . .	6
2.6.1 Variedad Béneke. . . . .	6
2.6.2 Variedad Sitio del Niño 3. . . . .	7
2.6.3 Variedad Ereaguayquín. . . . .	8
2.6.4 Variedad UES Talpeño (UESEEPB0501CR1). . . . .	9
2.6.5 Variedad Hass. . . . .	9
2.6.6 Variedad Booth 8. . . . .	10
2.7.1 Reproducción sexual. . . . .	10
2.7.2 Reproducción asexual. . . . .	11
2.8 Injerto. . . . .	11
2.8.1 Propósito de los injertos. . . . .	12
2.8.2 Tipos de injerto en aguacate. . . . .	12

2.8.2.1 Injerto de Yema. . . . .	12
2.8.2.2 Injerto de vareta. . . . .	13
2.8.3 Ventajas del injerto. . . . .	13
2.8.4 Afinidad. . . . .	14
2.8.4.1. Factores que influyen en la afinidad . . . . .	14
2.8.5 Compatibilidad. . . . .	14
2.8.6 Incompatibilidad. . . . .	15
2.8.6.1 Causas de la incompatibilidad. . . . .	15
2.8.6.2 Problemática del uso de portainjertos sexuales. . . . .	15
2.9 Injerto Interespecífico. . . . .	17
III. METODOLOGÍA. . . . .	19
3.1 Metodología de campo. . . . .	20
3.1.1 Preparación de sustrato de siembra y llenado de bolsas. . . . .	20
3.1.2 Recolección y preparación de las semillas. . . . .	20
3.1.3 Siembra de las semillas y manejo post germinativo. . . . .	20
3.1.4 Montaje del experimento. . . . .	21
3.1.5 Obtención de cortes histológicos. . . . .	22
3.1.6 Estudio fitopatológico. . . . .	23
3.2 Metodología estadística. . . . .	23
3.2.1 Las variables evaluadas sobre el patrón y su efecto en los injertos. . . . .	24
3.2.1.1 Porcentaje de sobrevivencia. . . . .	25
3.2.1.2 Diámetro del tallo e incremento del diámetro. . . . .	25
3.2.1.3 Altura de la planta e incremento de altura. . . . .	25
3.2.1.4 Número de hojas del injerto. . . . .	25
3.2.1.5 Porcentaje del prendimiento del injerto. . . . .	26
3.2.1.6 Grados días de desarrollo (GDD). . . . .	26
3.2.1.7 Peso seco y fresco de la hoja. . . . .	26
3.2.1.8 Área foliar. . . . .	27
3.2.1.9 peso específico de la hoja. . . . .	27
3.2.1.10 Peso fresco y seco de la raíz. . . . .	27
3.2.1.11 Longitud de la raíz. . . . .	27

3.2.1.12 Volumen de la raíz.	28
3.2.1.13 Volumen del tallo.	28
3.3 Análisis Económico.	28
3.3.1 Análisis parcial.	28
3.3.2 Análisis de dominancia.	29
3.3.3 Tasa de Retorno marginal.	29
3.4 Análisis Estadístico.	29
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	31
4.1 Altura del injerto y crecimiento absoluto del injerto.	31
4.2 Diámetro del injerto y crecimiento absoluto del diámetro.	33
4.3 Número de hojas e incremento absoluto del número de hojas.	35
4.4 Área foliar.	37
4.5 Peso fresco y seco de la hoja.	38
4.6 Peso específico de la hoja.	38
4.7 Volumen del tallo.	40
4.8 Peso fresco y peso seco de la raíz.	41
4.9 Longitud de la raíz.	41
4.10 Volumen radicular.	42
4.11 Supervivencia.	44
4.12 Prendimiento y Grados días de desarrollo (GDD).	46
4.13 Estudio Histológico.	48
4.8 Análisis económico del ensayo.	51
4.8.1 Análisis marginal.	51
4.9 Discusión general.	52
V. CONCLUSIONES.	54
VI. RECOMENDACIONES.	55
VII. BIBLIOGRAFIA.	56
VIII. ANEXOS.	64

## INDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Clasificación taxonómica de Chute ( <i>P. schiedeana</i> ).....	2
<b>Cuadro 2.</b> Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en la variable altura y crecimiento absoluto dado en cm.....	32
<b>Cuadro 3.</b> Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en la variable diámetro y crecimiento absoluto del diámetro, dado en mm.....	34
<b>Cuadro 4.</b> Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en la variable número de hojas e incremento absoluto en el número de hojas.....	36
<b>Cuadro 5.</b> Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en las variables peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar.....	39
<b>Cuadro 6.</b> Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en las variables Peso fresco y seco de raíz, longitud y volumen radicular.....	42
<b>Cuadro 7.</b> Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en las variables prendimiento y GDD.....	47
<b>Cuadro 8.</b> Tabla de presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal.....	51
<b>Cuadro 9.</b> Resumen de Coeficiente de Correlación para las variables evaluadas significativas en plantas de Chute ( <i>Persea schiedeana</i> ) injertados con <i>Persea americana</i> Mill en fase de vivero.....	65
<b>Cuadro 10.</b> Área foliar promedio en las hojas de los seis tratamientos en estudio.....	68
<b>Cuadro 11.</b> Costos de producción para 300 plantas de aguacate utilizando chute como portainjerto.....	71
<b>Cuadro 12.</b> Presupuesto parcial.....	72

**Cuadro 13.** Resumen de análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en fase de vivero de chute (*Persea schiedeana*) injertado con aguacate (*Persea americana* Mill).....7

## INDICE DE FIGURAS

**Figura 1.** Comportamiento de los elementos climáticos de los meses de mayo a agosto del 2011 de la estación meteorológica de San Andrés a) Temperaturas máxima, mínima y promedio b) precipitación (mm) c) humedad relativa media y d) Velocidad del viento. Todos los datos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET).....19

**Figura 2.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable altura del injerto.....32

**Figura 3.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable crecimiento absoluto del injerto.....33

**Figura 4.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable diámetro del injerto.....34

**Figura 5.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjerto de Chute en el incremento absoluto del diámetro del injerto.....35

**Figura 6.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en el número de hojas del injerto.....37

**Figura 7.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en las variables peso fresco y seco de hoja. ....38

**Figura 8.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable peso específico de hoja.....39

**Figura 9.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable área foliar.....40

<b>Figura 10.</b> Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable volumen de tallo.....	41
<b>Figura 11.</b> Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable peso seco de la raíz de Chute.....	43
<b>Figura 12.</b> Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable peso fresco de la raíz de Chute.....	43
<b>Figura 13.</b> Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable longitud de raíz.....	43
<b>Figura 14.</b> Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable volumen radicular de chute.....	44
<b>Figura 15.</b> Supervivencia de los tratamientos.....	45
<b>Figura 16.</b> Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable portainjerto de prendimiento.....	47
<b>Figura 17.</b> Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable Grados Días de Desarrollo (GDD).....	48

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

<b>Fotografía 1.</b> Preparación de yemas 8 DAI. . . . .	.22
<b>Fotografía 2.</b> Vareta preparada <i>P americana</i> . . . . .	.22
<b>Fotografía 3.</b> Método de injertación: corte de la yema, patrón y amarre de la unión. . . . .	22
<b>Fotografía 5.</b> Traslado de plantas al sitio definitivo. . . . .	22
<b>Fotografía 6.</b> Parcela establecida. . . . .	22
<b>Fotografía 7.</b> Rotulación de bloques y tratamientos . . . . .	22
<b>Fotografía 8.</b> Cortes Histológicos de la unión del portainjerto en los Tratamientos. a los 120 DDI. . . . .	23
<b>Fotografía 9.</b> Toma de datos diámetro. . . . .	30
<b>Fotografía 10.</b> Medición de la altura. . . . .	30
<b>Fotografía 11.</b> Conteo de hojas . . . . .	30
<b>Fotografía 12.</b> Prendimiento. . . . .	30
<b>Fotografía 13.</b> Peso fresco de la hoja. . . . .	30
<b>Fotografía 14.</b> Estufa para obtención del peso seco. . . . .	30
<b>Fotografía 15.</b> Integrador de Área Foliar. . . . .	30
<b>Fotografía 16.</b> Medición del área foliar. . . . .	30
<b>Fotografía 17.</b> Raíz desnuda de <i>P. schiedeana</i> . . . . .	30
<b>Fotografía 18.</b> Longitud de la raíz de <i>P. schiedeana</i> . . . . .	30
<b>Fotografía 19.</b> Determinación del volumen utilizando probeta de 1000 ml. . . . .	30
<b>Fotografía 20.</b> Cortes histológicos, muestra la unión entre el portainjerto chute y yemas de aguacate, permitiendo la formación del callo, xilema y floema y desarrollarse como una sola planta. A) T1 hass, b) T2 Beneke, c) T3 Sitio del Niño 3, d) T4 Ereguayquin, e) T5 Booth 8, f) T6 UES Talpeño; variedades injertados en chute. . . . .	50

## INDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1A.</b> Manejo de vivero de chute injertado con aguacate. . . . .	64
<b>Anexo 2A. Cuadro 9.</b> Resumen de Coeficiente de Correlación para las variables evaluadas significativas en plantas de Chute ( <i>Persea schiedeana</i> ) injertados con <i>Persea americana</i> Mill en fase de vivero. . . . .	65
<b>Anexo 3A.</b> Crecimiento de los tratamientos en vivero 120 días después del injerto . . . . .	67
<b>Anexo 4A. Cuadro 10.</b> Área foliar promedio en las hojas de los seis tratamientos en estudio. . . . .	68
<b>Anexo 5A.</b> Estudio fitopatológico realizado en el laboratorio de Parasitología Vegetal del CENTA. . . . .	68
<b>Anexo 6A.</b> Análisis fitopatológico de injertos de aguacate <i>P. americana</i> Mill sobre patrones de Chute <i>P. schiedeana</i> . . . . .	70
<b>Anexo 7A Cuadro 11.</b> Costos de producción para 300 plantas de aguacate utilizando chute como portainjerto. . . . .	71
<b>Anexo 7A. Cuadro 12.</b> Presupuesto parcial. . . . .	72
<b>ANEXO 8A. Cuadro13.</b> Resumen de análisis de varianza para cada una de las variables evaluadas en fase de vivero de chute ( <i>Persea schiedeana</i> ) injertado con aguacate ( <i>Persea americana</i> Mill). . . . .	73
<b>Anexo 9A.</b> Plano de distribución espacial de los tratamientos. . . . .	.74

## RESUMEN

La investigación se llevo a cabo en el departamento de La Libertad, municipio de San Juan Opico, cantón Sitio del Niño en el vivero “Mundo Verde”. Consistió en evaluar la compatibilidad y afinidad que presentan seis variedades de aguacate *Persea americana* Mill, sobre Chute (*Persea schiedeana*) como portainjerto en la fase de vivero, se realizó utilizando un 50% de sombra artificial, donde se produjeron un total de 240 plantas. Se utilizaron cinco de las variedades comerciales con mayor demanda en El Salvador: Hass (T<sub>1</sub>), Béneke (T<sub>2</sub>), Sitio del Niño 3 (T<sub>3</sub>), Ereaguayquín (T<sub>4</sub>), Booth 8 (T<sub>5</sub>) y un material seleccionado en la UES Talpeño (UESEEPB0501CR1) (T<sub>6</sub>), la finalidad de este trabajo es evaluar el chute como portainjerto para obtener plantas de aguacate, adaptables a las diferentes condiciones edafoclimáticas del país y resistente a excesos de precipitación o sequias prolongadas.

El ensayo tuvo una duración de ocho meses en su fase de campo, siendo los primeros cuatro destinados a la producción del portainjerto (*P. schiedeana*) y los siguientes cuatro para el desarrollo del injerto y la toma de datos; las yemas de las seis variedades de aguacate fueron preparadas ocho días antes del momento de injertar; a partir del momento de injerto se comenzó con la toma de datos de las plantas en desarrollo.

El diseño estadístico utilizado para el experimento fue un diseño de bloques completos al azar, constituido por seis tratamiento y cuatro repeticiones, injertando las seis variedades comerciales antes mencionadas sobre chute (*P. schiedeana*); el método de injerto que se uso fue enchape lateral. Para evaluar el desarrollo de las plantas injertadas se realizó tomando en cuenta los siguientes indicadores cuantitativos y cualitativos: diámetro e incremento del diámetro del injerto, altura e incremento de altura del injerto, numero de hojas e incremento del numero de hojas del injerto, grados días de desarrollo (GDD), porcentaje de prendimiento, longitud de raíz, volumen de raíz y volumen de tallo, sobrevivencia, peso seco y fresco de la hoja, área foliar, peso específico de la hoja, peso fresco y seco de raíz. Esto permitirá establecer la relación de las variables en estudio y con ello

determinar el uso de un portainjerto específico que presente las características deseadas. Además determinar la relación beneficio – costo de las plantas producidas y en posteriores estudios evaluar realmente la resistencia a *phythophtora cinnamoni*.

Los resultados mostraron que en las variables de crecimiento hubieron tratamientos sobre salientes que se detallan a continuación Altura del injerto (T<sub>2</sub>), diámetro del injerto (T<sub>1</sub>), numero de hojas (T<sub>2</sub>), área foliar (T<sub>5</sub>), , peso fresco (T<sub>5</sub>), peso seco (T<sub>5</sub>), volumen del tallo (T<sub>6</sub>), peso seco de la raíz (T<sub>2</sub>), peso fresco (T<sub>2</sub>), longitud de raíz (T<sub>3</sub>), volumen radicular (T<sub>2</sub>). Y de las variables fisiológicas peso específico (T<sub>6</sub>), sobrevivencia (T<sub>6</sub>), porcentaje de prendimiento (T<sub>6</sub>) y GDD (T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>); se pudo determinar que en todas las variables en segundo lugar se encontró el tratamiento T<sub>6</sub> por lo que es el más estable en su desarrollo.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios padre todopoderoso por habernos permitido terminar nuestros estudios, regalándonos cada día fortaleza, paciencia y sabiduría en todo momento.

A nuestras madres y familiares, por apoyarnos siempre e impulsarnos a alcanzar nuestras metas.

A nuestros amigos y amigas, que nos brindaron su apoyo.

A nuestros Asesores, Ing. M.Sc. Fidel Ángel Parada Berríos e Ing. Ramiro Guardado Fuentes, por habernos brindado su apoyo en la realización de este trabajo.

A nuestra Universidad, por permitirnos formarnos como profesionales de las ciencias Agrícolas.

Finalmente, a todas las personas que de alguna forma nos brindaron su apoyo a lo largo de nuestra formación académica.

**Xiomara Guadalupe Romero Castellano.**  
**Josué Alberto Moreno Peraza.**

## DEDICATORIA

**A DIOS TODOPODEROSO:** Por haberme brindado la fortaleza y sabiduría al guiar mis pasos hasta terminar con éxito mis estudios.

**A MI QUERIDA MADRE:** Isabel Romero, por ser mi apoyo incondicional en todo momento, por sus buenos consejos que me formaron como ser humano, su amistad, su aliento y su amor que me dieron fuerzas cada día.

**A MIS TESOROS:** Gerardo, Andrea y Adriana, por ser mi inspiración y mi motor para seguir adelante y ser mejor día con día.

**A MIS HERMANAS:** Mayra y Claudia, por su apoyo y motivación en todos los momentos; aunque quisiera haber podido compartir muchos mas juntas.

**A MI TIA:** Vilma Romero, por estar conmigo en las buenas y malas, luchando juntas en los caminos y veredas de la vida; gracias por llevarme por las sendas de Dios.

**A MI PRIMA:** Zuleyma Nolasco, por su apoyo y sus palabras en los momentos oportunos, por ser mas que mi prima... ser mi verdadera amiga.

**A MIS PRIMOS:** Kevin y Carlos, por compartir los buenos y malos momentos que siempre serán parte de nuestras vidas.

**A MI COMPAÑERO DE TESIS:** Josué Moreno, por su apoyo, comprensión y motivación en todos los sentidos, a lo largo de nuestra carrera y al termino de esta investigación. Gracias por estar conmigo siempre.

**A MIS AMIGOS Y AMIGAS:** Julio César, Krissia, Lídice, Porfidio, Betsabé, Chema, Reynaldo, Sam, Juan Antonio, Ángel Duran y Miguel Estrada. Y a los Ingenieros: Napoleón Paz Quevedo, Luis Fernando Castaneda, Salomón Rivas, Rigoberto Quintanilla, Juan Rosa, Carlos Mario Aparicio, Ludwing Leyton, Edgardo Coreas, Gino Bennedeto y Aura de Borja; Gracias por todo.

**A MIS COMPAÑEROS:** con quienes compartimos alegrías, tristezas, decepciones, enojos y triunfos a lo largo de nuestra formación profesional, los recordare siempre...

**A LOS DOCENTES DE LA FACULTAD:** por compartir sus conocimientos y experiencias, para formar los mejores profesionales de este país.

**A LOS DOCENTES DIRECTORES:** Fidel Ángel Parada Berrios, por sus enseñanzas y esfuerzos por mejorar la fruticultura salvadoreña, siga hacia adelante!. Ramiro Guardado Fuentes, quien compartió su experiencia e inquietud por mejorar el cultivo de aguacate en el país.

**Xiomara Guadalupe Romero Castellano**

## DEDICATORIA

**A DIOS:** por darme fuerza y valor para poder terminar mis estudios y permitirme seguir adelante.

**A MI QUERIDA MADRE:** Delmy Yolanda Peraza, que sin su apoyo incondicional y su gran amor no hubiera sido posible la búsqueda de un mejor futuro.

**A MI ABUELITA:** Blanca Lidia Peraza, Q.D.E.P, que me cuida desde el cielo y mi brindo parte de su gran corazón y fue mi segunda madre.

**A MI ABUELITO:** Simón Rodezno, que es mi amigo y un padre para mi.

**A MIS HERMANOS:** Iván y Hugo, que me cuidaron desde la infancia.

**A MI QUERIDA HERMANA:** Verónica Grande, ella que fue mi maestra y concejera, dándome su apoyo en los momentos difíciles.

**A MIS SOBRINOS/AS:** Jonathan, Alejandro, Ethan, Katherin, Jennifer, Valeria y Carlitos. Ellos han sido como mis mejores amigos que me enseñaron a cuidar y querer cada día más.

**A MI QUERIDA COMPAÑERA:** Xiomara Romero, sin ella no hubiera seguido adelante, es un ejemplo de persona que me brindo su sincera amistad y compartió este viaje conmigo, se que siempre tendrá un lugar importante en mi vida; porque me a permitido vivir en su corazón sin pagar agua ni luz.

**A MIS AMIGOS Y AMIGAS:** Julio, Krissia, Yenni, Kathi, Jenny (Los Kriquitos), Reynaldo, Lidice, Larissa, Jorge, Chemin, El Sam, Juan Antonio, Ángel Duran, Linda, Miguel Estrada, Raúl Villatoro y Aura de Borja; mis amigos de infancia Walter Juan y Adita

**A MIS COMPAÑEROS/AS:** con los que compartí desvelos, trabajos y estudios que nos ayudaron a formarnos como profesionales.

**A MIS MAESTROS/AS:** que con paciencia y dedicación compartieron sus conocimientos y enseñanzas.

**A NUESTROS DOCENTES DIRECTORES:** Fidel Parada, que con sus amplios conocimientos dio forma a este trabajo, aunque si lo hostigué hasta el final; a Ramiro Guardado, que nos brindo con sencillez su amplia experiencia y conocimientos que dieron forma al trabajo, a ambos muchas gracias por ser maestros y amigos.

**A MIS NIÑAS:** Andrea y Adriana, que con ellas e vuelto a saber que es tener el corazón de un niño.

**Josué Alberto Moreno Peraza**

## I. INTRODUCCIÓN

La producción de aguacate en el país enfrenta algunos inconvenientes, dentro de los cuales muchos se presentan a nivel de vivero: la utilización de material genético no certificado en la propagación de portainjertos, dando como resultado patrones débiles, de baja calidad, sin uniformidad, poco adaptables a las diferentes zonas con potencial para cultivar y sin resistencia a la enfermedad que más ataca a este cultivo, que es la pudrición del sistema radicular provocada por *Phytophthora cinnamoni*. (Cruz 2008)

La búsqueda de portainjertos ha sido realizada en países donde se cultiva aguacate como México, Guatemala, Honduras, Costa Rica, Venezuela, Colombia, Argentina y Chile. Estas investigaciones encontraron algunas especies silvestres de *Persea* como: *P. skitchii* en Honduras y Costa Rica; *P. chrysophila* en Colombia y *P. donell-smithii* en Honduras y Guatemala con alta resistencia a patógenos, pero con incompatibilidad con *Persea americana* (Romero, citado por Castañeda 2009).

El Chute (*Persea schiedeana*) es una especie silvestre que crece perfectamente en las condiciones edafoclimáticas del país, encontrándose disperso desde 50 msnm hasta los 1600 msnm, además según Ellstrand (citado por Ramírez *et al.* s.f.), *Persea schiedeana* presenta compatibilidad vegetativa y gamética con especies como *Persea nubígena*, *Persea steyermarkii* y *Persea americana* Mill.

## II. Revisión de literatura

### 2.1 Generalidades del cultivo de chute

El Chute (*Persea schiedeana*) es un árbol frutal nativo de Centroamérica que se distribuye hasta Colombia y crece en selvas y montañas tropicales. Dentro de la familia laurácea y el subgénero *Persea*, la especie *schiedeana* es considerada con numerosos variantes morfológicos de fruto y como especie a fin al aguacate, pero se encuentra en amenazado por la deforestación (Joaquín *et al.* 2007).

Otros nombres comunes: Chinini, pahua, coyó, coyocté, kiyo, kiyau, chucte, chaucte, shucte, kotyó (Guatemala), aguacatón (Panamá), quiyo, chalte, aguacate de monte. (Cruz s.f.)

#### 2.1.1 Clasificación taxonómica

**Cuadro 1.** Clasificación taxonómica de Chute (*P. schiedeana*)

Reino:	<b>Plantae</b>
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lurales
Familia:	Lauraceae
Género:	<i>Persea</i>
Especie:	<i>schiedeana</i>

Fuente: Vásquez, 2008

#### 2.2 Descripción botánica

Es un árbol silvestre que se asemeja y se relaciona de cerca con el aguacate. Mide de 15 a 20 metros de alto, algunos hasta de 50 m, de copa irregular. La corteza es acanalada oscura, se engruesa cuando el árbol es maduro. Es una planta perenne de tallo aéreo erguido, leñoso y follaje siempre verde, la madera es un tanto quebradiza, es decir se parte fácilmente (Cruz *et al.* 2007).

### **2.2.1 Raíces**

La raíz principal crece en proporción directa con la parte aérea, pueden alcanzar hasta 6 m. de profundidad, son fuertes y muy abundantes se caracterizan por tener pocos pelos radicales y la absorción de agua y nutrientes se realiza principalmente en las puntas de las raíces, a través de los tejidos primarios (Cruz *et al.* 2007).

### **2.2.2 Hoja**

Cruz *et al.* 2007 y Scoraet. *al.* s.f. mencionan que las hojas poseen la característica de ser pubescentes a diferencia *P. americana* Mill. Poseen una longitud de 8 a35 cm y un ancho de 4 a25 cm. Su forma de ovalada elíptica, tienen peciolo delgados, redondeados y apiculados o subagudos en el ápice, de color gris y aterciopelados en el haz.

### **2.2.3 Flores**

Se colocan en racimos, son hermafroditas, regulares, sin diferencia entre el cáliz y la corola, con pedúnculo acreciente en el fruto, con 6 divisiones dispuestas en 3 series, con disco carnosos, soldados en la base del fruto, de color amarillo verdoso.

Son dicógamas y por lo tanto la autofecundación resulta obstaculizada. Lo anterior quiere decir que tanto los órganos masculinos como femeninos de la flor, no llegan a madurar al mismo tiempo, por ello la planta se comporta como una dioica y la reproducción está asegurada por fecundación cruzada (Cruz *et al.* 2007).

Debido que presentan dicogamia protogínica bien marcada se han clasificado a las plantas en dos grupos: Los de floración de tipo A y los de tipo B. En el primer grupo, la floración de las plantas se registra en dos días, en el primero, funcionan como hembras por la mañana; en el segundo día por la tarde funciona como macho, es decir suelta el polen. Las del tipo B abren sus flores por primera vez en el estado femenino por la tarde y la cierran al anochecer. Al día siguiente las del tipo B abren sus flores en estado masculino durante la mañana (Vásquez 2008).

#### **2.2.4 Fruto**

Es parecido a una pera, carnosos y con una semilla al centro, es más alargado que el aguacate común y el pedúnculo que une el fruto con la rama del árbol puede ser curvado; el mesocarpo del fruto es similar al del aguacate común, suave y grasosa cuando madura y dura cuando verde, pero tiene numerosas fibras finas. Por lo general los frutos están llenos de fibra, parénquima y la parte externa generalmente está manchada, pocos de ellos se encuentran limpios; según la región cambian los colores del fruto: van de verde claro a oscuro, algunos café rojizo, mesocarpo del fruto puede llegar a ser morada. El fruto es consumido por personas que tienen a disposición este árbol, y lo consumen como una variedad más de aguacate, también es una fuente de alimento para muchas especies de mamíferos en los diferentes bosques donde crece (Joaquín *et. al.* 2007).

#### **2.2.5 Semilla**

Es grande de 5 cm de diámetro y 6 cm de largo, su peso varía de 120 g a 250 g al madurar puede separarse de la pulpa, es monoembriónica; a veces se observa más de un tallo, pero no se trata de plantas provenientes de embriones diferentes, sino de ramificaciones formadas en la base de las dos mitades de la semilla (Rodríguez 2003).

### **2.3 Aspectos agronómicos**

Los requerimientos necesarios para establecer Chute según Rodríguez (2003) son:

Altitud: 50 a ,1600 msnm.

Temperatura media anual: Entre 14.2 a 22 °C

Precipitación anual: 4,521–1,740 mm anuales.

Clima: cálido húmedo, semi cálido húmedo y semi cálidos y templados húmedos.

Es tolerante a suelos inundados, a diferencia del aguacate; suelos expuestos a sequías prolongadas, la profundidad no debe de ser menor a un metro. En suelos pesados se ha observado que hay una reducción en el número total de raíces, aumentando el grosor de las mismas y en los suelos livianos, por el contrario se

incrementa el número total de raíces, favoreciéndose ampliamente el desarrollo de las mismas (Cruz *et al.* 2007).

#### **2.4 Importancia del chute (*Persea schiedeana*)**

Esta especie posee una estrecha relación botánica con *P. americana* Mill y su principal diferenciación se encuentra en la presencia de pubescencia en las hojas y tallos, (Reyes s.f). Si bien es cierto que el Chute no presenta cifras estadísticas, si se considera dentro de la demanda nacional, ya que es consumido y comercializado, en época de cosecha forma parte de la dieta alimenticia de la población como una variedad de aguacate igual a las demás. Se encuentra generalmente como sombra de cafetales y algunas zonas de bosque. Pero su principal importancia radica en ser un recurso fitogenético de importancia investigativa (Cruz s.f).

Bost (2009) menciona que el *P. schiedeana* posee una amplia importancia para la conservación de la biodiversidad ya que es un refugio y fuente de alimento para muchas especies de animales; así como su función en la protección de las cuencas hidrográficas y la reducción de la erosión.

Para los fitomejoradores este árbol posee una amplia resistencia a *Pythophtora cinnamoni* y a suelos pesados o con frecuentes inundaciones lo que es ideal para programas de mejoramiento en aguacate (Coffey citado por Bost 2009).

Por otra parte Salazar *et al.* (2004) evaluaron *P. schiedeana* como portainjerto clonal por medio de la técnica de anillado de la corteza del tallo y encontró que no todas las variedades de Chute poseen la característica de enraizar.

#### **2.5 Importancia del aguacate (*Persea americana* Mill)**

La importancia de la fruta radica en las características nutritivas que posee, ya que tienen un alto contenido de calorías, (10 gramos de pulpa proporciona 150 a 300 calorías), grasa natural (5-30 %), proteínas (1-4.6%), hidratos de carbono(0.3 al 4 %), vitaminas (A,B,C,D,E y K) y minerales (5.31 % solo de calcio fósforo y hierro) que contribuyen a la dieta alimenticia, es por ello que se han abierto mercados

importantes en el mundo que importan el fruto, entre ellos están Estados Unidos (78,623 ton), Francia (105,084 ton) y Japón (14,070 ton) (Vázquez, 2008).

Esta demanda se atribuye principalmente a la facilidad de su consumo y al alto contenido de proteínas y grasas que reducen los niveles de colesterol (Vázquez, 2008).

El Salvador es catalogado como un país importador de aguacate; sin embargo, en los últimos cinco años, se ha notado la disminución de las importaciones debido al incremento en la producción nacional (Rodríguez 2003)

Las exportaciones nacionales de aguacate son básicamente nulas, debido a que la producción nacional va destinada a abastecer la demanda nacional, en este sentido el incremento de la producción se enfoca al mercado local. Importa un volumen anual aproximado de 9,747,426 kg. lo que representa \$4,279,954 dólares que se pierden en concepto de divisas (Gutiérrez 2009).

## **2.6 Características morfoagronómicas de *Persea americana* Mill.**

### **2.6.1 Variedad Béneke**

- **Origen**

Esta variedad se obtuvo en el año de 1960 en la colonia San Benito en el departamento de San Salvador a una altura de 780 msnm. Pertenece a la raza Guatemalteca (Pérez Rivera 1986).

- **Descripción del árbol**

El árbol es de mediano vigor de crecimiento erecto y de follaje poco denso y de color verde claro, las ramas son cortas y posee hojas lanceoladas, con bordes semi-ondulados de 18.6 cm de longitud y 6.5 cm de ancho de color verde claro, textura suave, con poca pubescencia y sin olor especial (Pérez Rivera 1986).

- **Fruto**

Los frutos son en forma de pera u oblongos, de gran tamaño llegando a alcanzar hasta 20 cm de largo y 9 cm de diámetro ecuatorial, posee un peso de 660 g. La cáscara de los frutos recién cosechada presenta variaciones de color morado, principalmente cerca del pedúnculo pero se vuelven completamente morados

cuando alcanzan su madurez. La época de cosecha varía de febrero a mayo obteniendo una producción de 150-200 frutos por árbol (Pérez Rivera 1986).

- **Floración.**

Generalmente comienza en el mes de agosto, pero en algunos casos puede ocurrir en el mes de diciembre. Su floración es de tipo A (Pérez Rivera 1986).

- **Requerimientos altitudinales.**

Se cultiva desde los 400 hasta los 1000 msnm (Pérez Rivera 1986)

### **2.6.2 Variedad Sitio del Niño 3**

- **Origen**

La variedad se obtuvo en el año de 1969 en el cantón Sitio del Niño, jurisdicción de San Juan Opico, departamento de La Libertad en una altura de 460 msnm. Pertenece a la raza Guatemalteca (Pérez Rivera 1986).

- **Descripción del árbol**

Los árboles son de crecimiento achaparrado, ligeramente vigoroso, su ramificación es de tendencia lateral bastante abierto, llegando el diámetro del follaje a ser mayor que su altura; el follaje es poco denso y de color verde claro, posee hojas lanceoladas con bordes ondulados, de 21 cm de longitud y 7 cm de diámetro, presentando una coloración verde claro, quebradizas con poca pubescencia y no presenta ningún olor especial (Pérez Rivera 1986).

- **Fruto**

Los frutos son de tamaño mediano con 11.10 cm de longitud y 6.8 cm de ancho, de forma periforme y con un peso aproximado de 330 g, posee una cáscara de color verde pálido con pigmentos blanquecinos, la cáscara es suave y de 2 mm de espesor esta se desprende fácilmente de la pulpa sin quebrarse, posee una relación semilla fruto de 8:1 La cosecha se efectúa desde marzo hasta mediados de mayo, siendo una de las variedades criollas más precoces en llegar a producción, dado que su producción comienza a los tres años y llega a producir hasta 450 frutos por árbol al año (Pérez Rivera 1986).

- **Floración**

La época de floración de esta variedad se inicia en el mes de septiembre y continúa hasta noviembre, sus flores corresponden al tipo B (Pérez Rivera 1986).

- **Requerimientos altitudinales**

La variedad se adapta desde los 400 hasta los 900 mnsn (Pérez Rivera 1986)

### **2.6.3 Variedad Ereaguayquín**

- **Origen**

La variedad se colectó en el año de 1971 en Ereaguayquín, departamento de Usulután a 90 msnm. Es perteneciente a la raza Guatemalteca (Pérez Rivera 1986).

- **Descripción del árbol**

Árbol de crecimiento vertical, con un excelente vigor, las ramas se insertan oblicuamente en el tallo, posee una buena formación de la copa, el follaje es denso y oscuro. Las hojas son lanceoladas con una longitud de 19.3 cm y un ancho de 11 cm, presentan un color verde oscuro y una textura quebradiza con pubescencia y sin un olor característico (Pérez Rivera 1986).

- **Fruto**

Fruto grande y de forma periforme alargados con una longitud de 18 cm y 8.0 cm de diámetro. Presenta un peso promedio de 450 g. La cáscara es quebradiza, rugosa, gruesa de 2.5 mm de espesor cuando son cosechados su color es verde; pero llega a tornarse morado cuando madura. La relación semilla fruto es de 6:1 La cosecha se obtiene de enero a mayo con una producción de 300 frutos por árbol (Pérez Rivera 1986)

- **Floración**

La floración abarca del mes de septiembre a diciembre, la flor se comporta como tipo A (Pérez Rivera 1986)

- **Requerimiento altitudinal**

Se adapta desde los 50 msnm hasta los 600 msnm (Pérez Rivera 1986).

#### **2.6.4 Variedad UES Talpeño (UESEEPB0501CR1)**

- **Origen**

La variedad es originaria de la Estación Experimental y de Prácticas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de El Salvador, en el cantón Tecualuya, municipio de San Luís Talpa, departamento de la Paz; a una altitud de 48 msnm (Parada Berríos 2008).

- **Descripción del árbol**

Es un árbol de características de crecimiento achaparrado, con inserción de ramas horizontales (Parada Berríos 2008).

- **Fruto**

Posee un fruto de tamaño regular con una longitud de 8.01 cm y un ancho de 7.03, posee un peso promedio de 306.80 g, de forma ovalada, su pulpa es gruesa con poca presencia de fibra, su cáscara madura es de color morado, de consistencia leñosa y de apariencia lustrosa (Parada Berríos 2008).

- **Floración**

Se presenta en los meses de mayo a junio, las flores pertenecen al tipo “B” (Parada Berríos 2008).

- **Requerimientos Altitudinales**

Se adapta desde los 40 msnm, pero aun no ha sido evaluado en el resto de los pisos altitudinales (Parada Berríos 2008).

#### **2.6.5 Variedad Hass**

- **Origen**

Es originario de Guatemala y luego se difundió hasta las Antillas (ANACAFE 2004)

- **Descripción del árbol**

El árbol es sensible al frío, por lo que se planta en zonas libres de heladas (ANACAFE 2004).

- **Fruto**

Posee fruto oval periforme, con un tamaño promedio de 200 a 300 gramos de peso, el fruto maduro tiene un color violeta oscuro, la fruta carece de fibra, el fruto

permanece temporalmente en el árbol, después de madurar sin pérdida de calidad. (ANACAFE 2004)

- **Floración**

Época de floración normal es de diciembre a marzo, su floración es de tipo “A” (ANACAFE 2004).

- **Requerimiento altitudinal**

Se siembra desde los 1,500 hasta los 2,500 msnm (ANACAFE 2004).

### **2.6.6 Variedad Booth 8**

- **Origen**

Es una variedad desarrollada en el estado de Florida en los Estados Unidos de Norte América (ANACAFE 2004)

- **Fruto**

Es un fruto de forma oblongo-ovoide, pesa entre 250 a 800 gramos, con mesocarpo bastante opaca, verde, ligeramente rugosa, muy gruesa y leñosa esta variedad produce en una época diferente al resto de aguacates. (ANACAFE 2004).

- **Floración**

La época de floración es de diciembre a marzo, posee una flor del tipo “B” (ANACAFE 2004)

- **Requerimiento altitudinal**

Se adapta de 0 a los 1000 msnm (ANACAFE 2004)

## **2.7 Propagación**

Generalmente el aguacate se ha propagado naturalmente por vía sexual, es decir, haciendo uso de semillas. Pero en la actualidad se está utilizando la propagación por vía asexual, recurriendo a la separación de partes de una planta: brotes, estacas, acodos, yemas, esa operación es llamada multiplicación (Álvarez s.f.).

### **2.7.1 Reproducción sexual.**

Los árboles frutales reproducidos por semilla conservan naturalmente los caracteres propios de la especie. Sin embargo, los árboles de semilla no

mantienen las características de la variedad, salvo que provengan de Líneas puras; aunque la pureza de las líneas puras puede llegar hasta un 95%, mientras que los clones es del 100% (Álvarez s.f.) y (Hartman y Kester 1975).

Las plantas obtenidas por reproducción sexual, tienen un sistema radicular bien desarrollado que las capacita para absorber el agua con las sales minerales a grandes profundidades del suelo; esto le permite acomodarse a terrenos menos fértiles que las obtenidas asexualmente (Grünberg y Sartori 1974).

La propagación del aguacate por semilla no presenta importancia comercial, pero si como medio de germoplasma promisorio, puesto que los resultados esperados serán muy variados debido a la alta segregación genética (Grünberg y Sartori 1974).

### **2.7.2 Reproducción asexual**

Todos los árboles procedentes de una misma planta madre y propagados por métodos vegetativos constituye lo que se llama clon. Sus caracteres fenotípicos y genotípicos son idénticos. Un árbol frutal consta generalmente de un portainjerto y de una variedad injertada sobre él, las cuales se influyen recíprocamente (Álvarez s.f.).

### **2.8 Injerto**

Según Álvarez (s.f.) un injerto es una operación de unir íntimamente o insertar una parte de una planta en otra, de manera que queden soldadas y se desarrollan juntas. La parte de la planta a que corresponden las raíces se llama portainjerto o patrón y el trozo de tallo que dará lugar a las ramas, injerto.

El injerto permite reproducir rápidamente la variedad de interés. Existen dos condiciones indispensables para injertar con éxito: que la operación se efectúe en la época oportuna, y que los cambium o zonas vivas de la corteza del patrón y el injerto estén en íntimo contacto (Álvarez s.f.).

La injertación es una operación por medio de la cual se fija una yema de una planta sobre otra, de manera que sus tejidos puedan soldarse y vivir en común.

Cuando se desarrolla la parte injertada, produce hojas, flores y frutos idénticas a las de la planta madre de la que proviene el injerto (Soto 1949) y (Garner 1987).

### **2.8.1 Propósitos de los injertos**

Comercialmente es imposible alcanzar logros en el cultivo del aguacate si estos se propagan sexualmente. Todas las formas frutales del género *Persea* que se propaguen por la vía gámica producirán frutos total y completamente diferentes en forma, calidad, tamaño y color. Debido a que las flores de esta especie son perfectas, pero no funcionales, ya que fisiológicamente resultan unisexuales esto provoca que no se genere un individuo igual a los árboles progenitores, provocando una amplia segregación. Por ello se vuelve necesario el injerto de variedades; estas se caracterizan por poseer las características deseadas por los consumidores (Cañizales Zayas 1973).

### **2.8.2 Tipos de injerto en aguacate**

Actualmente existen más de doscientas formas de injerto, que difieren en detalles insignificantes unas de otras; pero, como sólo pocas tienen valor práctico en fruticultura, específicamente en aguacate los que más se utilizan son: el injerto de vareta y el injerto de yema (Castaño y Mendoza 1994).

#### **2.8.2.1 Injerto de yema**

Se utiliza el injerto de escudete de “T” invertida o injerto de astilla sobre patrones de un año con yema axilar a punto de brotar. Se realiza un despunte de la yema terminal una semana antes de la injertación para favorecer el desarrollo de las yemas axilares (Alix 1999). El injerto de escudete se realiza obteniendo una yema con una correspondiente porción de corteza, en forma de pequeño escudo, que se introduce después en una abertura, generalmente en forma de “T” efectuada en la corteza del patrón (Grupo Latino 2007).

### **2.8.2.2 Injerto de vareta**

Se practica el injerto de cuña de hendidura terminal con patrones jóvenes cortados del tallo principal de dos a tres meses, no lignificados. Además, se utiliza el injerto de enchape lateral sobre patrones de cuatro a cinco meses (Alix 1999).

Este último se realiza efectuando un corte longitudinal en el patrón, de 3 a 10 cm en un lugar liso, que no presente rugosidades ni nudos. Cerca de la base de éste, a 0.5 cm de ella aproximadamente, se realiza un corte transversal inclinando de tal modo que se obtenga una pequeña muesca o lengüeta vertical por su parte de afuera. A la vareta se le efectúan cortes longitudinales semejantes en forma y longitud al que se hizo en el patrón. Los cortes siendo semejantes permiten el acoplamiento perfecto de ambos tejidos para garantizar un buen contacto de cambium (Grupo Latino 2007).

### **2.8.3 Ventajas del injerto**

Según Alix (1999) y Garner (1987), el injerto permite:

- Perpetuar clones que no pueden reproducirse con facilidad por estacas, acodos u otros métodos sexuales.
- Que una variedad sensible a ciertos suelos (pesados, ácidos, alcalinos, mal drenados) puedan cultivarse en esas condiciones al injertarse sobre un patrón adaptado o resistente.
- Controlar el tamaño de las plantas en algunas especies, al utilizar patrones enanizantes.
- Proporcionar ciertas características de calidad y tamaño de fruto, pues el patrón incide en la copa.
- Cambiar la variedad en una plantación ya establecida.
- Introducir variedades polinizantes en un huerto homogéneo.
- Incrementar la resistencia de las plantas, utilizando patrones de semillas que tienen un sistema de raíces más profundas.
- Propagar rápido y masivamente plantas a gran escala.

#### **2.8.4 Afinidad**

La afinidad se define como la cualidad afín existente entre dos especies vegetales, para que puestos en contacto el cambium de uno con el otro, se realice la soldadura de los tejidos o prendimiento; siendo la unión para formar un solo individuo (Cruz s.f.) y (Hartman y Kester 1975).

##### **2.8.4.1 Factores que influyen en la afinidad**

Dentro de los principales factores que influyen en el proceso de cicatrización del injerto, Alix (1999) menciona:

- Incapacidad de las plantas injertadas de producir con éxito la unión y desarrollarse satisfactoriamente como una planta completa.
- Características anatómicas o fisiológicas de la especie.
- Condiciones de temperatura, humedad y oxígeno, durante y después del injerto; la proliferación del callo se realiza en células muy turgentes, éstas necesitan oxígeno para aumentar la respiración elevada que acompaña la división celular y el crecimiento rápido del callo.
- Actividad de crecimiento del patrón. Se sabe que una fertilización nitrogenada quince a veinte días después de la injertación, incrementa la actividad y favorece la cicatrización.
- Estado fisiológico de la vareta o yema. La preparación para la mayoría de las especies frutales tropicales incluye: el anillado de la rama que se realiza para obtener una mayor concentración de carbohidratos en las yemas de la parte terminal de la misma. El corte o decapitado de la yema terminal que se realiza para eliminar la dominancia apical y favorecer el desarrollo de las yemas laterales.
- Eliminación de las hojas ocho días antes de injertar para activar las yemas apicales.

#### **2.8.5 Compatibilidad**

Facultad de permanencia de esa unión en forma satisfactoria para el conjunto a través del tiempo. La compatibilidad depende al igual que la afinidad del

parentesco botánico, pero puede existir un grado de diferencia. El prendimiento de un injerto depende, en la eficiencia de la operación y de la facultad de soldarse las partes (Álvarez s.f.) y (Garner 1987)

### **2.8.6 Incompatibilidad**

Álvarez (s.f.) y Garner (1987) mencionan que la incompatibilidad de un patrón con un injerto se manifiesta en alteraciones del desarrollo del árbol como es un crecimiento restringido, que se vuelve nulo o casi nulo en la segunda mitad del desarrollo vegetativo y con síntomas de enfermedades en las hojas. Las cuales se curvan hacia abajo por la nervadura central, con los bordes del limbo curvados hacia arriba, coloración rojiza y seguido de una defoliación.

#### **2.8.6.1 Causas de la incompatibilidad**

Son diversas las causas que originan la incompatibilidad siendo las más posibles: diferencias en el período de crecimiento y vigor, diferencias bioquímicas, obstrucciones mecánicas en la unión, o bien por infección provocada por virus (Hartman y Kester 1975); (Garner 1987); (Álvarez s.f.).

Alix (1999), menciona que incompatibilidad se relaciona de manera clara, con diferencias genéticas entre el patrón y la púa a través de antagonismos de tipo fisiológico, bioquímico y anatómico. La afinidad es la primera etapa del desarrollo y producción de plantas si no existe afinidad no habrá compatibilidad, pero al existir afinidad puede surgir el fenómeno de la incompatibilidad que se manifiesta en la muerte del injerto (Alvarez s.f.).

#### **2.8.6.2 Problemática del uso de portainjertos sexuales**

En El Salvador la mayoría de viveristas que trabajan con el cultivo de aguacate se enfrentan a una serie de limitantes entre las que se destacan la falta de conocimientos sobre aspectos de fertilización dirigidas a disminuir el tiempo de vivero y la muerte regresiva en las plantas injertadas, por lo que es necesario implementar programas de desarrollo de portainjertos (Martínez *et. al* 2006).

La producción de plantas de aguacate está basada en el uso de portainjertos originados por semilla que, generalmente, son de origen desconocido, sobre los cuales se injerta el cultivar de interés, que es el que producirá la fruta comercial. Los portainjertos de semilla no son del todo indeseables; sin embargo, la variabilidad que presentan en cultivos establecidos pueden ser ocasionada por el uso de portainjertos de semilla y manifestarse como una mayor susceptibilidad a enfermedades, plagas, sequía, desórdenes nutrimentales, alternancia productiva, etc (Salazar *et. al* 2004)

Dicha variabilidad es debida a que el aguacate es una planta que produce flores completas con dicogamia funcional (pistilo receptivo cuando no hay dehiscencia de polen y viceversa). A diferencia del mango (*Mangifera indica* L.) y de los cítricos, carece de embrioníucler que permita producir plantas asexuales a partir de semilla. Para lograr la uniformidad genética de un portainjerto seleccionado de aguacate es necesario recurrir a su propagación clonal. (Bergh citado por Salazar *et al.* 2004)

Para esto es necesario determinar características viveristas de importancia, tales como su compatibilidad vegetativa con los portainjertos y cultivares disponibles en cada región, así como las características de su crecimiento en el vivero, lo que permitiría planear la producción comercial de portainjertos clonales de interés para la industria aguacatera (Salazar *et al* 2004).

Zapata citado por Muñoz y Rogel (1997?) Con el paso del tiempo los problemas de suelo van en aumento, previéndose para el futuro mayores daños por *Phytophthora*. De tal manera que es urgente la generación de portainjertos resistentes a dichas condiciones y junto con esto, el desarrollo y la adecuación de métodos de propagación clonal, que puedan estar a disposición de los viveristas en el momento que se requieran.

Durante el Congreso Latinoamericano de Aguacate (s.f.) se mencionó que el uso de portainjertos clonales tolerantes con mayores y constantes niveles de productividad, se vislumbra como una alternativa ambientalmente amigable para reducir el uso de agroquímicos y a la larga más económica. Si bien una planta

clonal tiene un mayor costo (dada la técnica utilizada), la rentabilidad por aumento de kilos y calibres de la producción justificarían su uso.

La utilización de un patrón resistente a *Phytophthora cinnamoni* aun se encuentra en desarrollo debido a que este patógeno produce la muerte de los aguacates desde el ápice hasta las raíces, su principal síntoma se observa en las ramas superiores que se encuentran defoliadas antes que las demás partes del árbol. Debido a que la mayoría de patrones son susceptibles a la enfermedad estos deben de ser tratados con costosos tratamientos químicos (Castaño y Mendoza 1994). Siendo la enfermedad que causa mayores pérdidas a los productores de aguacate, debido a que se manifiesta en diferentes etapas de cultivo siendo más significativa en árboles que han entrado en producción, ya que en ese punto se han realizado costosas inversiones que muchas veces no son retornadas por la muerte del árbol (Congreso Latinoamericano de Aguacate s.f.).

## **2.9 Injerto interespecifico**

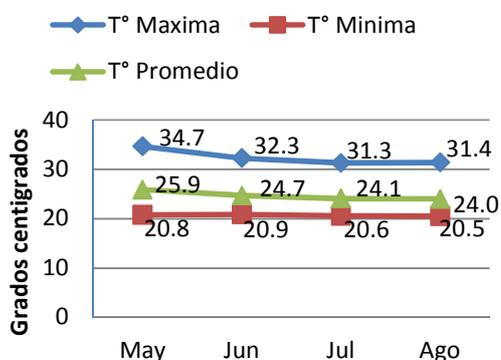
Los injertos interespecifico son aquellos donde se produce la unión de dos especies de plantas pertenecientes al mismo género pero diferentes especies. Las uniones pertenecientes a la misma especie son las mas favorables para conseguir la simbiosis del injerto (injerto homoplástico), además estas combinaciones pueden ser muy estables. No obstante el pertenecer a un mismo género no ofrece ninguna garantía de que todas las combinaciones sean exitosas; ya que puede aparecer una absoluta incompatibilidad, (Apazas.f). la clasificación de los botánicos sirve solamente como una guía aproximada para la compatibilidad, porque esta clasificación solo se basa en caracteres reproductivos lo cual no es una guía segura, sino mas bien se basa en caracteres vegetativos (Garner 1987). Se conoce muy bien las alteraciones en ciertos casos de afinidad del injerto, especialmente al combinar ciertas variedades. Un ejemplo es el realizado en Japón y Corea a fines de los 50 donde se injertó berenjena (*Solanum melongena* L.) sobre berenjena (*Solanum integrifolium* Poir.) para transmitir resistencia a enfermedades fungosas causadas por *Fusarium sp*. Siendo un mecanismo de mejorar y dar resistencia a ciertas condiciones y enfermedades a las que algunas especies se encuentran limitadas (Apazas.f).

Entre los frutales se mencionan uniones permanentes entre: Pera (*Pyrus communis*) con (*Pyrus caucasica* ó *Pyrus nivalis*) ciruelo (*Prunus cerasifera* X *P. muncionana*); Cítricos (*Citrus sinensis* X *C. limón*), (*C. reticulata* X *C. limón*); Guayaba (*Psidium cattleianum* X *P. guajaba*); Manzano (*Malus sylvestris* X *M. sylvestris*) (Hartmann y Kester 1975)

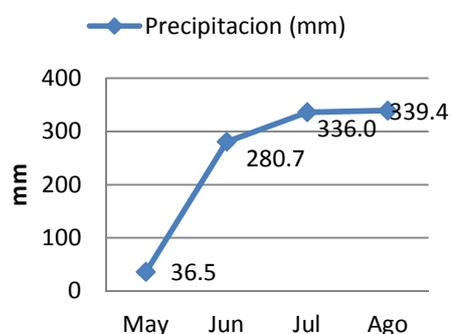
### III. METODOLOGÍA

La investigación se desarrolló en el vivero “Mundo Verde”, ubicado en el cantón Sitio del Niño del municipio de San Juan Opico, departamento de La Libertad; en el km 37 de la carretera a Quezaltepeque, con una elevación de 550 msnm. Las características climáticas del municipio son: precipitación anual de 1600 mm, la temperatura máxima es de 32.8° C, temperatura mínima de 18.6° C y una temperatura promedio de 24.2° C (SNET 2009).

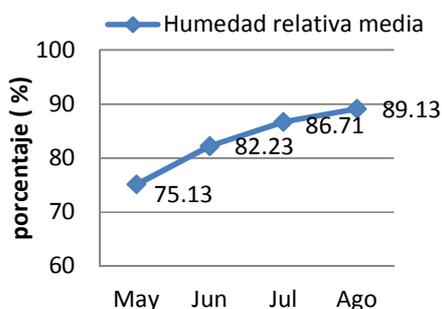
1a



1b



1c



1d



**Figura 1.** Comportamiento de los elementos climáticos de los meses de mayo a agosto del 2011 de la estación meteorológica de San Andrés a) Temperaturas máxima, mínima y promedio b) precipitación (mm) c) humedad relativa media y d) Velocidad del viento. Todos los datos fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Estudios Territoriales (SNET)

### **3.1 Metodología de Campo**

La fase de campo del experimento se desarrolló en un periodo de 8 meses, distribuyéndose en tres etapas: La primera consistió en la planificación realizándose desde agosto de 2010 hasta abril de 2011. La etapa de campo comenzó con el montaje del experimento en el mes de mayo de 2011 hasta diciembre de ese mismo año y consistió en el desarrollo del experimento y toma de datos. La última etapa fue el ordenamiento y análisis de los datos hasta la presentación de resultados.

La fase de campo se dividió en:

#### **3.1.1. Preparación de sustrato de siembra y llenado de bolsas**

Se llenaron 300 bolsas negras de polietileno de 9x12" y de calibre 300 Geish por lado, con una mezcla de 50% de tierra negra, 25% de hojarazca y 25% de cascajo, se requirió de 1 m<sup>3</sup> de sustrato para su llenado.

#### **3.1.2. Recolección y preparación de las semillas**

Las semillas de Chute se obtuvieron de los proveedores del vivero Mundo Verde los cuales cosecharon el fruto en el volcán de San Salvador, estos entregaron el fruto entero, se dejaron madurar bajo sombra por 15 días para luego despulparlos y seleccionar 300 semillas de tamaño uniforme, apariencia sana y sin daños de plagas y enfermedades; las semillas tenían un peso de 150 g a 200 g.

#### **3.1.3. Siembra de las semillas y manejo post germinativo**

A cada semilla se le realizaron dos cortes transversales de aproximadamente 2cm, uno en la parte apical y el otro en la parte basal, con el fin de acelerar el proceso de germinación. Las semillas se colocaron directamente en las bolsas, luego fueron cubiertas con hojarazca durante 15 días. Posterior a la germinación, las plántulas se expusieron al sol para favorecer el desarrollo vegetativo, reducir la aparición de plagas o enfermedades de la planta, la fertilización consistió en la aplicación de 6g de fórmula 15-15-15 cada mes hasta que alcanzo la edad de 4 meses.

### 3.1.4. Montaje del Experimento

El material para el injerto fueron yemas vegetativas en estado fisiológico maduro de las 6 variedades; los que fueron extraídos de los árboles en producción de yemas del Banco de Germoplasma del CENTA, a excepción del UES Talpeño el cual se obtuvo del ejemplar existente en la Estación Experimental y de Prácticas de la Universidad de El Salvador. El método de injerto utilizado fue el de injerto de enchape lateral, para el cual las yemas se prepararon 8 días antes de la injertación (dai) (Fotografía 1) eliminando las hojas de los brotes terminales dejando sólo el pecíolo (Fotografía 2). Las yemas tenían una longitud de 15 cm posteriormente se realizó un corte de 3 a 5cm de longitud para hacerlo coincidir con el corte del portainjerto, el cual fue a una altura de 30 y 45cm arriba del cuello entre el tallo y la raíz. Para el amarre del injerto se uso cintas de polietileno de 2cm de ancho por 20cm de largo (Fotografía 3). Se realizó un proceso de decapitado en tres etapas a los 35, 60 y 85 días posteriores a la injertación, para cubrir los cortes se aplicó una solución de cubrecorte a base de "Cubretane 61.1 WP" Siendo aplicado con una brocha, esto con el fin de reducir la incidencia de patógenos. Una vez injertadas todas las plantas se procedió a colocar 30 m<sup>2</sup> de tela zarán con el 50% de sombra. Las plantas injertadas se desarrollaron en un período de 4 meses, en los cuales se realizó la toma de datos semanalmente.

A la edad de 4 meses, se trasladaron las plantas al lugar definitivo del ensayo (Fotografías 4 y 5). Se utilizaron plantas uniformes en diámetro y edad, se colocaron dentro de bloques separados a 50 cm de distancia entre surco. El área del ensayo fue de 29.75m<sup>2</sup> y con bloques formados por 60 plantas cada uno. Los tratamientos estaban constituidos por 10 plantas, las cuales fueron distribuidas al azar para poder identificarlos por medio de rótulos. (A.1) (Fotografías 6 y 7)

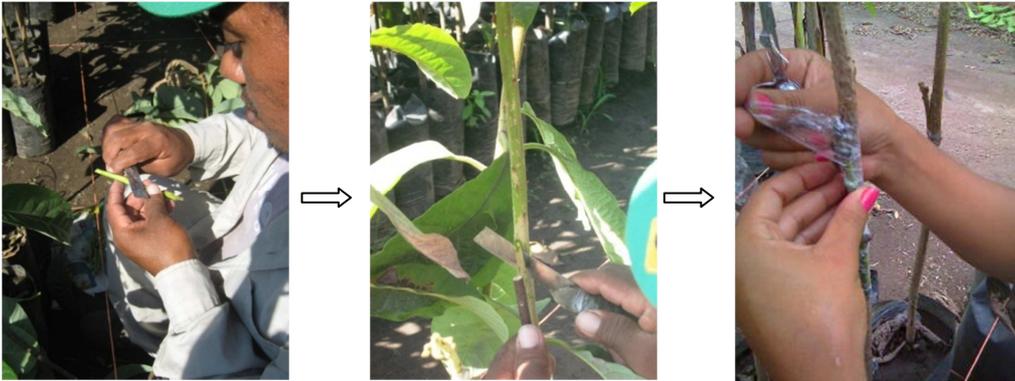
Cuando el material fue injertado se realizó riego diario; la toma de datos comenzó ocho días posteriores a la injertación, se aplicó 6 g. de fórmula triple quince después de formado el callo y la soldadura completa entre patrón-injerto siendo aplicados cada mes para fomentar el desarrollo y crecimiento de la planta injertada (1A)



Fot. 1 Preparación de yemas 8 DAI



Fot. 2 Vareta preparada *P americana*



Fot. 3 Método de injertación: corte de la yema, patrón y amarre de la unión



Fot. 5 Traslado de plantas al sitio definitivo



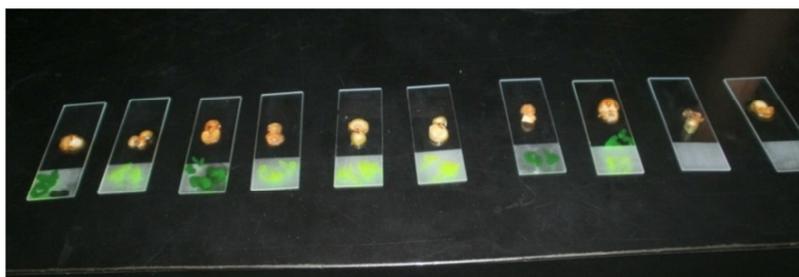
Fot. 6 Parcela establecida



Fot. 7 Rotulación de bloques y trat.

### 3.1.5 Obtención de cortes histológicos

A los 120 días después del injerto (ddi), se realizaron cortes transversales en la región donde se formó la unión entre patrón e injerto, esta actividad se realizó en cada uno de los tratamientos en estudio (Fotografía 8); los cortes se hicieron haciendo uso de un bisturí, obteniéndose una delgada porción de material vegetativo, colocándose en portaobjetos, se aplicó agua destilada para observar el xilema, floema y la formación de la soldadura, la muestra fue observada con el objetivo 10X de un microscopio compuesto y apoyados de un estereoscopio.



**Fot. 8** Cortes Histológicos de la unión del portainjerto en los Tratamientos. a los 120DDI

### **3.1.6 Estudio fitopatológico**

Para la detección correcta del mecanismo de penetración de los agentes causales de la muerte de algunas plantas que constituían las unidades experimentales, se llevaron muestras de plantas con características de daños por plagas al Laboratorio de Parasitología Vegetal del CENTA; estos fueron utilizados para explicar la variable sobrevivencia.

### **3.2 Metodología estadística**

El diseño estadístico utilizado fue de bloques completamente al azar y la altura de las plantas fue el criterio para el bloqueo; debido a que las portainjertos no se desarrollan de la misma manera por la variación genética existente en cada una de las semillas. Los bloques estaban formados por 6 tratamientos y 4 repeticiones, donde cada unidad experimental fue conformada por 10 plantas. (Anexo 9)

Los factores en estudio fueron las variedades de aguacate a injertar, estas se describen a continuación:

T1 = Injerto de Aguacate Hass

T2 = Injerto de Aguacate Beneke

T3 = Injerto de Aguacate Sitio del Niño 3

T4 = Injerto de Aguacate Ereguayquín

T5 = Injerto de Aguacate Booth 8

T6 = Injerto de Aguacate UES Talpeño (UESEEPB0501CR1)

El modelo estadístico para este diseño se presenta con la formula matemática siguiente:

$$\hat{Y}_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

Donde:

$\hat{Y}_{ij}$  = Respuesta observada en cualquier unidad experimental (o celda i, j)

$\mu$  = Media general del experimento

$T_i$  = Efecto de cualquiera de las variedades a injertar

$B_j$  = Efecto de cualquier bloque

$E_{ij}$  = Error experimental (en la celda ij)

3.2.1 Las variables evaluadas sobre el patrón y su efecto en los injertos fueron:

- Porcentaje de sobrevivencia (%)
- Diámetro del injerto (cm)
- Altura del injerto e incremento de altura (cm)
- Número de hojas del injerto (unidades totales)
- Porcentaje de prendimiento del injerto (%)
- Grados días de desarrollo (GDD)
- Peso fresco y seco de la hoja (g)
- Área foliar (cm<sup>2</sup>)
- Peso específico de la hoja (g)
- Peso fresco y seco de la raíz (g)
- Longitud de la raíz (cm)
- Volumen de la raíz (cm<sup>3</sup>)
- Relación beneficio- costo de las plantas

### 3.2.1.1 Porcentaje de sobrevivencia.

Esta variable se tomo a partir de los ocho días posteriores a la injertación realizándose durante toda la fase de campo hasta alcanzar un total de 15 muestreos, se tomó en cuenta el número de plantas que sobreviven entre el total de plantas de cada uno de los tratamientos; multiplicándolo por cien para obtener el porcentaje de plantas sobrevivientes.

$$\text{Sobrevivencia} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de plantas sobrevivientes}}{\text{Total de plantas del tratamiento}} \times 100$$

#### **3.2.1.2 Diámetro del tallo e incremento del diámetro.**

La variable fue medida utilizando Vernier, tomando el diámetro del injerto y el incremento total del diámetro, esta actividad se realizó cada quince días después del momento de injertación; haciendo un total de siete muestreos cuya unidad de medida fue dada en mm, el incremento del diámetro fue dado por la diferencia obtenida en el ultimo muestreo menos el primero (Fotografía 9).

#### **3.2.1.3 Altura de la planta e Incremento de altura.**

La altura de la planta se comenzó a medir desde el momento de la injertación de las yemas hasta los 120 días posteriores a la injertación, se tomó la altura inicial con una cinta métrica; las mediciones se hicieron cada quince días. Se determinó el crecimiento de la yema apical, para obtener el incremento absoluto de la planta, se evaluó el incremento absoluto, dado por la diferencia del último muestreo menos el primero y expresándolo como incremento en cm (Fotografía 10).

#### **3.2.1.4 Número de hojas del injerto.**

Se realizó mediante conteo manual de las hojas, la actividad fue realizada cada quince días a partir del momento de la aparición de las primeras hojas. Se evaluó además, el incremento absoluto, dado por la diferencia del último muestreo menos el primero y expresándolo como incremento (Fotografía 11).

#### **3.2.1.5 Porcentaje de prendimiento del injerto.**

Se obtuvo mediante la división del número de plantas donde el injerto tuvo éxito entre el total de plantas injertadas por cada tratamiento y multiplicándolo por 100. Esta variable se tomó a los 35 días ya que fue el momento en que se comenzó a observar la brotación de las yemas (Fotografía 12).

#### **3.2.1.6 Grados días de desarrollo (GDD).**

Para la obtención de los datos de la variable GDD, se utilizaron las temperaturas medias diarias, tomándose como referencia las proporcionadas por el SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales); para la temperatura base del cultivo se tomó como criterio la temperatura base de los trópicos la cual es de 12°C, la toma de datos fue realizada diariamente desde que se injertó hasta el momento del prendimiento del mismo, para lo cual se utilizó la fórmula siguiente:

$$\text{GDD} = \sum (T_i - T_b)$$

Donde:

GDD = Constante térmica en grados días de desarrollo

T<sub>i</sub> = Temperatura promedio

T<sub>b</sub> = Temperatura base del cultivo

#### **3.2.1.7 Peso seco y fresco de la hoja.**

Se tomarón todas las hojas de una planta por tratamiento y en cada repetición; fueron seleccionadas aquellas que se encontraban completamente maduras fisiológicamente. El peso fresco se obtuvo haciendo uso de balanza semi-analítica (Fotografía 13), posteriormente se colocaron en la estufa dentro de bolsas de papel perforado durante un período de 24 horas y a una temperatura constante de 75°C (Fotografía 14), transcurrido el tiempo se procedió a pesar la muestra seca y los resultados se expresaron en gramos; todo lo anterior se realizó a los 120 días después del prendimiento.

#### **3.2.1.8 Área foliar.**

Para la medición de esta variable se utilizó el Integrador de área foliar marca LICOR, modelo LI-3100, (Fotografía 15), el cual permitió determinar el área foliar de cada uno de los tratamientos en las cuatro repeticiones; se seleccionaron las hojas que presentaron madurez fisiológica y se tomaron las lecturas expresadas en  $\text{cm}^2$ , esta variable se determinó a los 120 días posteriores al pegue de las varetas (Fotografía 16).

#### **3.2.1.9 Peso específico de la hoja.**

Se calculó dividiendo el peso seco entre el área foliar de la hoja; cuya unidad de medida estuvo dada en  $\text{g}/\text{cm}^2$ ; expresándose de esta manera la ganancia fotosintética por  $\text{cm}^2$  del tejido foliar. Todas las hojas por tratamiento y la variable fueron medidas a los 125 días posteriores a la unión del injerto con el portainjerto.

#### **3.2.1.10 Peso fresco y seco de la raíz.**

Se tomó una planta por tratamiento y en cada una de las repeticiones, las plantas fueron seleccionadas al azar, para hacer uso de la raíz completa esta fue lavada con agua hasta lograr retirar todo el sustrato y cualquier material extraño que pudiera producir error en la lectura (Fotografía 17); el peso fresco se obtuvo utilizando la balanza semi-analítica y posteriormente se colocó la raíz en la estufa dentro de bolsas de papel perforado durante un periodo de 48 horas y a una temperatura constante de  $75^\circ\text{C}$ , luego se procedió a pesar la muestra y los resultados se presentaron en gramos. Esta variable fue tomada a los 120 días posteriores al prendimiento del injerto.

#### **3.2.1.11 Longitud de la raíz.**

Esta variable fue tomada desde la base del tallo hasta la zona más distante de la raíz, utilizando una cinta métrica (Fotografía 18); se utilizó una planta por tratamiento y se determinó a los 120 días posteriores a la unión del injerto.

#### **3.2.1.12 Volumen de raíz.**

El volumen de la raíz, se determinó el volumen de la raíz, dejandola completamente desnuda utilizando una probeta con capacidad de 1000 ml conteniendo 800 ml de agua destilada y sobre ella se sumergió la raíz completa de una planta, obteniendo por desplazamiento de líquido el volumen radicular (Fotografía 19); este se expresa en mililitros. Esta variable fue tomada a los 120 días posteriores a la injertación.

#### **3.2.1.13 Volumen del tallo.**

Para determinar el volumen del tallo se realizó el mismo procedimiento que para determinar el volumen radicular el resultado se expresa en ml. Esta variable fue tomada a los 120 días posteriores a la injertación y por muestreo destructivo.

### **3.3 Análisis Económico**

Para el análisis económico de la investigación, se aplicó el método propuesto por CIMMYT (Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y el Trigo), el cual se basa en el análisis parcial, el análisis de dominancia y la tasa de retorno marginal, los cuales se detallan a continuación:

#### **3.3.1 Análisis Parcial**

En este análisis se determinan los siguientes aspectos:

- Calculo de los costos que varían para cada tratamiento.
- Calculo del rendimiento promedio por tratamiento.
- Ajuste del rendimiento al 15% (inferior)
- Calculo del precio de campo del cultivo y multiplicarlo por los rendimientos ajustados para obtener beneficios brutos de campo de cada tratamiento.
- Diferencia total de costos que varían con los beneficios brutos de campo para obtener los beneficios netos y completar con esto el presupuesto parcial.

#### **3.3.2 Análisis de dominancia**

Se efectuó el análisis de dominancia, para lo cual se ordenaron los tratamientos de menor a mayor con el total de los costos que varían. Luego se determinaron los tratamientos dominados que fueron los que presentaron beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.

### 3.3.3 Tasa de Retorno Marginal

Estos se expresaron en porcentajes para los tratamientos que no sean dominados, esto con la finalidad de obtener los beneficios netos de un tratamiento aumentan la cantidad invertida. Dicha relación se expresa de la siguiente manera

$$\text{T.R.M.} = \frac{\text{Beneficio Neto Marginal}}{\text{Costo Marginal}} * 100$$

Donde:

Beneficios netos Marginales: es el incremento en los beneficios que resultan de una unidad de producto.

Costo Marginal: es el incremento en costo que resulta del incremento de una unidad de producto.

### 3.4 Análisis Estadístico

Los datos fueron introducidos en una matriz de doble entrada. Para cada una de las variables se realizó el análisis de varianza en cada muestreo de manera individual. Estos datos se analizaron con el programa SAS 9.1 (Statistical Analysis System) para Windows y con su respectiva prueba de Tukey para la comparación de medias; de igual forma se determinó la correlación entre las variables haciendo uso del coeficiente de correlación de Pearson con un nivel de confianza del 5%.



**Fot. 9** Toma de datos diámetro



**Fot. 10** Medición de la altura



**Fot. 11** Conteo de hojas



**Fot. 12** Prendimiento

**Fot. 13** Peso fresco de la hoja

**Fot. 14** Estufa para obtención del peso seco



**Fot. 15** Integrador de Área Foliar



**Fot. 16** Medición del área foliar



**Fot. 17** Raíz desnuda de *P. schiedeana*



**Fot. 18** Longitud de la raíz de *P. schiedeana*



**Fot. 19** Determinación del volumen utilizando probeta de 1000 ml

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

## VARIABLES DE CRECIMIENTO

Para las variables de crecimiento se realizaron siete muestreos realizados cada 15 días a partir de los 21 días posteriores a la injertación; se ordenaron y analizaron estadísticamente para el diseño utilizado.

### 4.1 Altura del injerto y crecimiento absoluto del injerto

La variable altura presentó diferencias significativas en los primeros tres muestreos (36, 51 y 66 días después del injerto ddi) siendo el T<sub>5</sub> el que mostró un mayor incremento de altura, en comparación a los demás tratamientos en estudio debido a que fue el primer tratamiento en brotar y comenzar a crecer; esto se puede observar en la Figura 2; pero a partir del cuarto muestreo (81 ddi) no se observó diferencias significativas en la variable altura entre tratamientos.

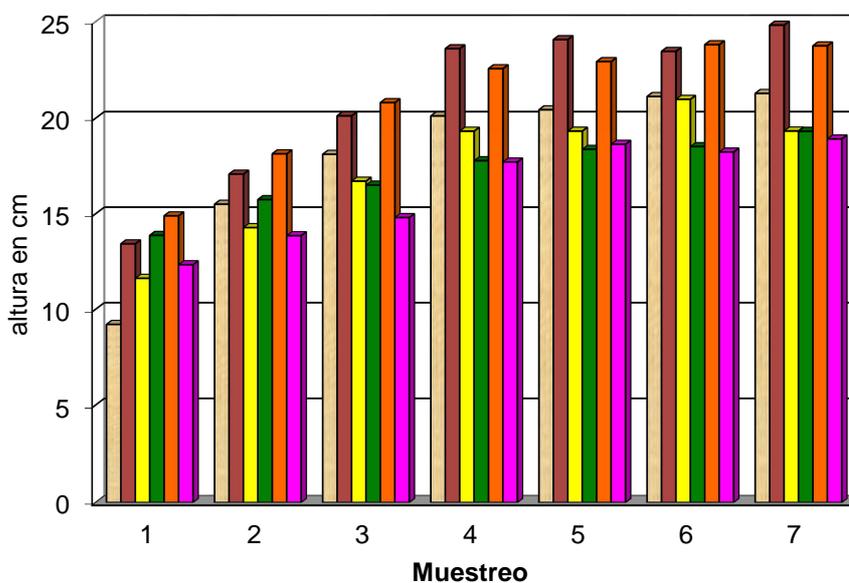
Al analizar el crecimiento absoluto de la altura, estadísticamente no mostró diferencia significativa, pero al observar el valor de las medias, el tratamiento T<sub>2</sub>, mostró un crecimiento superior a los otros tratamientos en estudio (Cuadro 2); mientras que el tratamiento T<sub>4</sub>, mostró un menor crecimiento de altura; Rubin (1984) hace referencia que el ácido absicico es un inhibidor del crecimiento en las varetas de los árboles, esto puede hacer que exista un menor crecimiento. Salisbury y Ross (1992), mencionan que el ácido absicico es la hormona asociada a permitir que la planta detecte un estrés fisiológico y le ayuda a protegerse de los factores adversos, reduciendo el crecimiento prematuro de la vareta. Aunque el periodo o etapa fisiológica en que se encuentran las diferentes varetas o las condiciones agroecológicas donde se colectaron puede ejercer un efecto negativo en el crecimiento (Parada Berrillo 2012); en general el comportamiento del crecimiento de las variables en estudio se puede ver en el Figura 3.

**Cuadro 2.** Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en la variable altura y crecimiento absoluto dado en cm.

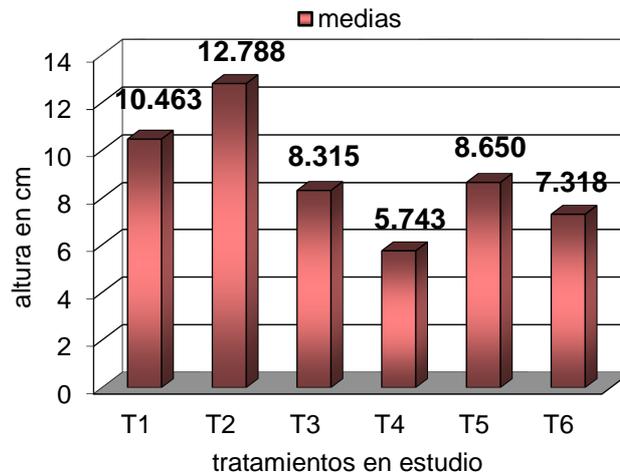
Ns= no significativo \* = significancia al 5% \*\*= altamente significativo al 1%Ω; incremento absoluto

Edad en días después del injerto (ddi)

Trat.	30	NS	45	NS	60	NS	75	NS	90	NS	105	NS	120	NS	Ω	NS
T1	9.21	B	15.49	AB	18.075	AB	20.113	A	20.433	A	21.12	A	21.28	A	10.463	A
T2	13.438	AB	17.048	AB	20.118	A	23.598	A	24.068	A	23.458	A	24.818	A	12.788	A
T3	11.598	AB	14.278	AB	16.685	AB	19.325	A	19.328	A	20.973	A	19.333	A	8.315	A
T4	13.875	AB	15.728	AB	16.48	AB	17.745	A	18.333	A	18.475	A	19.318	A	5.743	A
T5	14.888	A	18.1	A	20.803	A	22.563	A	22.928	A	23.805	A	23.743	A	8.650	A
T6	12.303	AB	13.86	B	14.798	B	17.675	A	18.595	A	18.193	A	18.87	A	7.318	A



**Figura 2.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable altura del injerto.



**Figura 3.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable crecimiento absoluto del injerto

#### 4.2 Diámetro del injerto y crecimiento absoluto del injerto del diámetro

La variable diámetro del injerto solamente mostró diferencias estadísticas significativas en el segundo y cuarto muestreo, siendo los tratamientos ( $T_4$  y  $T_5$ ) y ( $T_2$  y  $T_4$ ) respectivamente los que mostraron un mayor diámetro en comparación a los otros tratamientos en estudio. (Cuadro 3) y (Figura 4).

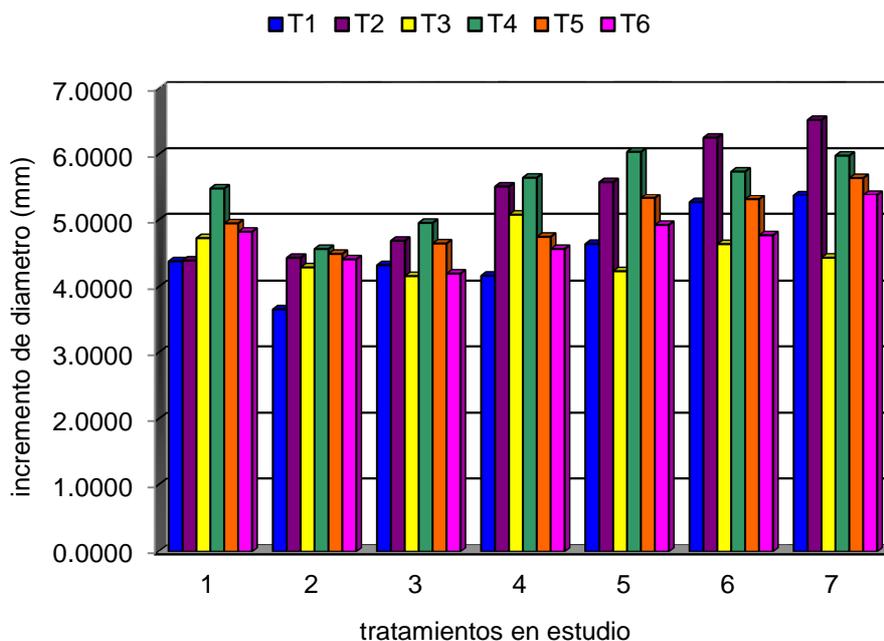
Al analizar el incremento absoluto del diámetro del injerto de cada uno de los tratamientos, no se encontró diferencias significativas pero, al analizar las medias se observa que el  $T_1$  mostró una tendencia mayor en el incremento del diámetro (Cuadro 3) y (Figura 5) mientras que el tratamiento  $T_5$ , obtuvo un menor incremento del diámetro; (Teliz *et al.* citado por IICA Y MAG 2003) hacen referencia que el aguacate entra en un periodo de letargo provocado por las condiciones climáticas (temperatura, precipitación o humedad relativa), manejo o su alta variabilidad genética; y según Cáceres citado por Aguilar y Guerra (2003); mencionan que hay plantas que entran en letargo; siendo el término usado para referirse al estado de reducida actividad en las plantas o partes de ella, en la cual no ocurre crecimiento apreciable.

El análisis de correlación demostró que existe una alta correlación positiva entre el diámetro del tallo del injerto y la altura del injerto ( $r=0.75$ ) (2Anexo). (Barrientos y Barrientos 1996) obtuvieron similares resultados al evaluar el efecto enanizante de diferentes portainjertos de aguacate.

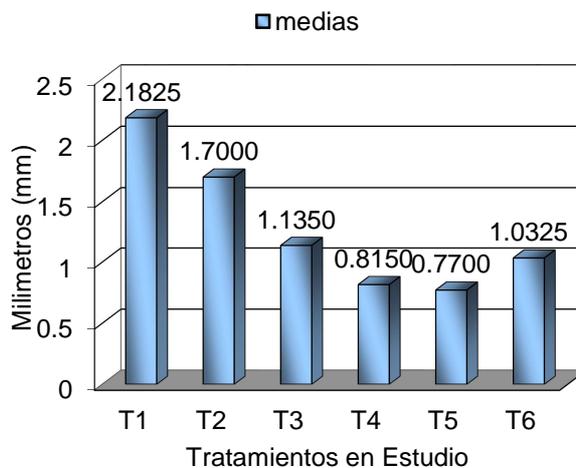
**Cuadro 3.** Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en la variable diámetro y crecimiento absoluto del diámetro, dado en mm.

Trat.	Edad en días después del injerto (ddi)														Ω	NS
	30	NS	45	*	60	NS	75	*	90	NS	105	NS	120	NS		
T1	4.3825	A	3.6650	B	4.3250	A	4.1675	B	4.6425	A	5.2675	A	5.3825	A	2.1825	A
T2	4.3950	A	4.4350	AB	4.6900	A	5.5175	A	5.5825	A	6.2525	A	6.5200	A	1.7000	A
T3	4.7300	A	4.2925	AB	4.1625	A	5.0800	AB	4.2350	A	4.6400	A	4.4375	A	1.1350	A
T4	5.4875	A	4.5675	A	4.9575	A	5.6500	A	6.0400	A	5.7425	A	5.9825	A	0.8150	A
T5	4.9500	A	4.4950	A	4.6500	A	4.7500	AB	5.3325	A	5.3125	A	5.6450	A	0.7700	A
T6	4.8250	A	4.4125	AB	4.2000	A	4.5675	AB	4.9275	A	4.7725	A	5.3900	A	1.0325	A

Ns= no significativo, \*= significancia al 5%, \*\*= altamente significativo al 1%, Ω; incremento absoluto



**Figura 4.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable diámetro del injerto.



**Figura 5.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjerto de Chute en el incremento absoluto del diámetro del injerto.

#### 4.3 Número de hojas e incremento absoluto del número de hojas

En cuanto a la variable número de hojas se comenzó a presentar diferencias altamente significativas desde el primer muestreo (36 ddi); siendo el tratamiento T<sub>2</sub> el que se mantuvo durante la investigación como el tratamiento que produjo la mayor cantidad de hojas, aunque a partir del segundo muestreo solo mostró diferencia significativa teniendo el mayor número de hojas en comparación con los demás tratamientos, fue el primer tratamiento en activar las yemas apicales de la varetas y generar brotación; mientras que los tratamientos que presentaron un menor número de hojas fueron: el T<sub>3</sub> y T<sub>4</sub> (Figura 6).

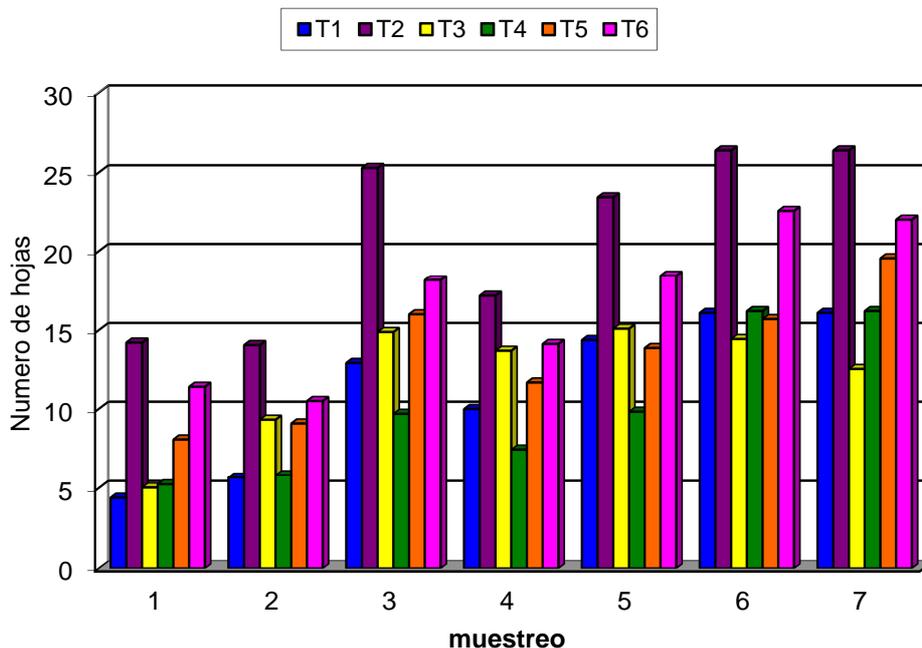
Al realizar el análisis estadístico del incremento del número de hojas, no se encontró diferencia significativa; aunque las medias muestran que el T<sub>2</sub> mostró el mayor incremento del número de hojas y el T<sub>3</sub> el menor incremento (Cuadro 4); Leakey (2004), encontró la existencia de un gradiente de variación en la edad del tejido a lo largo del brote el cual afecta el tamaño de las hojas, la longitud, diámetro de los entrenudos, número de hojas, contenido de carbohidratos y nutrientes; por lo que determinó que no existen dos varetas fisiológicamente idénticas en su respuesta incluso dentro de la misma variedad. La densidad estomática en hojas del aguacate varía dependiendo de la raza (Barrientos *et*

al.2003). Ayala (2010), realizó un estudio en el cual determinó que los injertos y los interinjertos producen un efecto en la densidad estomática de las hojas de diferentes cultivares de aguacate; encontrando que las que poseían una mayor asimilación de CO<sub>2</sub> producen mayor número de hojas. Comparado con los resultados obtenidos en esta investigación se encontró que ninguna de las variedades poseía el mismo número de hojas. González (2004), menciona que la emisión de nuevas hojas en el injerto es señal de la actividad cambial (Cuadro 4), (3 Anexo). Probablemente los resultados obtenidos en la variedad Béneke se debe a que posee una mayor densidad estomática.

**Cuadro 4.** Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en la variable número de hojas e incremento absoluto en el número de hojas.

Trat.	Edad en días después del injerto (ddi)															
	30	**	45	NS	60	NS	75	NS	90	NS	105	NS	120	NS	Ω	NS
<b>T1</b>	4.39	C	5.66	B	12.938	B	9.988	AB	14.375	AB	16.075	AB	16.075	A	11.67	A
<b>T2</b>	14.215	A	14.058	A	25.278	A	17.163	A	23.375	A	26.375	A	26.375	A	12.16	A
<b>T3</b>	5.025	C	9.318	AB	14.875	AB	13.703	AB	15.085	AB	14.438	B	12.563	A	7.54	A
<b>T4</b>	5.23	C	5.82	B	9.688	B	7.438	B	9.82	B	16.188	AB	16.188	A	10.96	A
<b>T5</b>	8.075	BC	9.08	AB	15.988	AB	11.65	AB	13.875	AB	15.688	AB	19.543	A	11.47	A
<b>T6</b>	11.383	AB	10.488	AB	18.15	AB	14.128	AB	18.433	AB	22.518	AB	21.973	A	10.59	A

Ns= no significativo, \*= significancia al 5%, \*\*= altamente significativo al 1%, Ω; incremento absoluto



**Figura 6.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en el número de hojas del injerto.

#### 4.4 Área foliar

En la variable área foliar no se encontró diferencias significativas (Cuadro 5 y Figura 9), pero al analizar las medias obtenidas se logra observar que los tratamientos  $T_5$  y  $T_6$  mostraron la mayor ganancia de área foliar en  $\text{cm}^2$ ; sin embargo al comparar con el número de hojas, no fueron los tratamientos que obtuvieron el mayor número de hojas pero, si se observó que eran los tratamientos que tenían hojas con mayor área foliar y peso; aunque las varetas que se utilizaron para ser injertadas se prepararon de igual forma (ocho días antes de la injertación). Garcidueñas citado por Puente (2009) mencionan que el área foliar es el factor que determina la diferencia en el rendimiento y la asimilación neta de nutrientes. Todos los cultivos tanto anuales como perennes, tienen ciclos de vida afectados por factores del ambiente y el fotoperiodo; a lo largo de ese ciclo de vida la cantidad de área foliar activa varía enormemente así como la eficiencia en el uso de luz (Dogliotti s.f).

#### **4.5 Peso fresco y seco de la hoja**

Para las variables peso fresco y peso seco de hojas de las seis variedades comerciales de aguacate en estudio; no presentaron diferencias significativas cuando se usa chute como portainjerto y no afecta el desarrollo del área foliar de los tratamientos en estudio pero, al comparar los valores de las medias se puede constatar que los tratamientos  $T_5$  y  $T_6$  mostraron los mayores valores relacionados con la ganancia de peso tanto fresco como seco; y los tratamientos que mostraron menor ganancia de peso son  $T_4$  y  $T_3$  (Cuadro 5 y Figura 7). Ambas variables obtuvieron una correlación altamente positiva ( $r=0.99$ ), la variable peso fresco obtuvo una correlación altamente positiva con peso seco ( $r=0.99$ ) y área foliar ( $r=0.98$ ). Iguales resultados obtuvo (Martínez *et al.* 2006); (Aguilar y Cabrera 2003)

#### **4.6 Peso específico de la hoja**

En el peso específico de la hoja no se encontró diferencias significativas; al analizar las medias se determinó que el  $T_6$  presentó mayores valores en comparación con el resto de los tratamientos en estudio, presentando el mayor contenido de materia seca por centímetro cuadrado (Figura 8). Según Herrera (1998), el mayor peso específico de la hoja permite a la variedad obtener una mayor capacidad de formar tejido nuevo por las estructuras fotosintéticas de las plantas, siendo esta variable de gran importancia ya que nos permite observar qué tratamiento obtiene una mayor formación de tejido en la zona de la unión.

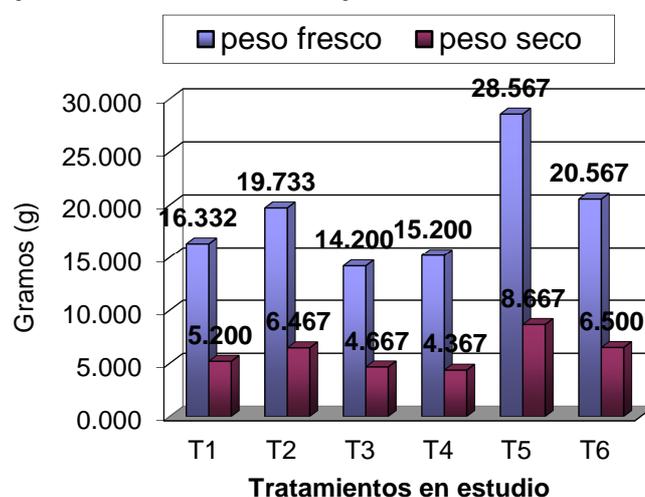
Al realizar el análisis de correlación de Pearson, la variable peso fresco obtuvo una correlación altamente positiva con área foliar ( $r=0.98$ ), lo que indica la influencia directa de una variable con la otra y se reafirma lo citado por Herrera (1998).

La variable peso seco presentó alta correlación positiva con área foliar ( $r=0.98$ ), peso específico de la hoja obtuvo alta correlación positiva con área foliar; esta última correlación es de mucha importancia porque entre mayor es el área foliar, la capacidad de producción de fotosintatos es mayor por causa del mayor peso específico de la hoja (Parada Berrios 2012).

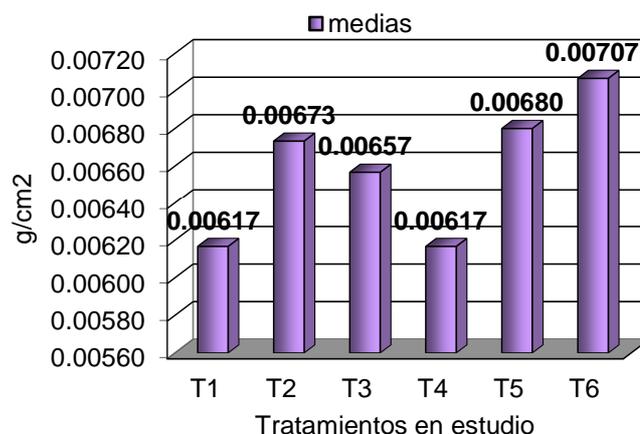
**Cuadro 5.** Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en las variables peso fresco, peso seco, peso específico y área foliar

Variables								
Trat.	Peso fresco (g)	NS	Peso seco (g)	NS	Peso específico (g/cm <sup>2</sup> )	NS	Área foliar (cm <sup>2</sup> )	NS
T1	16.332	A	5.200	A	0.00617	A	700.1	A
T2	19.733	A	6.467	A	0.00673	A	931.4	A
T3	14.200	A	4.667	A	0.00657	A	732.2	A
T4	15.200	A	4.367	A	0.00617	A	693.0	A
T5	28.567	A	8.667	A	0.00680	A	1319.6	A
T6	20.567	A	6.500	A	0.00707	A	996.4	A

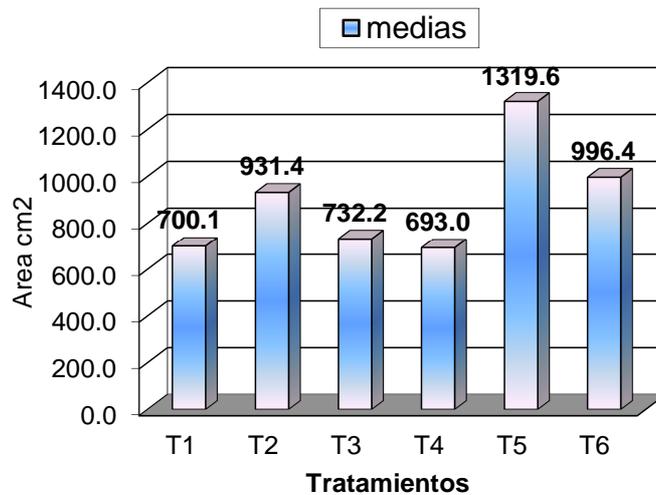
Ns= no significativo, \*= significancia al 5%, \*\*= altamente significativo al 1%



**Figura 7.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en las variables peso fresco y seco de hoja.



**Figura 8.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable peso específico de hoja.

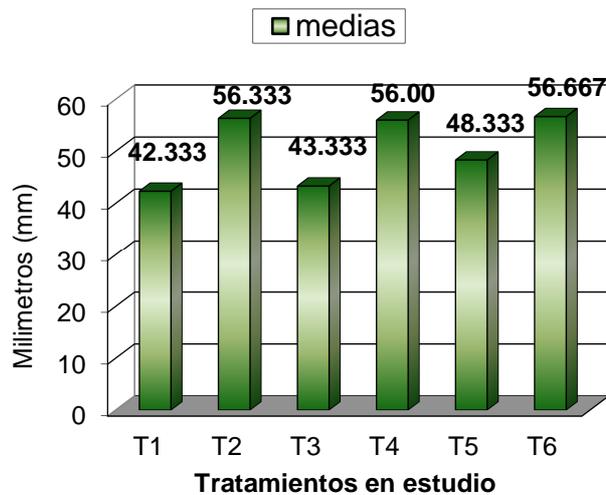


**Figura 9.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable área foliar.

#### 4.7 Volumen del tallo

La variable relacionada con el volumen del tallo no mostró diferencias significativas para ninguno de los tratamientos en estudio, cuando se analizaron las medias se puede observar que el tratamiento  $T_6$  mostró un mayor volumen de tallo con respecto al resto de los tratamientos y el  $T_1$  presenta el menor volumen de tallo (Figura 10). Salazar *et al.* (2004) encontró que los injertos en *P. schiedeana* presentan un menor incremento de volumen y longitud del tallo en comparación con el uso de *P. americana* Mill como portainjerto. Este comportamiento se produce debido a que el chute crece lentamente y su formación de tejidos requiere de abundante agua.

Al realizar el análisis de correlación de Pearson, la variable volumen de tallo obtuvo correlación positiva con altura del injerto ( $r= 0.76$ ), peso fresco de la hoja ( $r= 0.76$ ), peso seco de la hoja ( $r= 0.80$ ) y área foliar ( $r= 0.71$ ) se determinó a la vez que el área promedio por hoja varía dependiendo de la variedad (anexo 4). Estos últimos concuerdan con el estudio de (Brizuela *et al.* s.f.) que encontró correlación positiva entre el desarrollo de la altura, el área foliar, el peso fresco y seco de la hoja con el volumen del tallo de *Trichloris crinite*; lo que implica que a mayor área foliar mayor es el volumen de la hoja y la producción de fotosintatos.



**Figura 10.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute en la variable volumen de tallo.

#### 4.8 Peso fresco y peso seco de la raíz

En la variable peso fresco y peso seco de la raíz no se encontraron diferencias significativas en ninguno de los tratamientos en estudio. Al realizar una evaluación de las medias se logró determinar que existen dos tratamientos que obtuvieron la mayor ganancia de peso en su sistema radicular: T<sub>2</sub> y T<sub>6</sub> (Figura 11 y 12); el T<sub>1</sub> fue el que tuvo las menores medias en comparación con el resto de los tratamientos (Cuadro 6).

La correlación de Pearson entre estas variables es altamente positiva ( $r=0.93$ ), así mismo muestran alta correlación positiva con la variable número de hojas ( $r=0.86$ ) y ( $r=0.95$ ) respectivamente, y a la vez con la variable altura del injerto ( $0.94$ ); éstos resultados son similares a los obtenidos por Rojas (2002), quien evaluó la calidad de plantas de ciprés (*Cupressus lussitanica*) y la relación entre el desarrollo del sistema radicular y el crecimiento de la planta.

#### 4.9 Longitud de la raíz

Con la variable longitud de la raíz, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos; y al comparar medias, los tratamientos que obtuvieron las mayores longitudes radiculares fueron: T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub>, mientras que el tratamiento que

mostro la menor longitud radical fue: T<sub>1</sub> (Figura 13); al contrastar los resultados se encontró que T<sub>6</sub> presenta un buen desarrollo radicular lo que asegura un mejor desarrollo de la variedad por disponer una excelente ganancia de peso y longitud. Fassio *et al.* (2007), encontró que los portainjertos originados por semilla poseen una raíz principal con mayor longitud, estas raíces podrían tener una funcionalidad distinta, con la expansión del crecimiento radical hacia zonas mas profundas. Dalmasso *et al.* (1994), menciona que esta cualidad otorgaría al portainjerto características especiales en relación con una mayor capacidad de exploración de nuevas zonas de crecimiento a nivel desuelo, mayor anclaje y una mayor absorción de nutrientes.

#### 4.10 Volumen radicular

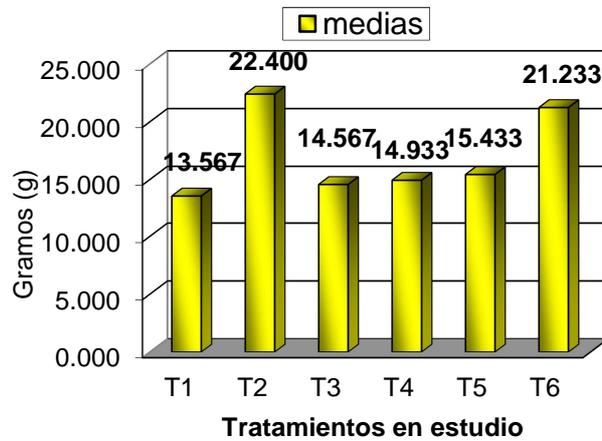
Al medir el volumen radicular se encontró que T<sub>2</sub> junto a T<sub>6</sub> obtuvieron los mayores volúmenes radiculares. (Cuadro 6) y (Figura 14)

El buen desarrollo del sistema radicular permitió un mayor crecimiento de la parte aérea, esto mismo ocurre con cítricos debido que al disponer de más raíces absorbentes permite un mayor aprovechamiento de agua y nutrientes (Alarcón citado por Herrera 1998); y se demuestra con la correlación positiva encontrada entre la longitud de la raíz con el volumen de la raíz ( $r= 0.84$ ), al igual que tiene alta correlación positiva con el número de hojas ( $r=0.93$ ), peso específico de la hoja ( $r=0.74$ ). De acuerdo con lo mencionado por (Jorge y Medina s.f), el número de hojas y el volumen radicular cuando se encuentran en equilibrio ayudan al aguacate a incrementar su vigor y así tolerar el ataque por *P. cinnamoni*.

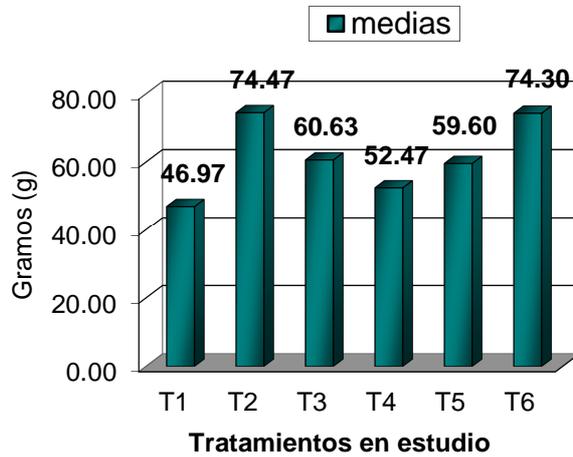
**Cuadro 6.** Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en las variables Peso fresco y seco de raíz, longitud y volumen radicular.

Trat.	Variables							
	Peso fresco (g)	NS	Peso seco (g)	NS	Longitud (cm)	NS	Volumen (ml)	NS
T1	46.97	A	13.567	A	37.000	A	61.67	A
T2	74.47	A	22.400	A	41.667	A	80.00	A
T3	60.63	A	14.567	A	49.333	A	70.00	A
T4	52.47	A	14.933	A	42.000	A	61.00	A
T5	59.60	A	15.433	A	39.000	A	66.67	A
T6	74.30	A	21.233	A	45.667	A	75.00	A

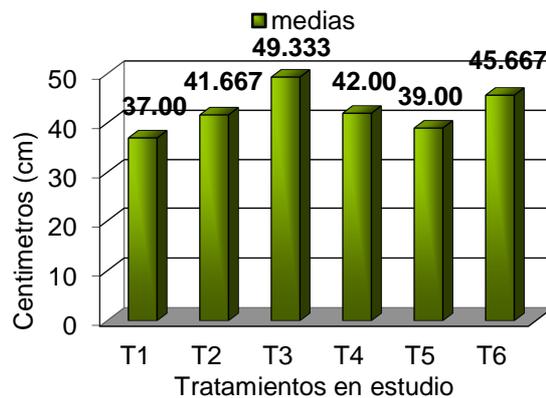
Ns= no significativo, \*= significancia al 5%, \*\*= altamente significativo al 1%



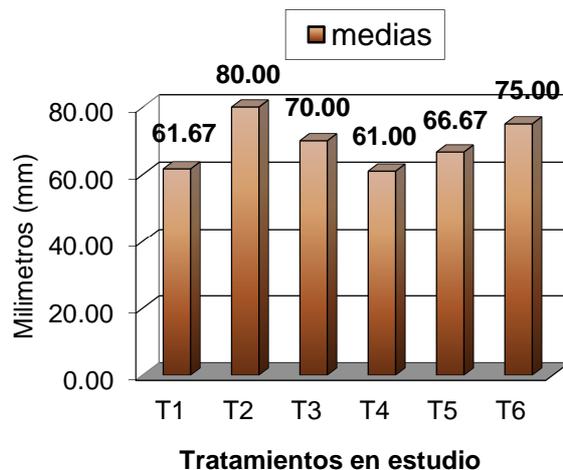
**Figura 11.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable peso seco de la raíz de Chute



**Figura 12.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable peso fresco de la raíz de Chute



**Figura 13.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable longitud de raíz



**Figura 14.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable volumen radicular de chute.

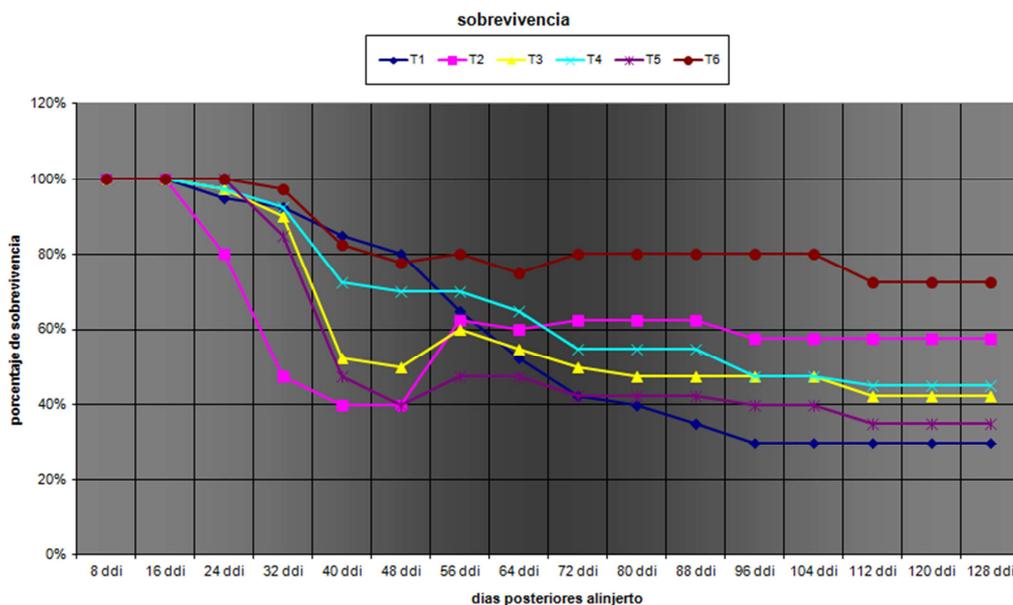
#### 4.11 Sobrevivencia

Durante el desarrollo de la investigación se realizaron 16 tomas de datos cada 8 días para la variable sobrevivencia desde el momento de la injertación de las yemas de aguacate en el portainjerto de chute obteniéndose diferentes rangos de sobrevivencia en cada uno de los muestreos.

Al analizar la Figura 15 se puede observar que el tratamiento que obtuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia al finalizar el experimento fue el T<sub>6</sub> con el 72.5 %; a la vez que se determinó que el tratamiento T<sub>1</sub> presentó el menor porcentaje de sobrevivencia con un 30%. McKenzie *et al.* (1988) encontró importantes pérdidas de plantas de vivero, principalmente en la variedad “Hass” cuando es injertada ya sea en portainjertos clonales ó especies afines, siendo los principales factores problemas de compatibilidad entre las partes, condiciones ambientales durante la injertación, el estado fisiológico del portainjerto y del injerto. Chandler citado por Oliva *et al.* (s.f.) consideran que no deben hacerse injertos en los meses mas calurosos debido a que las plantas entran en un alto grado de estrés.

Los resultados no son efecto de una incompatibilidad entre ambas especies; más bien existió la muerte de algunas de las varetas a causa de la mala unión entre portainjerto y yema donde los cambium no entraron en completo contacto. Esto dio

origen a la entrada de humedad en la región donde se unen los cambium y posteriormente el desarrollo de hongos fitopatógenos como *Colletotrichum sp* y *Botriodiplodia sp* (Anexo 5A); Otra vía de infección, es el momento en que se realizó el decapitado del portainjerto, esto dejó expuesto un parénquima succulento que <sup>1</sup>Guardado (2011) lo identificó como la entrada de un gran número de enfermedades, al igual que sus experiencias como viverista menciona: “los híbridos de rosas injertados en patrones de rosas silvestres presentan muerte del injerto a causa del parénquima succulento del portainjerto que es susceptible a la entrada de hongos y la no aplicación de un cubre cortes adecuado al momento de realizar el despatronado”. Para confirmar lo antes mencionado se realizó un análisis fitopatológico de las plantas que presentaron algún grado de muerte regresiva en el laboratorio de fitopatología del CENTA; esto permitió identificar los agentes causantes de la muerte (*Colletotrichum sp* y *Botriodiplodia sp*) y afirmar el sitio de entrada del patógeno (Anexo 5). Los resultados mostraron que ninguna planta murió a causa de *phytophthora cinnamoni* que es el principal agente patógeno que afecta al aguacate. (6 Anexo)



**Figura 15.** Sobrevivencia de los tratamientos

<sup>1</sup>comentario realizado por el Ing. Ramiro Guardado Fuentes Viverista y propietario del “Vivero Mundo Verde” San Juan Opico 2011.

#### 4.12 Prendimiento y Grados días de desarrollo (GDD)

La variable porcentaje de prendimiento presentó diferencias significativas, siendo el tratamiento que mostró mayor porcentaje de éxito el  $T_6$ , con respecto a los demás tratamientos como lo muestra la Figura 16. Los prendimientos obtenidos en los tratamientos  $T_1$ ,  $T_3$  y  $T_4$  junto con  $T_6$  obtuvieron menos del 10% de pérdida de plantas; lo que representa un valor muy aceptable en cualquier vivero frutal (Cuadro 7) pero, los tratamientos  $T_5$  y  $T_2$  mostraron pérdidas de los injertos mayores al 10%; esto pudo deberse al estado fisiológico de la vareta, ya que es difícil encontrarlas fisiológicamente uniformes entre las diferentes variedades, incluso dentro de la misma variedad, lo que genera diferencias en la brotación de las varetas en un momento determinado; por tal motivo presentaran mayor homogeneidad las varetas de la misma variedad (Comunicación personal <sup>2</sup>Parada Berrios 2012). Según, Jiménez *et al.* (2005), existen diversas razones para que no se manifieste la adecuada unión entre portainjerto e injerto, una de éstas se relaciona con la anormal distribución de almidones, azúcares y otras sustancias entre ambas estructuras que tratan de armonizar sus tejidos. Además Rubin (1984) en su trabajo encontró que existen diferencias fisiológicas en la parte de la rama utilizado para la reproducción. Ruthle citado por Salazar *et al.* (2004), encontraron que el injerto de enchape lateral permite obtener un éxito en prendimiento entre 80 y 90%. Estos mismos resultados obtuvo Salazar *et al.* (2004), cuando evaluó dos variedades de *P. schiedeana* como portainjertos temporales logrando obtener entre 100 y 50% de prendimiento. Esto nos permite constatar que el injerto de variedades de aguacate sobre portainjertos de chute logra obtener un alto porcentaje de éxito.

En cuanto a la variable Grados Días de Desarrollo no se encontró diferencias significativas. Al analizar las medias se determinó que el  $T_3$  y  $T_2$ , son los tratamientos que necesitaron menos GDD para alcanzar el prendimiento definitivo; Avilán y Leal (1988), hacen mención que los grados días desarrollo son el método más aceptable para predecir el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas logrando de ésta manera determinar el período de tiempo y las condiciones climáticas necesarias para el desarrollo de las seis variedades de aguacate

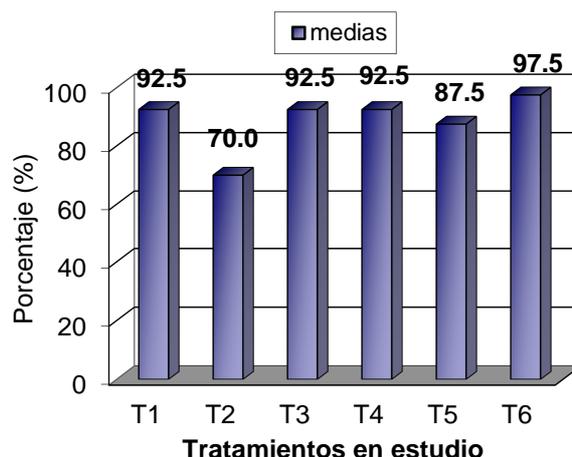
<sup>2</sup> comentario realizado por Ing. Fidel Ángel Parada Berrios. Docente de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la universidad de El Salvador, Departamento de Fitotecnia, cátedra de Fruticultura 10 de febrero 2012

evaluadas en los portainjertos de Chute. Pérez (1986), hace referencia a que las variedades utilizadas en los tratamientos T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> son adaptables a esa zona. Esto permite determinar que es la razón principal por la que necesitaron menor cantidad de días calor para activar las yemas (Cuadro 7 y Figura 17). A diferencia de los resultados encontrados por (Villalta y Vásquez 2011), el aguacate injertado en chute requiere de más GDD que los injertos de otras especies como mango que solo requieren de 380.5 y 259.5 GDD para realizar el prendimiento. Parada Berríos (1999), utilizó también éstas unidades para predecir el calor requerido para el prendimiento en níspero encontrando rangos de 650 – 1100 GDD ambas investigaciones dejan en claro que existe una amplia variación de una especie a otra.

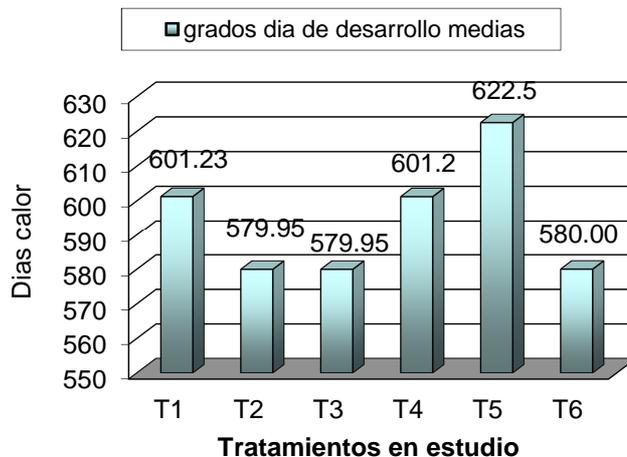
**Cuadro 7.** Prueba de Tukey. Diferencia de medias, como efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de chute, en las variables prendimiento y GDD

Trat.	Variables			
	Porcentaje de prendimiento	*	Grados días de desarrollo	NS
T1	92.50%	AB	601.23	A
T2	70.00%	B	579.95	A
T3	92.50%	AB	579.95	A
T4	92.50%	AB	601.20	A
T5	87.50%	AB	622.50	A
T6	97.50%	A	580.00	A

Ns= no significativo, \*= significancia al 5%, \*\*= altamente significativo al 1%



**Figura 16.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable portainjerto de prendimiento.



**Figura 17.** Efecto de la injertación de seis variedades de aguacate en portainjertos de Chute, en la variable Grados Días de Desarrollo (GDD).

#### 4.13 Estudio histológico

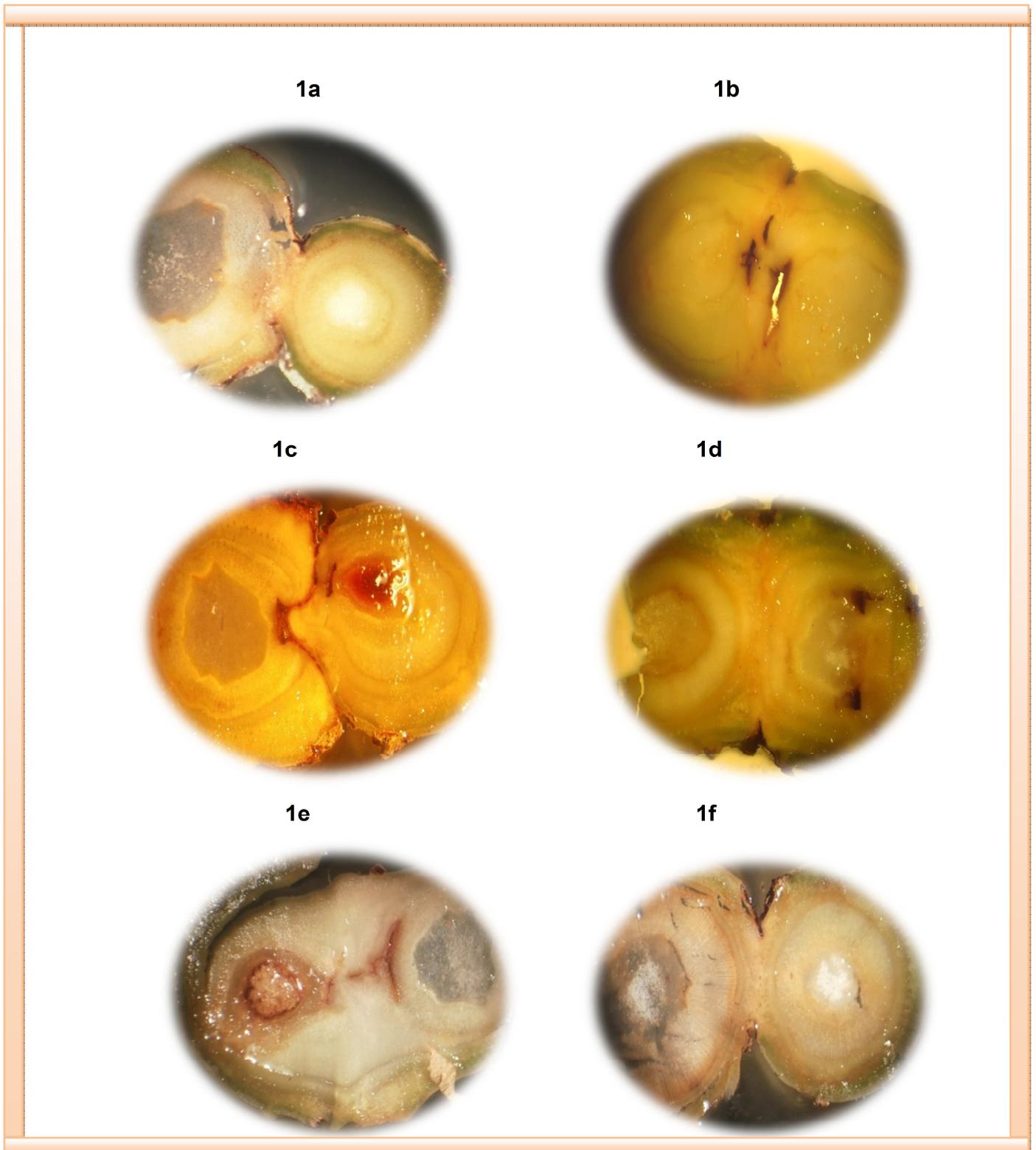
Se ha investigado la anatomía de las uniones de injertos hechos en fase de vivero por el método de enchape lateral para verificar el grado de unión al utilizar *P. schiedeana* como portainjerto para seis variedades de *P. americana* Mill. Las uniones fueron cortadas en trozos de 3 milímetros, los cuales fueron observados en microscopio compuesto; estas muestras se encontraban bien desarrolladas y tenían una edad de 125 ddi.

Al momento de la injertación se produjo inmediatamente una excreción de savia en la superficie de la herida, emanando la corteza del portainjerto. Esta emanación de savia es producto de la presión radical que ocurre cuando existe una diferencia de presión entre la atmósfera, el suelo y la planta (Parada Berrios 2012) y (Lee 2009), al momento de hacer las observaciones nada indicó que la savia constituye una barrera entre ambas partes; por el contrario, ayudó a la soldadura. Ya en las superficies del corte, en la región donde se encontraba expuesto el parénquima, se formaron capas de contacto consistentes en células. La primera reacción perceptible de las células vivas es el alargamiento de las células adyacentes a las superficies de la herida este fenómeno es producido por el efecto de las citocinas que es la hormona asociada a estimular la división celular en plantas (Salisbury y Ross 1992). La división celular aparece cerca de las superficies de la herida, tanto

en el patrón como en el injerto. Con frecuencia la púa presenta las primeras divisiones y mayor actividad en los días que siguen inmediatamente al injertado.

La actividad del cambium vascular permite que el árbol aumente anualmente su diámetro, al agregar capas sucesivas de floema y xilema secundarios Baldini y Flores y Vindas citados por Darrouy *et al.*(2010), hacen también referencia a que la activación del cambium está directamente ligada con la reactivación de las yemas, la cual ocurre en sentido basípeto en la ramilla y es controlada por la interacción de reguladores de crecimiento como auxinas, citocininas y giberelinas. Salisbury y Ross (1992), mencionan que el ácido giberélico es otra de las hormonas asociadas a la regulación del crecimiento. Lobato (1998), encontró en cortes histológicos realizados en *Pouteria sapota* que la formación del callo es producto de la multiplicación acelerada de células parenquimatosas de la corteza. Oliva *et al.* (s.f) encontró que las condiciones externas de temperatura y humedad deben ser tales que puedan promover las capas de células recién expuestas. Las capas exteriores de la región cambial del portainjerto e injerto producen células parenquimatosas formando al entrelazarse un tejido calloso.

En la Figura 20 se puede observar que existe una excelente unión entre ambas especies, el xilema y floema se encuentran unidos lo que favorece el paso de agua y nutrientes entre el portainjerto y el injerto; ninguno de los tratamientos en estudio presentó diferencias con el resto por lo que el uso de chute no influye en el sano desarrollo de las variedades de aguacate al menos en vivero. Entre alguno de los problemas encontrados fue el hecho que al producir plantas en época lluviosa la unión es vulnerable a las altas precipitaciones y la alta humedad relativa lo que provoca cierto daño en la unión, aunque ambas especies superan posteriormente este daño creando tejido corchoso lo que permite que la planta continúe viviendo. Lobato (1998), también encontró en su estudio un deterioro en estacas de *Pouteria sapota* a las 16 semanas de estudio a nivel del floema, dentro de las cuales existía la presencia de micelios y esporas de hongos. Si bien, los cortes histológicos fueron realizados a un pequeño número de plantas por tratamiento y analizados sólo a un nivel descriptivo, los resultados obtenidos en este estudio constituyen una referencia inicial y única en relación a esta temática.



**Fotografía 20.** Cortes histológicos, muestra la unión entre el portainjerto chute y yemas de aguacate, permitiendo la formación del callo, xilema y floema y desarrollarse como una sola planta. a) T1 hass, b) T2 Beneke, c) T3 Sitio del Niño 3, d) T4 Ereguayquin, e) T5 Booth 8, f) T6 UES Talpeño; variedades injertados en chute

#### 4.8. Análisis económico del ensayo

Para la realización de este análisis se utilizó la metodología de presupuestos parciales (Anexo 7a) indicando que T<sub>1</sub> y T<sub>5</sub> presentaron mayores beneficios netos. Esto debido a que estas variedades poseen un mayor precio en el mercado por motivo de la demanda de sus frutos.

**Cuadro 8.** Tabla de presupuesto parcial, análisis de dominancia y tasa de retorno marginal

Tratamiento	C.V	B.N	Dominancia	Tasa de retorno marginal
T1	\$ 2.05	\$ 4.00		0.95
T2	\$ 2.05	\$ 3.50	D	0.90
T3	\$ 2.05	\$ 3.50	D	0.90
T4	\$ 2.05	\$ 3.50	D	0.90
T5	\$ 2.05	\$ 4.00		0.95
T6	\$ 2.05	\$ 3.50	D	0.90

Al observar la tabla de dominancia podemos notar que todos los tratamientos poseen diferentes costo variables; los tratamientos poseen un mayor costo de la semilla de chute ya que es una especie que tiene poca distribución en el país debido a su subutilización.

##### 4.8.1 Análisis marginal

Se tomo uno de los dos tratamientos con beneficios netos dominantes (T1)

$$RBC = B.N/C.V * 100 = (4.00) / (2.05) * 100 = 0.95\%$$

El dato anterior significa que por cada dólar invertido se recupera ese dólar más \$0.95 dólares. Al utilizar chute se obtiene una planta de menor variabilidad genética.

#### 4.9 Discusión general.

La tendencia mostrada en todas las variables evaluadas desde el momento de la injertación, respecto con el efecto de los factores en estudio, fue similar entre tratamientos pero, existe diferencia significativa en el prendimiento entre chute y las seis variedades de aguacate con un 97.5% demostrando la existencia de afinidad entre ambas especies; al evaluar variables de crecimiento como altura, diámetro, número de hojas y longitud de raíz no mostraron diferencias significativas lo que permite determinar que existe un buen crecimiento de los tejidos del injerto conllevando a la permanencia de esa unión, interactuando como una sola; por otra parte las variables fisiológicas permiten conocer el incremento o ganancia en peso, longitud y volumen tanto del injerto como del portainjerto. A pesar de ello la sobrevivencia probablemente se vio afectada por factores climáticos, que según el SNET (2011) para el mes de junio de ese año, las precipitaciones que se registraron fueron de 280.7 mm incrementándose hasta el mes de agosto (339.4 mm) generando alta humedad Relativa en el ambiente, causando la proliferación de hongos (*Colletotichum sp.* y *Botrioliplodia sp.*) en la zona de unión del injerto-portainjerto (Análisis de laboratorio de parasitología Vegetal, CENTA 2011).

Cuando realizamos la comparación entre las medias de cada tratamiento se puede observar que el T<sub>6</sub>, fue el que mostro un crecimiento y desarrollo homogéneo; probablemente esto se debió a que ésta especie se ha desarrollado en un clima donde las temperaturas altas, precipitación irregular y humedad relativa alta han permitido que esta variedad de aguacate prospere donde otras no (Parada Berrios 2008).

Ayala (2010), encontró en su estudio que no todas las variedades de aguacate se desarrollan de la misma forma ya que algunas variedades como el "Hass" tienden a acumular mayores cantidades de nitrógeno en sus tejidos a diferencia de otras variedades; y que además un portainjerto puede influir de forma directa en la absorción y traslocación de nutrientes en la planta. Mientras que Atkinson *et al.* (2003), encontró que los diferentes portainjertos utilizados en manzanos (*Malus pulima* Mill) provocan cambios anatómicos en la parte aérea del injerto

ocasionando una restricción en el contenido de nutrientes y agua entre ambas partes. Esto puede explicar las diferencias encontradas entre algunas variables en los tratamientos del presente estudio; tal como lo muestran las correlaciones entre el número de hojas y el peso seco de la raíz ( $r=0.94$ ), volumen de la raíz con número de hojas ( $r=0.93$ ), área foliar y altura del injerto ( $r=0.84$ ), así como también el injerto con el peso específico de la hoja ( $r=0.93$ ) (Anexo 2A)

Los cortes histológicos realizados en cada uno de los tratamientos permiten observar en detalle el crecimiento y desarrollo del xilema y el floema en la zona de formación del callo, donde se da un flujo de nutrientes y agua del patrón e injerto. lo que asegura que la planta puede sobrevivir pero, sin la seguridad que no pueda existir incompatibilidad tardía.

## V. CONCLUSIONES

Al término de esta investigación se ha logrado obtener importantes conclusiones las cuales se mencionan a continuación.

- ✓ Aunque se obtuvieron resultados, positivos y confiables con el uso de chute como portainjerto, no podemos descartar la presencia de incompatibilidad tardía. Como un posible rechazo entre ambas partes injertadas, a largo plazo.
- ✓ se determinó que en las seis variedades evaluadas de aguacate existe afinidad y compatibilidad con Chute como portainjerto en fase de vivero.
- ✓ En la investigación se determinó que  $T_6$  no presentó diferencias significativas del prendimiento, pero si al observar el comportamiento de las medias, obteniendo un 97.50% seguido de  $T_4$ ,  $T_3$  y  $T_1$  con un 92.50% cada uno,  $T_5$  con 87.50% y  $T_2$  fue el tratamiento que obtuvo el menor porcentaje de prendimiento con el 70%.
- ✓ En los tratamientos evaluados no se encontraron diferencias significativas, la variabilidad de los resultados es producto de las características genotípicas de cada uno de los tratamientos. El que obtuvo buenos resultados tanto en las variables fisiológicas y de crecimiento fue ( $T_6$ ) UES Talpeño (UESEEPB0501CR1), y se considera importante tomar en cuenta las tendencias presentadas ya que las correlaciones muestran dependencia entre las variables; mientras que, ( $T_1$ ), presentó el menor desarrollo y crecimiento producto de los requerimientos climáticos de la variedad.
- ✓ Las combinaciones que permitieron mayores beneficios económicos son las variedades  $T_5$  y  $T_1$  esto se debe a que son variedades demandadas.

## VI. RECOMENDACIONES

Al término de esta investigación se hace necesario hacer algunas recomendaciones.

- ✓ Se recomienda continuar la búsqueda de otras especies pertenecientes al género *Persea* para determinar si existe afinidad y compatibilidad.
- ✓ Al momento de producir plantas de aguacate injertados en chute se deberá evaluar en la época seca para reducir la incidencia de enfermedades producto de la alta humedad relativa del ambiente y las precipitaciones.
- ✓ Cuando se realice la actividad de decapitado del portainjerto de chute se recomienda utilizar cubre cortes para formar una capa más permeable que evite la entrada de patógenos en la planta.
- ✓ Para obtener mejores resultados en el prendimiento, las varetas deben prepararse 8 días antes del momento de la injertación para favorecer el desarrollo de la yema.
- ✓ Las plantas producidas en esta investigación deberán ser evaluadas en campo (de acuerdo a las exigencias de altitud de cada variedad) para determinar su comportamiento, resistencia a plagas y enfermedades y condiciones edafoclimáticas.
- ✓ La producción de plantas de aguacate sobre portainjertos de chute en época lluviosa presenta la desventaja que, al realizar el decapitado deja expuesto un parénquima esponjoso el cual es susceptible al ataque de plagas y enfermedades que pueden llegar a causar la muerte de las varetas aún estando desarrolladas.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- ✓ Aguilar López, KM; Cabrera Orantes, LO. 2003. Desarrollo de portainjertos y evaluación del prendimiento de injerto en anona común (*Anona diversifolia*) utilizando diferentes fertilizantes foliares y al suelo. Tesis Optar Ing. Agr. Universidad de El Salvador. San Salvador, SV. 71 p.
- ✓ Alix, C. 1999. Propagación de especies frutales. La Ceiba, HO. P 22 – 53
- ✓ Álvarez Requejo, S. s.f. Multiplicación de árboles frutales. 2 Ed. Barcelona, ES. Aedos. 297 p
- ✓ ANACAFE (asociación Nacional de Café). 2004. Cultivo del aguacate. (en línea). Consultado el 27 oct. 2010. Disponible en <http://www.anacafe.com>
- ✓ Apaza, WH. s.f. métodos de reproducción asexual de plantas y su aplicación. Perú. UNA-PUNO (Universidad Nacional del Altiplano PUNO-PR). 33 p
- ✓ Atkinson, CJ; Else, M.A; Taylor, L; Dover, CJ. 2003. Root and stem hydraulic conductivity as determinants of growth potential in graft edtrees of apple (*Malus pumila* Mill.). J. USA. Exp. Bot. 54: 1221-1229.
- ✓ Avilan, L; Leal, F. 1988. Manual de fruticultura: cultivo y propagación. Caracas, VE. America. 1474 p.
- ✓ Ayala Arreola, J. 2010. Relaciones injerto – interinjerto en algunos aspectos fisiológicos y anatómicos de cuatro genotipos de aguacate. Tesis. PHD. Ciencias en horticultura. Chapingo, MX. Universidad Autonoma de Chapingo. P 106

- ✓ Barrientos Prieto, AF, *et al.* 2003. Índice y densidad estomática foliar en plántulas de tres razas de aguacate. Chapingo, MX. REDALYC. Vol. 26. P 291-299.
- ✓ Barrientos, PF; Barrientos, AF. 1996. Correlaciones entre algunas Características entre algunas características de plántulas de aguacate Var. "Colin V-33" y sus efectos enanizantes como portainjerto. Chapingo, MX. Chapingo. Serie de Horticultura II (1). P 95-98.
- ✓ Bost, JB. 2009. Edible plants of the Chinantla, Oaxaca, Mexico with an emphasis on the participatory domestication prospects of *Persea schiedeana*. (thesis) for Master of science. The University of Florida. US. 113 p.
- ✓ Brizuela, ER; Ferrando, CA; Blanco, LJ. 2009. Distribución vertical de hojas y de la relación hoja – tallo en *Trichloris crinita*. (en línea) consultado el 15 de ene. 2012. Disponible en <http://www>.
- ✓ Calderón Alcaez, E. 1998. Fruticultura General: El esfuerzo del hombre. 3 Ed. Ed. Limusa, México DF, MX. 763 p
- ✓ Cañizales Zayas, J. 1973. Los aguacates. La Habana, Cu. Pueblo y Educación. 282 p
- ✓ Castañeda González, EL. 2009. Búsqueda de portainjertos de aguacate tolerantes-resistentes a *Phytophthora cinnamoni* Rands. Tesis Ph. D. Montecillo, MX, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencia Agrícolas. 76p. Disponible en <http://www.cm.colpos.mx/2010/tesis.pdf>
- ✓ Castaño Zapata, J; Rio Mendoza, L del. 1994. Guía para el diagnóstico y control de enfermedades en cultivos de importancias económica. 3 Ed. Honduras. Zamorano. p 207

- ✓ CENTA (Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal, SV). 2011. Análisis fitopatológico: Aguacate. La Libertad, SV. Laboratorio de parasitología Vegetal.
- ✓ Congreso Latinoamericano de Aguacate. (3) (Valparaíso CH, s.f.) s.f. Avances en la investigación sobre portainjertos de aguacate en Chile. Ed. M, Castro V. Valparaíso, CH. p 3
- ✓ Cruz Castillo, JG. s. f. Atlas de los parientes silvestres de las especies cultivadas nativas de Guatemala. (en línea). Consultado el 26 Sep 2010. Disponible en <http://www.lcta.org.Gu>.
- ✓ Cruz Castillo, JG. *et al.* 2007. Características morfológicas y bioquímicas de frutos del Chinene (*Persea schiedeana*). Chapingo, MX. V 13. p 141-147
- ✓ Cruz Vela, MA. 2008. Identificación de porta injertos para la propagación de plantas de aguacate. IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, SV); MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV) La Libertad, SV. 34 p.
- ✓ Dalmaso, AD; Malsuelli, R; Salgado O. 1994. Relación vástago raíz durante el crecimiento en vivero de tres especies nativas del monte *prosopis chilensis*, *prosopis flexuosa*, *Bulnesia retama*. s.l. Multiquina. P 35 - 43
- ✓ Darrouy Palacios, N. *et al.* 2010. Efecto de la posición de la yema y de la poda en plantas de aguacate destinadas a la clonación. México. Redalyc (Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal) Revista Fitotecnia Mexicana. Vol.33, N°3, p.249-256
- ✓ Dogliotti, S. s.f. Introducción al curso de fisiología de los cultivos. (en línea). consultado el 20 de ene. 2012. Disponible en <http://www.infojardin.com>

- ✓ Fassio, CC; Castro, M; Darrouy, N; Mamani, J. 2007. Caracterización morfológica y anatómica de raíces de portainjerto de semilla y clónales de palto (*Persea americana* Mill). Viña del Mar, CH. Acta IV congreso de aguacate, 2007). 11 p.
  
- ✓ Garner, RJ. 1987. Manual del injertador. 4 ed. Trad. JC, Descarrega. Madrid, ES. Mundi prensa. 338 p.
  
- ✓ Gonzales Gonzales, JM. 2004. Catequinas y compatibilidad en homoinjertos de *Colucarpus sapota* (JACQ) (MERR) y heteroinjertos de *Colucarpus sapota/ Achras sapota* L, en dos etapas fenológicas. Tesis. PDH Biotecnología. Colima, MX. Universidad de Colima. P. 124.
  
- ✓ Grupo Latino. 2007. Volvamos al campo: biblioteca agropecuaria. Colombia. Latino. T (2): p. 706 -715
  
- ✓ Grunberg, IP; Sartori, E. 1974. El arte de criar e injertar frutales. 3 ed. Buenos aires, AG. Universidad de Buenos Aires. 205 p.
  
- ✓ Gutiérrez, CY. 2009. Análisis del mercado para aguacate. (en línea). El Salvador. Consultado 25 Sep 2010. Disponible en <http://www.mag.org.sv>.
  
- ✓ Hartmann, HT; Kester, DE. 1975. Propagación de plantas: principios y prácticas. 4 ed. Trad. A, Marino Ambrosio. México Distrito Federal, MX. Continental. 810 p.
  
- ✓ Herrera Basurto, J.1998. Crecimiento y nutrición de los portainjertos de cítricos citranges “Carrizo” y “Troyer” propagados por estacas en vivero. Tesis Ms. Especialidad de fruticultura, Colegio de Postgraduados. MX. 138 p.

- ✓ IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, SV); MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, SV). 2003. Guía técnica del cultivo del aguacate. La Libertad, SV. FRUTALES. 67 p.
- ✓ Jiménez R, VB, *et al.* 2005. Tecnología intensiva para la recuperación de aguacate en Cuba. Cuba. IIFT (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical). 16 p.
- ✓ Joaquín Martínez, MC, *et al.* 2007. Distribución ecográfica y características del fruto de *Persea schiedeana* Nees. Veracruz, MX. V 30. p 403-410
- ✓ Jorge, PE; Medina Pacheco, CA. s.f. Pudrición radicular o muerte descendente (*Phytophthora cinnamoni* Rands) en plantaciones de aguacate (*Persea americana* Mill). Santo Domingo, RD. REDFRUT (Red de Desarrollo Tecnológico de Frutas). Hoja divulgativa N°4. 4 p.
- ✓ Leakey, RRB. 2004. Physiology of vegetative reproduction. *In: Encyclopedia of Forest Sciences*. J Burley, E Evans, J A Younquist (eds). Academic Press. London, UK. p:1655–1668.
- ✓ Lee, A. 2009. El movimiento del agua a través de las plantas: como una plantita utiliza el agua y cual es la interacción entre raíces y el aire circulante. Asturias, ES. ASTHOR AGRÍCOLA. Horticultura internacional. P 44-49
- ✓ Lobato Artiga, SD. 1998. Desarrollo de métodos de propagación para la conservación y propagación *ex situ* de especies de Sapotáceas *Pouteria sapota*. Tesis de maestro de ciencias. Escuela de Postgrado, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. p. 131
- ✓ Martínez Castellanos, RE; Villaherrera López, RE; Constanza Rivas, S. 2006. Producción de plantas de aguacate criollo (*Persea americana* Mill)

adaptado a la zona costera de El Salvador. Tesis Ing. Agr. San Salvador, SV, UES. 71 p

- ✓ Mckenzie, CB; Wolstenholme, BN; Allan P. 1988. Evaluation of nursery procedures to eliminate graft-take problems. South African Avocado Growers Assoc. Yrbk. (en línea) consultado el 15 de nov. 2011. Disponible en: [http://www.avocadosource.com/wac2/wac2\\_p375.htm](http://www.avocadosource.com/wac2/wac2_p375.htm)
- ✓ Muños Pérez, RB; Rogel Castellanos, I. 1997?. Ensayos sobre propagación clonal de portainjertos de aguacate. México. CICTAMEX. p. 107- 112.
- ✓ Oliva, H, *et al.* s.f. estimulación de la interacción patrón – injerto en plantas de aguacate (*Persea americana* Mill) en condiciones de alta temperatura. La Habana, CU. IIFT (Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical). 8 p.
- ✓ Parada Berrios, FA. 2008. Desarrollo de tecnologías en la cadena agroproductiva del cultivo de marañón orgánico en la cooperativa ACOPASMA de R.L. cantón Tierra Blanca Chirilagua, San Miguel. San Salvador. SV. UES. P.216-234.
- ✓ \_\_\_\_\_. 1999. Producción de plantas de níspero (*Manilkara sapota*) inoculadas con *Glomus mosseae* (Micorrizas), Aspersores de AG, aplicaciones de NPK y fertilización foliar. Tesis. Maestría, fruticultura. México. Colegio de Postgraduados. 120 p
- ✓ Pérez Rivera, RA. 1986. Evaluación de veinte cultivares criollos de aguacate. La Libertad, SV. CENTA. Boletín técnico N°17.
- ✓ Puente Alarcón, JE. 2009. Efecto del injerto intermedio en la producción de plantas enanizadas de marañón (*Anacardium occidentale* L); fase de vivero. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. P 57

- ✓ Ramírez Rodríguez, Y; Parrado Álvarez, OL; Casas Tomas, I. s.f. Diversidad infraespecífica del aguacate (*Persea americana* Mill.) I Caracteres vegetativos. En la comunidad El Colorado, Sierra de Cubitas, Camagüey (en línea). Cuba, CU. Consultado 28 oct. 2010. Disponible en <http://www.actaf.co.cu/revistas/agrotecnia.pdf>
- ✓ Reyes Alemán, JC *et al.* s.f. conservación ex situ de ejemplares del género *persea* correspondientes a 12 especies y 4 genotipos afines. Texcoco, MX. 11 p
- ✓ Rodríguez Codillos, M. 2003. Guía técnica: Cultivo de aguacate. San Salvador, SV. CENTA, MAG. Guía técnica N°20. 36 p
- ✓ Rojas, F. 2002. Metodología para la evaluación de la calidad de plántulas de ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill) en vivero. Chapingo, MX. Chapingo. P 75-81.
- ✓ Rubin, BA. 1984. Curso de fisiología vegetal. URSS. P 402-524.
- ✓ Salazar García, S, *et. al.* 2004. Selección de aguacate con potencial de uso como portainjertos: I. prendimiento y crecimiento de injertos. Xalisco, MX. Vol. 27 (1): 23-30.
- ✓ Salisbury, FB; Ross, CW. 1992. Fisiología de las plantas 3.; desarrollo de las plantas y fisiología ambiental. Trad. JM, Alonso. Madrid, ES. Thonsom. 988 p.
- ✓ Scora, RW; Bergh, BO. 1992. Origin and taxonomic relationships within the genus *Persea*. Eds. Lovatt, C; Holther, PA; Arpaia, ML. California, US. University of California Riverside. Vol. 2. P 505-514.
- ✓ SNET (Servicio Nacional de Estudios Territoriales, SV). 2009. Boletín anual climático. SV. 18 p.

- ✓ Soto, T. 1949. El injerto de aguacate. Río Piedras, PR. Universidad de Puerto Rico y Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. N° 3. 9 p.
- ✓ Vásquez Santizo, J. 2008. Programa de recomendaciones básicas para el manejo de injertos en el proyecto de renovación de aguacate criollo en el área aguacatera del altiplano occidental de Guatemala. (en línea). Guatemala. Consultado 27 Sep 2010. Disponible en <http://www.lcta.org.Gu>
- ✓ Villalta Gómez, SR; Vásquez Chávez, OA. 2011. Evaluación del potencial enanizante de cinco variedades de mango (*Manguiфера indica*), bajo la técnica del interinjerto, en la producción de plantas de la variedad Panades a nivel de vivero. Tesis. Ing. Agr. San Salvador, SV. P 62

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1A. Manejo de vivero de chute injertado con aguacate

Traslado de varetas para injertar



Riego



Colocación de tela zaran



Despunte del patrón



Aplicación de productos



Toma de datos en campo



**Anexo 2A. Cuadro 9.** Resumen de Coeficiente de Correlación para las variables evaluadas significativas en plantas de Chute (*Persea schiedeana*) injertados con *Persea americana* Mill en fase de vivero.

<b>Variables correlacionadas</b>	<b>Coeficiente de correlación</b>	<b>Nivel de significancia</b>
Altura del injerto – diámetro del injerto	0.75403	0.2276
Altura del injerto- peso fresco de la hoja	0.7966	0.6834
Altura del injerto- Área foliar	0.8389	0.7120
Altura del injerto- Peso específico de la hoja	0.9350	0.9971
Diámetro del injerto – peso fresco de la hoja	0.5571	0.6834
Diámetro del injerto – peso fresco de raíz	0.7119	0.3074
Diámetro del injerto – peso seco de raíz	0.9756	0.2419
Diámetro del injerto – volumen de la raíz	0.9296	0.4316
Numero de hojas – peso fresco de la raíz	0.86208	0.3529
Numero de hojas – peso seco de la raíz	0.94522	0.2874
Numero de hojas – volumen del tallo	0.57406	0.3172
Peso seco de la hoja – Altura del injerto	0.6133	0.6882
Peso seco de la hoja - diámetro del injerto	0.6845	0.6882
Peso seco de la hoja – Numero de hojas	0.5797	0.7288
Peso seco de la hoja – volumen del tallo	0.8001	0.7323
Peso fresco de la hoja - injerto	0.6922	0.6244
Peso fresco de la hoja – Altura del injerto	0.7966	0.6834
Peso fresco de la hoja – numero de hojas	0.7399	0.7289
Peso fresco de la hoja – volumen del tallo	0.7604	0.7275
Peso fresco de la hoja – peso fresco de raíz	0.5627	0.7632
Peso fresco de la hoja – peso seco de raíz	0.6487	0.6977
Área foliar - injerto	0.6971	0.6530
Área foliar – altura del injerto	0.8389	0.7120
Área foliar – volumen del tallo	0.7172	0.7561
Área foliar – numero de hojas	0.6570	0.7575
Área foliar – peso fresco de la hoja	0.9830	1.1678
Área foliar – peso específico de hoja	0.6943	0.5982
Área foliar – longitud de la raíz	0.6947	0.9276
Peso específico de la hoja – altura del injerto	0.9350	0.9906
Peso específico de la hoja –peso seco hoja	0.6420	0.9906
Peso específico de la hoja –peso fresco hoja	0.5787	0.9906
Peso específico de la hoja –área foliar	0.6943	0.9906
Peso específico de la hoja –peso fresco raíz	0.8471	0.9906
Peso específico de la hoja –peso seco raíz	0.6808	0.9906
Peso específico de la hoja –volumen de raíz	0.7400	0.9906
Longitud de la raíz – injerto	0.6581	0.3842
Longitud de la raíz - numero de hojas	0.8140	0.4887
Longitud de la raíz – área foliar	0.6047	0.9276

<b>Longitud de la raíz – peso seco de raíz</b>	0.6818	0.4575
<b>Longitud de la raíz – volumen del tallo</b>	0.8381	0.4873
<b>Volumen de la raíz – numero de hojas</b>	0.9268	0.4771
<b>Volumen de la raíz – peso fresco hoja</b>	0.6977	0.8874
<b>Volumen de la raíz – peso fresco de raíz</b>	0.9549	0.5114
<b>Volumen de la raíz – peso seco de raíz</b>	0.9028	0.4459
<b>Volumen de la raíz – diámetro de injerto</b>	0.9296	0.4316
<b>Peso fresco de la raíz - altura del injerto</b>	0.6166	0.3074
<b>Peso fresco de la raíz - diámetro del injerto</b>	0.7119	0.3074
<b>Peso fresco de la raíz - numero de hojas</b>	0.8621	0.3529
<b>Peso fresco de la raíz - peso específico de la hoja</b>	0.8471	0.1936
<b>Peso fresco de la raíz - volumen de la raíz</b>	0.9549	0.9936
<b>Peso fresco de la raíz - peso seco de la raíz</b>	0.9332	0.3217
<b>Peso fresco de la raíz - volumen del tallo</b>	0.6235	0.3515
<b>Peso seco de la raíz – diámetro del injerto</b>	0.9756	0.2419
<b>Peso seco de la raíz – numero de hojas</b>	0.9452	0.2874
<b>Peso seco de la raíz – peso fresco de la hoja</b>	0.6487	0.6977
<b>Peso seco de la raíz – peso específico de la hoja</b>	0.6808	0.9912
<b>Peso seco de la raíz – longitud de raíz</b>	0.6818	0.4575
<b>Peso seco de la raíz – volumen de raíz</b>	0.9028	0.4575
<b>Peso seco de la raíz – peso fresco de raíz</b>	0.9332	0.3217
<b>Peso seco de la raíz – volumen del tallo</b>	0.7451	0.2860
<b>Injerto – área foliar</b>	0.6971	0.6530
<b>Injerto – peso fresco de la hoja</b>	0.6922	0.6244
<b>Injerto – peso específico de la hoja</b>	0.9343	0.9905
<b>Injerto – longitud de la raíz</b>	0.6581	0.3842
<b>Volumen del tallo – altura del injerto</b>	0.7643	0.2717
<b>Volumen del tallo – peso seco de la hoja</b>	0.8001	0.7323
<b>Volumen del tallo – peso fresco de la hoja</b>	0.7604	0.7275
<b>Volumen del tallo - injerto</b>	0.6021	0.2127
<b>Volumen del tallo –área foliar</b>	0.7172	0.7561
<b>Volumen del tallo – longitud de raíz</b>	0.8381	0.4873
<b>Volumen del tallo – peso fresco de raíz</b>	0.6235	0.3515
<b>Volumen del tallo – peso seco de la raíz</b>	0.7451	0.2860

**Anexo 3A.** Crecimiento de los tratamientos en vivero 120 días después del injerto

T1 "Aguacate Var. Hass"



T2 "Aguacate Var. Beneke"



T3 "Aguacate Var. Sitio del Niño 3"



T4 "Aguacate Var. Ereguayquin"



T5 "Aguacate Var. Booth 8"



T6 "Aguacate Var. UesTalpeño"



**Anexo 4A. Cuadro 10.** Área foliar promedio en las hojas de los seis tratamientos en estudio

Tratamientos	número promedio por Hoja	área foliar promedio	Área foliar promedio por hoja
T1	11.67	700.1	59.99
T2	12.16	931.4	76.59
T3	7.54	732.2	97.11
T4	10.96	693	63.23
T5	11.47	1319.6	115.05
T6	10.59	996.4	94.09

**Anexo 5A.** Estudio fitopatológico realizado en el laboratorio de Parasitología Vegetal del CENTA.

Planta enferma



corte en la unión



presencia de daño por hongos



Corte para cultivo



crecimiento del hongo en PDA



ide. *Colletotrichum* sp.



**Anexo 6A.** Análisis fitopatológico de injertos de aguacate *P. americana* Mill sobre patrones de Chute *P. schiedeana*

  
**LABORATORIO DE PARASITOLOGIA VEGETAL**  
TEL: 23 02-02 00 EXT. 272

San Andrés, 10 de Septiembre de 2011. No. Registro. **657 F**

<b>IDENTIFICACIÓN:</b>		
Nombre de la propiedad:	Caserío:	Cantón: <b>Sitio del Niño.</b>
Municipio: <b>San Juan Opico.</b>	Dpto.: <b>La Libertad.</b>	Área: <b>420 M<sup>2</sup>.</b>
Cultivo: <b>Aguacate.</b>	Variedad: <b>Sitio del Niño 3.</b>	Edad: <b>1 año.</b>
Propietario: <b>Ramiro Guardado Fuentes.</b>	Altitud: <b>453 msnm.</b>	
Solicitante: <b>Xiomara Guadalupe Romero. Tesis de Grado.</b>		
Fecha de consulta: <b>29 – 08 – 11.</b>		
Fecha de envío de recomendación: <b>10 – 09 – 11.</b>		

TIPO DE ANALISIS: ENTOMOLOGIA **FITOPATOLOGIA** NEMATOLOGIA

<b>DIAGNOSTICO:</b> En la muestra de injerto de aguacate sobre patrón chute que presenta síntomas de hojas con manchas color café que inicia en el ápice y necrosis interna en la unión del injerto con el patrón, se identifico: <b>Presencia de los hongos:</b> ✓ <b>Colletotrichum sp.</b> ✓ <b>Botriodiplodia sp.</b>
---

ERROR: ioerror  
OFFENDING COMMAND: image

STACK: