

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE CIENCIAS AGRARIAS



**“PRODUCCIÓN DE PLANTONES DE ZAPOTE (*Matisia cordata*
Humb & Bonpl) CON CUATRO MÉTODOS DE INJERTOS EN
CONDICIONES DE VIVERO EN TINGO MARÍA”**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO

LUIS MANUEL LUDEÑA NAVARRO

Tingo María – Perú

2019

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo incondicional y ser una fuente de inspiración, gracias por estar a mi lado en todos estos años.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por mostrarme su amor y ser una fortaleza para culminar exitosamente mis estudios académicos.

A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de Agronomía y sus docentes por formarme tanto académica y socialmente.

Al Ing. Carlos Miranda Armas, Ing. M.Sc. Giannfranco Egoavil Jump y al Ing. M.Sc. Celio Iglesias Cruz, asesores y amigos de confianza por su valioso tiempo y por brindarme sus conocimientos y consejos.

A los miembros integrantes del jurado, Ing. M.Sc. Fausto Silva Cárdenas, Ing. M.Sc. Jorge Luis Adriazola Del Águila y al Ing. Jorge Cerón Chávez, por su valioso tiempo.

A Candy Carolina Pérez Ríos, por su apoyo incondicional y moral para desarrollar este trabajo.

A mis amigos y colegas que de una u otra manera han colaborado para culminar satisfactoriamente este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	13
II. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Generalidades del zapote.....	15
2.1.1. Taxonomía.....	16
2.1.2. Origen y distribución	16
2.1.3. Ecología y suelo	17
2.1.4. Fenología.....	17
2.1.5. Genética y variedades	18
2.1.6. Propagación del zapote	19
2.2. Propagación por injertación.....	19
2.2.1. Ventajas de la injertación	20
2.2.2. Fisiología del injerto.....	20
2.3. Clasificación de injertos.....	21
2.3.1. Injerto tipo corteza	22
2.3.2. Injerto tipo hendidura	26
2.4. Conocimientos previos para el éxito de la injertación	28
2.4.1. Compatibilidad de genotipos	28
2.4.2. Características de la incisión vara - patrón	28
2.4.3. Estado fenológico del árbol a propagar.....	28

2.4.4. Implementos necesarios en la injertación	29
2.4.5. Preparación de los patrones o porta injertos	29
2.4.6. Las varas yeméras o varetas	30
2.5. Factores que influyen en la cicatrización del injerto	31
2.5.1. Incompatibilidad	32
2.5.2. Clase de planta	32
2.5.3. Condiciones de temperatura, humedad y oxígeno durante después de efectuado el injerto	33
2.6. Trabajos de investigación en injerto de zapote	35
III. MATERIALES Y MÉTODOS	36
3.1. Ubicación del campo experimental	36
3.2. Características climáticas	36
3.3. Zona de vida	36
3.4. Materiales y equipos	37
3.4.1 Material vegetativo	37
3.4.2 Material de vivero	37
3.4.3 Material de laboratorio	37
3.5. Diseño estadístico	38
3.5.1. Componentes en estudio	38
3.5.2. Tratamientos en estudio	38
3.5.3. Diseño experimental	39

3.5.4. Análisis estadístico	39
3.5.5 Características del campo experimental	40
3.6. Metodología para la ejecución del experimento.....	41
3.6.1 Acondicionamiento del área experimental.....	41
3.6.2 Obtención de los patrones	41
3.6.3 Obtención y preparación de las varas yeméras	42
3.6.4 Operación del injerto.....	42
3.6.5. Labores culturales en el vivero	51
3.7. Características evaluadas	52
3.7.1. Número de injertos prendidos	52
3.7.2. Número de injertos brotados.....	53
3.7.3. Número de hojas por brote	53
3.7.4. Longitud de brotes	53
3.7.5. Diámetro de brotes	53
3.7.6. Área foliar	55
3.7.6. Materia seca	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	57
4.1. Efecto en el prendimiento y brotación en el injerto	57
4.1.1 Del número de injertos prendidos y del número de injertos brotados	57
4.2. Evaluación del crecimiento del brote	62

4.2.1	Del número de hojas, longitud y diámetro de brotes.	62
4.2.2	Del área foliar (cm ²) y materia seca (mg).....	70
V.	CONCLUSIONES.....	75
VI.	RECOMENDACIONES.....	76
VII.	RESUMEN	77
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	79
IX.	ANEXO.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Etapas e intervalos de tiempo que ocurren en la cicatrización de injerto en T en cítricos.	34
2. Componentes en estudio.	38
3. Descripción de los tratamientos en estudio.	38
4. Modelo del análisis de variancia.	40
5. Análisis de variancia ($\alpha= 0.05$) del número de injertos prendidos e injertos brotados evaluados a los 165 días.	57
6. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el número de injertos prendidos y numero de injertos brotados evaluado a los 165 días.	58
7. Cuadrados medios del análisis de variancia ($\alpha= 0.01$ y 0.05) del número de hojas, longitud y diámetro de brotes a los 165 días.	62
8. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el número de hojas, longitud (cm) y diámetro (mm) de brotes evaluado a los 165 días.	63
9. Cuadrados medios del análisis de variancia de área foliar y materia seca evaluado a los 165 días.	70
10. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el área foliar y materia seca evaluado a los 165 días.	71
11. Datos de la longitud y diámetro de 50 patrones tomadas al azar un día antes de la injertación.	86
12. Datos originales del número de injertos prendidos evaluado a los 165 días.	87

13. Datos originales del número de injertos brotados evaluado desde los 30 hasta los 165 días.	87
14. Datos originales del número de hojas por brote evaluado de los 30 a los 165 días.....	88
15. Datos originales de longitud (cm) de brotes evaluado de los 30 a los 90 días.	89
16. Datos originales de longitud (cm) de brotes evaluado de los 105 a los 165 días.....	90
17. Datos originales de diámetro (mm) de brotes evaluado de los 30 a los 90 días.....	91
18. Datos originales del diámetro (mm) de brotes evaluado de los 105 a los 165 días.....	92
9. Datos originales del área (cm ²) foliar evaluado a los 165 días.	93
20. Datos originales de la materia seca (mg) evaluados a los 165 días.	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Proceso de injerto modalidad yema o escudete en plantón de zapote: a. Corte en T invertida en el patrón; b. Extracción de yema en la vareta; c. Inserción correcta de la yema en el patrón; d. encintado de la yema; e. Plantón correctamente injertado; f. Despunte del patrón después del prendimiento del injerto.	44
2. Injerto tipo corteza modalidad parche en plantón de zapote: a. Preparación del patrón; b. Extracción de la corteza del patrón; c. marcación del parche en la vareta; d. Extracción del parche de la vareta; e. Inserción del parche en el patrón; f. Plantón de zapote correctamente injertado.....	46
3. Injerto tipo hendidura modalidad púa central en el cultivo de zapote: a. Amputación de la parte aérea del patrón; b. Partición del patrón con la navaja; c. Púa con corte bisel con 3 yemas; d. Inserción correcta de la púa en el patrón; e. Proceso de encintado; f. Plantón correctamente injertado.....	48
4. Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral en el cultivo de zapote: a. Preparación del patrón; b. Corte lateral en la vareta; c. Corte lateral en la corteza del patrón con una porción fina de tallo; d. Inserción de la púa en el patrón; e. Proceso de encintado; f. Plantón correctamente injertado.....	50

5. Respuestas a la injertación: a. Injerto prendido, pero no brotado (T ₄); b. Injerto brotado (T ₃); c. Determinación de longitud (T ₃) y d. Determinación de diámetro (T ₃).....	54
6. Determinación del área foliar y materia seca: a. Extracción de discos foliares con el sacabocado; b. Peso seco de discos foliares; c. Peso seco de hojas perforadas con la saca bocado; d. Empaquetado de plantas; e. muestras en la estufa y f. Peso seco de un plantón.....	56
7. Promedios y porcentaje de cada tratamiento: a. Injertos prendidos; b. Injertos brotados.....	59
8. Evolución de injertos brotados con relación a los días de evaluación de cada tratamiento.....	60
9. Línea de regresión en el tiempo: a. Número de hojas por brotes; b. Longitud de brotes; c. Diámetro de brotes.	65
10. Respuestas de brote de distintos métodos de injerto: a. Injerto tipo corteza modalidad yema (T ₁); b. Injerto tipo corteza modalidad parche (T ₂); c. Injerto tipo hendidura modalidad púa central (T ₃) y d. Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral (T ₄).....	67
11. Promedio de cada tratamiento: a. Número de hojas por brote; b. Longitud de brotes (cm) y c. Diámetro de brotes (mm).	68
12. Promedios de cada tratamiento: a. Área foliar (cm ²) y b. La materia seca (mg).	73
13. Croquis de la distribución de tratamientos en el vivero	94
14. Croquis de la distribución de plantas en cada tratamiento.	95

15. Plantones de zapote ubicados en el área experimental antes de los injertos.....	96
16. Tratamiento T3 (injerto tipo hendidura modalidad púa central).	96
17. Visita del jurado de tesis: a. Ing. M.Sc. Fausto Silva (presidente) y b. Ing. Jorge Cerón Chávez (vocal).	97
18. Riego oportuno de los plantones de zapote.....	97
19. Realizando el despunte después del prendimiento del injerto (púa lateral, parche y yema).	98
20. Descintado del injerto de tipo hendidura modalidad púa lateral (T ₄)	98
21. Preparación de plantones para la evaluación de materia seca al finalizar el experimento.	99
22. a. Injerto tipo hendidura modalidad púa central (T ₄) defoliado y b. Injerto tipo corteza modalidad yema (T ₁) necrosado.....	99
23. Presencia de comedores foliares en hojas de plantones de zapote.....	100
24. Presencia de verrugas foliares en las hojas del injerto.	100

I. INTRODUCCIÓN

El zapote (*Matisia cordata* Humb & Bonpl), es un árbol frutal cuyos frutos gozan de gran aceptación en la población por su sabor agradable y el uso de su madera en la carpintería; sin embargo, es una de las especies nativas menos representativas en la fruticultura de Tingo María, debido a que son árboles que crecen de forma silvestre, que llegan a medir de 12 a 15 metros de altura, y su producción es a largo plazo; esto se debe a que su propagación se realiza bajo el método de reproducción sexual (por semilla), sin embargo, bajo este método no se obtiene el máximo rendimiento de este cultivo.

Por otro lado, existen métodos de propagación asexual, así como el injerto, que bajo este método nos permitiría obtener plantas de porte más bajo y producción en menor tiempo, pero se presentan dificultades para la obtención de plantones de esta especie cuando se intenta reproducir mediante esta técnica, debido a que existe poca información en injerto en este cultivo. Por ello mediante este experimento se pretende ampliar información en cuanto al método de injerto que permita alcanzar un alto porcentaje de prendimiento y rapidez de su crecimiento.

Bajo este contexto se realizó el experimento, aplicando cuatro métodos de injertación (tratamientos) con la hipótesis, que, con al menos un método, se logre obtener un efecto diferente y mejor en el prendimiento y crecimiento del brote a nivel de vivero. En base a estas condiciones se plantearon los siguientes objetivos:

Objetivo general:

- Producir plántones de zapote con cuatro métodos de injertación en condiciones de vivero.

Objetivos específicos:

- Determinar cuál de los métodos de injertación en el cultivo de zapote tendrá un mejor efecto en el prendimiento y brotación.
- Evaluar y determinar el efecto del crecimiento (número de hojas, longitud, diámetro, área foliar y materia seca) del brote en cada método de injerto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del zapote

El zapote (*Matisia cordata* H. & B.), es originario de la Amazonía Brasileira, su distribución abarca a Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (Morton, 1987 citado por ALEGRÍA *et al.*, 2007). El árbol puede llegar a medir de 12 a 15 m de altura; el fruto es globoso u ovoide de 7 a 15 cm de largo por 5 a 15 cm de diámetro; su cáscara es de color marrón verdoso; presenta cuatro o cinco semillas cuneiformes. La pulpa del fruto maduro es comestible, fibrosa, de color naranja intenso, sabor dulce, aromática y con gran potencial industrial. La pulpa puede llegar a representar hasta un 80 % del fruto completamente maduro, destacándose niveles en carotenos (0.8 a 1.1 mg/100g de pulpa), carbohidratos (13 – 19 %) y fibra (0.5 - 0.9 %) que lo proyectan como un alimento altamente energético (ALEGRÍA *et al.*, 2005).

Su fruto se consume en estado natural o se utiliza en la elaboración de jugos, refrescos, dulces, mermeladas y compotas. Investigaciones realizadas en la región ribereña del río Napo, encontraron que el zapote junto con otras especies es empleado en la alimentación de las comunidades indígenas de la región, siendo catalogada en dicha investigación como "plantas para chupar" (FRIEDMAN *et al.*, 1993). Algunos de los frutos de buena calidad fueron reportados en el norte de Perú, hay un tipo con poca fibra y sabor superior. El árbol alcanza dimensiones máximas en los suelos bajos, húmedos y profundos de los bosques de América del Sur, sin embargo, crece bien en cultivo en las laderas de los andes y parece tolerar la sequía y la piedra caliza oolítica del

cordón litoral sur de la Florida cuando se enriquece con tierra vegetal y se fertiliza (MONTEZA y SAMAMÉ, 2016).

2.1.1. Taxonomía

Según el National Center for Biotechnology Information (NCBI, 2018), menciona sobre el linaje del zapote en la siguiente clasificación botánica:

Supereino:	Eukaryota
Reino:	Viridiplantae
División:	Streptophyta
Sub clase:	Rosids
Orden:	Malvales
Familia:	Malvaceae
Sub familia:	Malvoideae
Género:	Matisia
Especie:	<i>Matisia cordata</i> (Humb. & Bonpl.) Vischer

2.1.2. Origen y distribución

El zapote es una especie nativa de América tropical, originario de la región andina del Perú, Colombia y Ecuador, especialmente de la parte occidental del río Amazonas y río Javaria en el límite del Perú y Brasil. Se encuentra ampliamente distribuido en las selvas húmedas y secas del oriente peruano, en tierras altas no inundables. En bosques primarios pueden encontrarse poblaciones muy homogéneas de esta especie. Se distribuye en la amazonia de Venezuela, Colombia, Ecuador y en el Perú los departamentos de

Ucayali, Huánuco, Loreto, San Martín, Amazonas, Madre Dios, Pasco y Junín (RODRÍGUEZ, 1996).

2.1.3. Ecología y suelo

Se adapta bien al clima tropical y subtropical existentes en los pies de montes amazónicos siempre y cuando no existan heladas, tolera suelos con inundaciones ocasionales, pero crece mejor en suelos profundos con buen drenaje y buen contenido de materia orgánica. Crece en zonas con lluvias en el rango de 1500 a más de 4000 mm al año y una altitud de 460 - 750 msnm en los departamentos de toda la Amazonia peruana (VILLACHICA, 1996; MOSTACERO *et al.*, 2002). Las condiciones ambientales adaptativas son: temperatura media anual máxima de 25.1 °C y temperatura media anual mínima de 17.2 °C (FLORES, 1997).

2.1.4. Fenología

El zapote, de acuerdo con GIL (2003), presenta cuatro fases fenológicas bien diferenciadas:

Foliación:	Todo el año
Floración:	Setiembre - Octubre
Fructificación:	Noviembre – Febrero
Maduración:	Marzo – Abril

La floración ocurre en la época seca y en la fructificación puede haber una ligera defoliación de la copa, sus frutos son grandes, carnosos y muy comestibles, maduran en cuatro a cinco meses, es preferida por los animales silvestres; contribuyendo a la dispersión de las semillas. La caída

de los frutos tiene lugar en la época lluviosa. La floración y el fructificación ocurren regularmente todos los años. Tolera suelos con inundaciones ocasionales, pero crece mejor en suelos profundos, buen drenaje y contenido de materia orgánica. Crece en zonas de lluvias de 1,500 a más de 4,000 mm al año (BAJAÑA, 2016).

2.1.5. Genética y variedades

Presenta amplia variedad genética y se manifiesta en la variabilidad de la forma y coloración de la fruta. Asimismo, se encuentra la especie afín, el zapotillo (*Quaribea ochrocalyx*) que es muy similar al zapote, Pero con frutos más pequeños. No se le debe confundir a *Matisia cordata* con la “sapotilla”, “chico sapote”, “níspero” (español), “sapotiha”, “sapoti” (portugués), que es la *Manikara sapota*, perteneciente a la familia de las Sapoteaceae, originaria de América Central, México y las Indias Occidentales. Existe un banco de doble entrada en EMBRAPAJCPATU, Belem, con dos características definidas, una con frutos redondeados y otra con frutos ovalados, así como algunas entradas que tiene tanto la estación experimental del INIA en Pucallpa, como el Museo Goets, Beniém, Brasil. Las plantas sembradas con los huertos caseros de Pucallpa, Iquitos, Manaum y Belem (Brasil), pueden constituir una excelente fuente de germoplasma para iniciar diversos estudios con elombasacea (VILLACHICA, 1996).

El mejoramiento de la especie, debe estar orientado hacia caracteres de productividad y calidad del fruto, bajo porte, precocidad y resistencia al deterioro, además de perfeccionar los métodos de cosecha. El desarrollo del cultivo, debe priorizar la industrialización del fruto. Complementariamente colección de germoplasma superior cultivado y del

bosque natural, realizando ensayos de adaptación bajo diferentes condiciones de suelos y de manejo, propagación vegetativa, fertilización, manejo agroforestal (FLORES, 1997).

2.1.6. Propagación del zapote

Generalmente, los zapotes se han propagado por semillas (propagación sexual) lo que genera gran variabilidad genética y consiguiente gran variabilidad poblacional, disminuyendo en gran medida la posibilidad de cosechar genotipos uniformes en tamaño, peso y calidad. Los árboles propagados por semillas llegan a entrar a la producción entre siete a ocho años (IICA, 1989, citado por SOLANO, 1999). Con métodos de propagación vegetativa o asexual, se llega a obtener la precocidad en la producción, así como la preservación de caracteres o genotipos deseables y de mayor producción (Smith, (1992), citado por SOLANO, (1999). Esto permitiría en una futura exportación de zapotes, establecer genéticamente las normas de calidad de exportación de los frutos de zapotes (SOLANO, 1999).

2.2. Propagación por injertación

El injerto viene a ser el proceso por el cual dos porciones de tejido vegetal viviente son unidas entre sí, con la finalidad que luego ambos se desarrollen como si se tratara de una sola planta. La parte de la combinación que va sustituirse en la parte superior de la nueva planta se le llama “púa”, “aguja” o “vareta” y a la parte que va a constituir la porción baja o raíz se llama “patrón”, “pie” o “porta injerto” (HARTMANN y KESTER, 1990).

El injerto es considerado una práctica de propagación asexual que permite el desarrollo de una variedad vegetal interrelacionada con otra y que cuyo producto de dicha interrelación brinde un producto óptimo y deseado. La propagación vegetativa es muy conveniente porque se propagan genotipos deseables o de mayor producción y asimismo su producción es en menos tiempo que cuando se propagan por semilla (MORERA, 1992).

2.2.1. Ventajas de la injertación

La injertación, permite propagar plantas con características deseables, hacen que los arboles produzca precozmente, posibilita el uso de patrones resistentes los que evitan problemas de patógenos en la base de los árboles y en el sistema radical y facilita el establecimiento de plantaciones más uniformes tanto en estructura como en época de producción (UMAÑA, 2000).

2.2.2. Fisiología del injerto

Fisiológicamente el injerto es la unión de dos tejidos que trabajan conjuntamente para realizar un intercambio mutuo de agua y nutrientes del patrón a la variedad, para llegar finalmente en una primera fase a la formación de un callo (tejido indiferenciado), el cual es la expresión compatible histológicamente del patrón y de la variedad con la intervención de auxinas, giberelinas, citoquininas y otros compuestos complementarios al proceso fisiológico, para que se inicie el proceso de regeneración de los tejidos vegetales (VOZMEDIANO, 1982).

Cuando se recorta el patrón para realizar la injertación, la cicatrización del tejido del patrón y la variedad sigue el patrón de cicatrización de

heridas, donde el cambium forma callo o tejido cicatricial, entre el tallo injertado, quedando perfectamente integrados, pudiendo reiniciar su crecimiento y producir hojas, ramas y hasta órganos reproductivo (VÁSQUEZ *et al.*, 1997).

Dos condiciones son indispensables para que la operación del injerto resulte bien, que lo que se busca es una yema o parte de un vegetal desprendido de su planta original, continúe viviendo y desarrollando en otro vegetal (patrón); es necesario que el crecimiento y que el patrón permita que su corteza se levante bien para permitir la operación del injerto. Es cuando se dice que la planta “está viva”. Debajo de la corteza de las plantas esta la zona de crecimiento “cambium”. Por esta zona está el movimiento de alimento (savia) y ahí es donde se hace la unión del injerto y patrón. Es necesario, por lo tanto, que la savia este en movimiento. Normalmente las plantas tienen la tendencia a crecer en la última parte del invierno y en la primavera; sin embargo, se podrá forzar a crecer dándoles riego y abono a los patrones, 15 días antes de hacer los injertos (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.3. Clasificación de injertos

Cuculiza (1956), citado por PAREDES (2010), hace referencia que solo hay una clasificación práctica, en la que se considera: la forma del injerto (tipos principales), el lugar y la manera de la unión del injerto con el patrón. Finalmente clasifica de la siguiente forma:

a. Por la forma del injerto: aproximación, púa y corteza.

b. Por el punto que se adapta el injerto al patrón: los injertos laterales e injertos de corona.

c. Por la manera de unión del injerto al patrón: por aplicación, bajo corteza, encaje, hendidura, superposición y lengüetas.

Cuculiza (1956), citado por PAREDES (2010), clasifica el injerto de púa en:

a. Injerto de púa: por aplicación, bajo corteza, de encaje, de hendidura, de lengüetas y de puente.

b. Injerto de púa en corona (central): por aplicación, bajo corteza, encaje, de hendidura, de superposición, de lengüetas y de hendidura sobre bifurcación.

HARTMANN y KESTER (1990), hace referencia la clasificación de injertos de la siguiente manera:

a. Métodos de injertos con púas: de hendidura (púa central), inglesa (en bisel), injerto de ensamble, injerto de costado, injerto de cuña, injerto de corteza e injerto de aproximación.

b. Métodos de injertos con yemas: injerto de T invertida, injerto de escudete (en T), injerto de parche, injerto (en I), injerto de anillo e injerto de astilla.

2.3.1. Injerto tipo corteza

a. Injerto modalidad parche

El injerto de parche requiere que la corteza, tanto del patrón como de la rama de yemas se desprenda con facilidad (HARTMANN y KESTER, 1990), esto consiste en lo siguiente:

- Cuando el tallo de los plantones del patrón tenga un diámetro aprox. de 1 cm., están aptos para ser injertados
- Debajo de la matriz de las primeras hojas del patrón un corte rectangular del tamaño igual al que se realizara en la extracción de la yema.
- El corte tanto en el patrón como en la rama yemera son en profundidad tal que permitan reparar la corteza sin incluir leño (madera).
- El rectángulo (corteza) que se ocupara de la vara yemera debe contener una yema en el centro mientras en el rectángulo que se separa del patrón debe hacerse preferiblemente en un lugar sin yema.
- Inmediatamente de injertada la yema, debe cubrirse el injerto con cinta plástica, empezando a enrollarse de abajo hacia arriba.
- Después de 10 a 15 días de realizado el injerto, quitar las envolturas plásticas se observará que la yema se encuentra verde es indicación que ha prendido el injerto, pero si la yema se encuentra amarilla o marrón, significa que no se ha tenido éxito en el injerto.

Generalmente se practica en el verano o al principio del otoño, pero también puede llevarse a cabo en primavera.

b. Injerto modalidad yema o escudete

HARTMANN y KESTER (1990), nos indican lo siguiente:

- El patrón y la vara yemera deben tener el mismo diámetro.
- Los cortes al momento de sacar la yema de la vara yemera deben hacerse de abajo hacia arriba y los cortes del patrón donde vamos a

colocar la yema deben de ser en forma de T invertida; donde se introduce la yema de abajo hacia arriba.

- El amarre se realiza utilizando cinta plástica, vinifán, etc.
- El corte de la cinta puede hacerse a los 25-30 días.
- Porcentaje prendimiento: 70-75 %.

c. Proceso de cicatrización en el injerto de yema en T invertida

SÁNCHEZ (2006), indica los siguientes procesos que ocurren en la cicatrización del injerto en T invertida:

- En este método de injertar se tiene que la yema extraída por ejemplo de la Rosa contiene epidermis, capa de corcho, floema, cambium y con frecuencia tejido del xilema que dificulta mucho en el proceso de cicatrización. Alrededor de los tres días de injertar las yemas terminales de los radios del xilema rotos y las derivadas cambiales adyacentes de la superficie expuesta del patrón empieza a crecer y dividirse, conduciendo a la producción de filamentos de callo. Del mismo modo originándose en las células terminales de radios de floema rotos y de células jóvenes adyacentes del floema secundario de la superficie cortadas del escudete se forman filamentos de callo.

- En 14 días el espacio entre el patrón y el injerto se llena por completo de callo, el cual se ha desarrollado principalmente de la proliferación del xilema secundario inmaduro del patrón y del floema secundario también inmaduro del injerto. Durante la segunda semana en este tejido de callo de nuevo desarrollo aparecen pequeñas áreas de células cambiales. Hacia el décimo día

se extiende sobre la cara del patrón una faja completa de tejido de cambium y se une con el cambium no lesionado de ambos lados del escudete.

- Una vez que se completa la continuidad cambial, pronto se establece la conexión de tejido vascular entre la yema y el patrón. En el injerto de yema la unión primaria se establece entre la superficie del floema de la cara interna del escudete y la superficie meristemática del xilema del patrón. Sin embargo, puede ocurrir un tipo secundario de unión en los bordes del escudete.

d. Ventajas del injerto por corteza

SÁNCHEZ (2006), nos indica lo siguiente:

- Se utiliza menos varas yeméras.
- Se requiere menos materiales para su realización.
- Es el más práctico para el agricultor.
- Evita la aparición de brotes basales (chupones), siempre en cuando el injerto se realice debajo de la cicatriz que deja los cotiledones.

e. Desventajas del injerto por corteza

SÁNCHEZ (2006), nos indica lo siguiente:

- El desarrollo del injerto es lento.
- No permite la rápida multiplicación del material vegetativo.
- Su aplicación es limitada, injertos de ese tipo en patrones de 01 pulgadas de diámetro prende menos.
- Solo se puede utilizar varas yeméras maduras.

2.3.2. Injerto tipo hendidura

a) Procesos que ocurren en la unión de la púa con el Patrón

SÁNCHEZ (2006), nos indica los siguientes procesos que ocurren en la unión de la púa con el patrón:

- Establecimiento de un contacto íntimo de una extensión considerable de región cambial del patrón y de la púa en condiciones ambientales favorables: La temperatura óptima para permitir la actividad celular abarca entre los 12,8 a 32 °C dependiendo de la especie. Estas condiciones mayormente las encontramos en primavera, para el caso de invernaderos las temperaturas son controladas.

- Luego se forma un nuevo tejido de callo originado en la región cambial formado por células de pared delgada turgentes que necesitan las condiciones de humedad necesaria para seguir viviendo.

- Producción y entrelazamiento de células de parénquima por el patrón y la púa: Este mecanismo es utilizado por la planta debido a que las células vivas de los dos componentes del injerto han quedado semi aislados por una capa de células muertas y suberizadas. Las células vivas son capaces de producir una unión debido a su rápida proliferación de dictiosomas que segregan sustancias entre los espacios de las paredes celulares que sirven de guía de migración de vesículas al plasmalema, produciendo una rápida adhesión entre las células parenquimáticas.

- Producción de nuevo cámbium en el puente del callo: En un tiempo de dos a tres semanas en los bordes del callo las células parenquimáticas que tocan las células cambiales del patrón y de la púa se diferencian en unas

nuevas células de cambium. Este cambium avanza por el cambium original del patrón y de la púa y a través del puente de callo, hasta que se forme una conexión cambial continúa entre el patrón y la púa.

- Formación de nuevo xilema y floema: Se produce a partir del nuevo cambium vascular producido en el puente del callo el cual comienza su actividad cambial normal de acumular xilema hacia el interior y floema hacia el exterior.

b) Injerto modalidad púa central

Consiste en injertar en el patrón un segmento de vara con tres yemas viables, los mismos que posteriormente darán origen a la formación de las ramas plagiotrópicas que con el sistema de poda de formación inicial darán lugar a la falsa horqueta (HARTMANN y KESTER, 1990).

c) Injerto modalidad púa lateral

Esta modalidad de injerto se utiliza en plantas con tallos delgados y extremadamente gruesos, esta modalidad de injerto, el patrón se le corta el tallo de las primeras hojas y la púa se coloca en la parte lateral del patrón, pudiendo colocar 1 o 2 púas dependiendo del grosor del tallo (ICT, 2003).

d) Ventajas del injerto por hendidura.

HARTMANN y KESTER (1990) nos indica lo siguiente:

- Tiene varios brotes y no solo uno como es el caso de los de yema.
- Son de rápida evolución; brotes vigorosos, bien desarrollados.

- Adaptabilidad al patrón, se injerta en púa, en forma idéntica patrones de reducido o de gran diámetro.
- No requiere de muchas labores posteriores al injerto, llamase agobio, tutora, tutorase, inducción de falsa horqueta, entre otros.
- El prendimiento y desarrollo del injerto es más precoz.

2.4. Conocimientos previos para el éxito de la injertación

2.4.1. Compatibilidad de genotipos

Aunque se utilice el mismo patrón, el porcentaje de prendimiento de los injertos varía entre árboles seleccionados como fuente de yemas, por lo tanto, se debe llegar a determinar el grado de compatibilidad entre los árboles seleccionados y los patrones a utilizar (UMAÑA, 2000).

2.4.2. Características de la incisión vara - patrón

Pese a que en general los métodos de injertación de frutales se han estandarizado, en el caso del zapote, existe una diferencia importante que debe ser considerada: la xilema de la vareta y del patrón no se deben cruzarse, procurando que las xilemas de las dos partes queden en contacto íntimo sobre la mayor superficie posible (UMAÑA, 2000).

2.4.3. Estado fenológico del árbol a propagar

Existen tres estados fenológicos fácilmente visibles en el follaje y consecuentemente tres tipos de preparación de varas. Si hay defoliación en un 75 a 90 % con yemas apicales cerradas e hinchadas; en este caso, se toman varetas totalmente defoliadas y con el ápice cerrado. El follaje nuevo con yemas apicales abiertas; en esta situación, se practica un anillo de un centímetro a las

ramas que lleven varetas para inducir la acumulación de sustancias de reserva. El follaje maduro o adulto con yemas apicales cerradas; lo cual requiere que se defolice la vareta apical, dejando únicamente el peciolo (UMAÑA, 2000).

2.4.4. Implementos necesarios en la injertación

La práctica de la injertación es una cirugía en un ser vivo y por lo tanto, merece todo el cuidado correspondiente para obtener buenos resultados. Las herramientas y los materiales empleados para esta práctica son: navaja de injertar, cinta plástica de 1 a 3 cm de ancho, tijeras para podar, piedra de afilar, parafilm y etiquetas o colillas para identificación (UMAÑA, 2000).

2.4.5. Preparación de los patrones o porta injertos

Para garantizar buenos patrones o porta injertos se deben llegar a seleccionar semillas que provengan de árboles con buenas características, tales como vigor, estado sanitario, estructura y resistencia a plagas y enfermedades. Los frutos seleccionados deben ser uniformes en tamaño y madurez fisiológica; un fruto sobremaduro podría presentar una semilla germinada, lo que ocasiona deformaciones durante el desarrollo de la planta. Un fruto inmaduro (poca sazón) tiene una semilla fisiológicamente no desarrollada e inmadura. Las semillas se deben extraer del fruto y lavarse con agua, luego se dejan a la sombra por tres o cuatro días. Debido a que las semillas de zapote son recalcitrantes se deben colocar inmediatamente en camas de germinación; para el establecimiento se llega a recomendar un sustrato con buenas características nutricionales y con una mezcla de arena (50 %) y tierra (50 %) (LOBATO, 1998).

La semilla se debe colocar en forma vertical con la parte más aguda del segmento ventral (hilo) hacia abajo e introduciéndolas un 90 % en el sustrato. Las semillas tardan entre 15 y 40 días en germinar, y el trasplante se hace cada semana a partir de las primeras germinaciones cuando los hipocótilos alcanzan una longitud de 8 cm. Para lograr un buen desarrollo de las plantas se debe aplicar, cada 30 días un fertilizante foliar, mezclado con un fungicida cúprico, alternando macozeb y benomil, y una fuente de nitrógeno al suelo, de 5 g por planta cada 30 días a partir del segundo mes del trasplante. Con este manejo se obtendrán plantas para injertar a los seis meses; deben tener un diámetro de 2 cm a de 20 cm de altura, aproximadamente. Los patrones no se deben mover en el vivero durante al menos 90 días antes de la injertación (UMAÑA, 2000).

2.4.6. Las varas yeméras o varetas

Las varas yeméras a utilizar deben ser de ramas terminales, con un diámetro de 14 a 18 mm y una longitud de 12 a 15 cm. Una vara o vareta de este tipo posee de 10 a 20 yemas laterales que normalmente no se desarrollan para favorecer el desarrollo de la yema apical. El zapote es una especie caducifolia, por lo tanto, las varetas se preparan de acuerdo con el estado fenológico del árbol. En árboles defoliados (reposo), las varetas se pueden utilizar sin previa preparación, porque en este estado las varetas no tienen hojas y el extremo apical se muestra cerrado e hinchado (LOBATO, 1998).

El tercer estado fisiológico del zapote se presenta cuando el follaje está maduro o viejo, previo al estado de reposo del árbol. En este caso, se cortan las hojas opacas y rígidas, dejando 1 o 2 cm de peciolo. Esta labor se realiza en

20 cm de longitud de las ramas terminales. Los pecíolos de las hojas sirven como indicadores del momento en que la vareta se puede cortar o separar de la rama para su injertación: si los pecíolos caen al tocarlos, la vareta se encuentra preparada para llegar a injertar. Esto sucede después de 10 días de eliminar las hojas, aunque en algunas selecciones de zapote, el pecíolo cae hasta 18 y 20 días después del defoliado (UMAÑA, 2000).

Los mejores resultados en prendimiento se han obtenido cuando las varetas se toman de árboles defoliados (estado de reposo) o varas preparadas en árboles con follaje maduro. En casos así se llega a lograr de un 80 a 90 % de prendimiento, en comparación con 40 % cuando las varetas provienen de árboles con follaje nuevo. La experiencia indica que una vez separadas las varetas de la planta madre, se deben injertar lo más pronto posible, ya que el prendimiento llega a disminuir de un 80 % el primer día hasta un 30 % el séptimo día. En caso necesario el material puede llegarse a almacenar empacado en papel periódico húmedo dentro de bolsas plásticas y a una temperatura de 5 °C (UMAÑA, 2000).

2.5. Factores que influyen en la cicatrización del injerto

Como cualquier persona con experiencia en hacer injertos sabe, que los resultados a menudo son inciertos, obteniendo en algunas operaciones un excelente porcentaje de uniones mientras que en otras los resultados son desalentadores. Existen diversos factores que puedan influir en la cicatrización de la unión del injerto (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.5.1. Incompatibilidad

Uno de los síntomas de incompatibilidad en injertos hecho entre plantas que tienen una relación o parentesco lejano es la falta completa o un porcentaje muy bajo de uniones con éxito. Sin embargo, los injertos entre algunas plantas que se sabe son incompatibles con frecuencia forman inicialmente una unión satisfactoria, aunque al fin la combinación falla (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.5.2. Clase de planta

Algunas plantas son mucho más difíciles de injertar que otras, aunque no intervenga en ello la incompatibilidad. Algunas plantas que se injertan con facilidad forman una goma de herida que tapa los elementos de xilema expuestos después de la operación de injerto evitando con ello la desecación excesiva y la muerte de tejido. Entre las difíciles se encuentran los hickories (caria), encinos y abedules. Sin embargo, una vez injertada con éxito, esas plantas crecen muy bien con una unión perfecta. En el injerto de copa de manzanos y perales, aun con las técnicas más simples, de ordinario se obtiene un buen porcentaje de uniones exitosas, pero para injertar de copa algunos frutales de hueso, como duraznos y albaricoques, se necesita mucho mayor cuidado y atención a los detalles. Aunque parezca extraño, resulta más fácil injertar por astilla durazneros con otras especies compatibles, como ciruelos o almendros que volverlos a injertar con duraznos. Muchas veces se obtienen mejores resultados con un método de injerto que con otro, teniendo más éxito con el injerto de púa que con el de yema o viceversa (HARTMANN y KESTER, 1990).

2.5.3. Condiciones de temperatura, humedad y oxígeno durante y después de efectuado el injerto

El injerto sólo se puede realizar si se hace coincidir el cámbium, sin embargo, hay plantas en las que, debido a su anatomía, no se puede hacer coincidir. Cuanta más afinidad tengan las familias, más fácil será la unión. Esta afinidad se basará en la compatibilidad morfológica, anatómica y de constitución de los tejidos, asimismo, la afinidad fisiológica de funcionamiento y analogía de savia en cuanto a cantidad y constitución. A continuación, les presentamos algunos de los factores que afectan esta unión. (FLORES, 2015).

Afectará directamente sobre la formación del tejido de callo, aumentando ésta con la temperatura, pero hasta los 29°C ya que a partir de ahí se producirá un callo fácilmente degenerativo con las operaciones de plantación. Si la temperatura es inferior de 15°C, no se realizará la producción de callo. El rango óptimo para el normal desarrollo de un injerto depende también del tipo de planta sin embargo existen rangos de temperaturas máximas y mínimas para que se produzca la formación de callo, estos rangos oscilan entre 0 y 40 °C para la vid la temperatura óptima está entre 24 a 27 °C por eso se recomienda la práctica de injertos en épocas de primavera donde la temperatura se encuentra entre los rangos establecidos. Las operaciones de injerto efectuadas a la intemperie a fines de primavera, cuando las temperaturas son excesivas elevadas, a menudo fallan. Pruebas efectuadas en California con injertos de copa de nogal durante el tiempo muy cálido del mes de mayo mostraron que el encalado de la unión del injerto se completaba definitivamente y estimulaba la cicatrización de la unión. (FLORES, 2015).

Las responsables de la formación de callo son las células parenquimáticas que son muy sensibles al contacto con el aire, ya que si pierden la fina capa de agua que las recubre, comenzará la desecación reduciendo a su vez la formación de callo. Dado que la continua división y su posterior crecimiento supone una gran tasa de respiración, el oxígeno será imprescindible para que se pueda realizar la unión del injerto. (FLORES, 2015).

Cuadro 1. Etapas e intervalos de tiempo que ocurren en la cicatrización de injerto en T en cítricos.

Etapas de desarrollo	Tiempo aproximado después del injerto
1. Primera división celular	24 h
2. Primer puente de callo	5 días
3. Diferenciación del cambium:	
En el callo de las aletas de la corteza	10 días
En el callo del escudete	15 días
4. Primera aparición de traquéidas del xilema:	
En el callo de las aletas de la corteza	15 días
En el callo del escudete	20 días
5. Lignificación completa del callo:	
En las alertas de la corteza	25 a 30 días
Debajo del escudete	30 a 45 días

Fuente: HARTMANN y KESTER (1990).

2.6. Trabajos de investigación en injerto de zapote

Actualmente no existen trabajos de investigación en Tingo María, sobre la producción de plántones de zapote (*Matisia cordata*) mediante injertos; pero sí hay estudios realizados en Cuba, por RAMÍREZ (2007), se evaluó la respuesta del injerto en el mamey colorado (*Pouteria sapota* Jacq.) al uso del Biobras-16, observó que el uso del injerto de yema axilar de chapa, mostró valores del 90 %, coincidiendo con otros planteamientos; por otra parte, no se registró diferencias entre las distintas épocas para la ejecución de los injertos, sin embargo se señala una marcada influencia al estado fisiológico óptimo de las ramas donadoras de yemas; concluyendo que el uso del Biobras-16 puede ser una vía importante para lograr valores de hasta un 90 % de prendimiento en los injertos del mamey colorado o zapote.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación del campo experimental

El presente trabajo de tesis se llevó a cabo en el vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, ubicado en el km 1,21 de la carretera central en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco, cuyas coordenadas geográficas del área experimental se determinó en UTM, que fue tomada desde el centro del área experimental con el equipo GPS navegador Garmin etrex 30, y son las siguientes:

Este:	0390523 m
Norte:	8970035 m
Altitud:	647.00 msnm.

3.2. Características climáticas

La estación meteorología de SENAMHI en la ciudad de Tingo María registra una temperatura máxima media anual de 29.8 °C y una temperatura mínima media anual de 19.2 °C, siendo la temperatura media anual de 24.4 °C. La humedad relativa media anual es cerca al 80 %. La precipitación media anual es de 3300 mm. La época de lluvia comienza en octubre y se prolonga hasta abril.

3.3. Zona de vida

Ecológicamente de acuerdo a la clasificación de zonas de vida o de formaciones vegetales del mundo y el diagrama bioclimático de Holdrige (1994), citado por ZAVALA (1999), la zona de Tingo María se encuentra en la formación vegetal de bosque muy húmedo Premontano Sub Tropical (bmh-PST).

3.4. Materiales y equipos

Los materiales y equipos que se usó para realizar este trabajo de investigación se detallan a continuación:

3.4.1 Material vegetativo

Se usó 256 patrones de zapote y aproximadamente 120 varas yeméras de las cuales se extrajo 128 púas con tres a cuatro yemas para el injerto tipo hendidura modalidad púa central y púa lateral y 124 yemas para los injertos de tipo corteza modalidad parche y yema o escudete.

3.4.2 Material de vivero

- Aspersor manual, machete (Gavilán), azadón, wincha, estacas, malla rashell, etc., materiales que fueron usados en la demarcación del terreno y en la construcción del vivero, para el experimento en estudio.
- Vernier digital y regla milimetrada; materiales que se utilizaron en la medición diámetro de tallo, altura de planta. Cuaderno de apuntes y lapicero, materiales que se utilizaron para la toma de datos en la evaluación.
- Navaja de injertar (BAHCO K-AP-1), tiras de polietileno, bolsas de chupete.
- Cámara fotográfica (Eos Rebel T6) fue usado para la captura de imágenes del proceso del trabajo de investigación.

3.4.3 Material de laboratorio

Estufa para determinar la materia seca de las muestras, balanza digital (Electronic Scale) equipo usado para determinar el peso de las muestras y un sacabocado de área de 1 cm² para la extracción de discos foliares.

3.5. Diseño estadístico

3.5.1. Componentes en estudio

Los componentes en estudio son los siguientes (Cuadro 2):

Cuadro 2. Componentes en estudio.

Entradas (métodos de injerto)	Unidad experimental (plantones)	Salidas (respuestas)
Injerto tipo corteza modalidad yema y parche, Injerto tipo hendidura modalidad púa central y púa lateral.	Plantones de zapote (<i>Matisia cordata</i>)	Prendimiento, brotación, número de hojas por brote, longitud de brote, diámetro de brote, área foliar y materia seca.

3.5.2. Tratamientos en estudio

Los tratamientos en estudio se indican a continuación (Cuadro 3):

Cuadro 3. Descripción de los tratamientos en estudio.

Tratamientos		Número de patrones a injertar
Clave	Descripción	
T ₁	Injerto tipo corteza modalidad yema	64
T ₂	Injerto tipo corteza modalidad parche	64
T ₃	Injerto tipo hendidura modalidad púa central	64
T ₄	Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral	64

3.5.3. Diseño experimental

Para este trabajo de investigación, se utilizó el diseño completamente al azar (DCA), con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento.

El modelo aditivo lineal es el siguiente:

$$Y_i = \mu + \sigma_i + \epsilon_i$$

Dónde:

Y_i = Respuesta obtenida en la unidad experimental en la cual se aplicó el i -ésimo tratamiento.

μ = Efecto de la media general.

σ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

ϵ_i = Efecto aleatorio del error experimental que se obtuvo en la unidad experimental del i -ésimo tratamiento.

Dónde:

i = 1, 2, ..., 4 tratamientos.

3.5.4. Análisis estadístico

Las características evaluadas fueron sometidas al análisis de variancia (ANVA) ($\alpha= 0.01$ y 0.05) de probabilidad y la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha= 0.05$) de probabilidad, para esto se utilizó el software Microsoft Office Excel 2013 versión en español.

Cuadro 4. Modelo del análisis de variancia.

Fuente de variación	GL	SC	CM	F Cal.	F Tab.
Tratamientos	t-1	SC _{trat}	SC _{trat} /gl _{trat} = CM _{trat}	CM _{trat} /CM _{ee}	F _α (gl _{trat} ,gl _e)
Error experimental	(t-1)*(r-1)	SC _{ee}	SC _{ee} /gl _{ee} = CM _{ee}		
Total	(t*r) - 1	SC _{totl}			

t: tratamientos.,

3.5.5 Características del campo experimental

Las características del campo experimental son los siguientes:

a. Característica de cada parcela experimental

- Largo: 1.00 m
- Ancho: 0.90 m
- Área: 0.90 m²

b. Característica de las parcelas

- Número de tratamientos en estudio: 4
- Numero de repeticiones por tratamiento: 4
- Número total de plantas por tratamiento: 64
- Número de plantas por repetición: 16
- N° de patrones injertados por tratamiento: 64
- Total de patrones injertados: 256

c. Características del área experimental

- Largo: 12.00 m
- Ancho: 04 m
- Área total: 24.48 m²

3.6. Metodología para la ejecución del experimento

3.6.1 Acondicionamiento del área experimental

La instalación se realizó en el vivero de la facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en una parcela construida con una estructura de fierros y concreto, con un tinglado de malla rashel de color negro que reduce la intensidad luminosa al 50 % de una altura de 3 m aproximadamente, en primer lugar se procedió a desmalezar el área, esto se hizo con un azadón y machete dejando a la cama del vivero completamente limpio, luego se arregló el tinglado remendado algunos huecos que presentaba la malla, de modo que la entrada de luz sea uniforme y cuando llueva sea en partes iguales en todas las plantas y no interfiera en los resultados finales.

3.6.2 Obtención de los patrones

Los patrones se obtuvieron del vivero de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, cuyos patrones fueron producto de mi trabajo de practica pre profesional titulado “producción de plantones de zapote (*Matisia cordata* H. & B.) en el vivero de la facultad de agronomía”, con una edad de cuatro meses. Estos patrones fueron sembrados en sustratos con materia orgánica, arena y suelo de bosque (1, 1, 2) en bolsas de 16 x 31 cm; además fueron fertilizados con un producto foliar llamado comercialmente “Plant Start” (8-32-5) a una dosis de 4 mL para 1 L de agua para el buen desarrollo del patrón, realizado a los tres meses de edad después de la siembra, para mejorar sus características biométricas. Estos patrones fueron de características similares,

con una altura de 30 a 41 cm y un diámetro de 1.4 a 2.1 cm, estos rangos se obtuvo mediante la medida de 50 plántulas tomadas al azar (Figura 10).

3.6.3 Obtención y preparación de las varas yeméras

Las varas yeméras se obtuvieron de una planta adulta con 15 metros de altura aproximadamente, ubicándose en el caserío de Venenillo distrito de Rupa Rupa, provincia de Leoncio Prado. La recolección de las varas se realizó un día antes de la injertación en primeras horas de la mañana, donde se tuvo que trepar al árbol haciendo el uso de una tijera de podar telescópica y tijera de podar simple, para lo cual se consideraron varas completas con sus tres segmentos (basal, media y terminal) que se extrajeron mayormente de las ramas de la parte superior de la planta, teniendo en cuenta el diámetro del patrón en un rango de 1.4 a 2.1 cm para facilitar la labor del injerto, debe tener de cinco o siete yemas con una longitud aproximadamente de 20 a 30 cm

3.6.4 Operación del injerto

La injertación se dio a cabo el día 29 de noviembre del 2017, después de haber realizado la distribución adecuada de los patrones (diseño completamente al azar) con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones por tratamiento (Figura 1).

a. Injerto tipo corteza modalidad yema o escudete

Con la navaja se practicó una incisión de aproximadamente 1.5 cm de longitud, luego se realizó un corte horizontal, en la parte baja del corte vertical, quedando ambas heridas del corte en forma de T invertida (Figura 3a); con la navaja se levantó los bordes de la corteza para facilitar la penetración de la yema.

Se procedió a seleccionar las yemas del centro de la vareta, que son las más desarrolladas y luego se extrajeron, realizando un corte de 2 cm, procurando dejar un cm en ambos lados de la yema (escudete); el corte horizontal de la vareta tiene que ser sólo corteza sin profundizar en la parte leñosa (Figura 3b). Una vez extraída la yema, se evitó que la parte donde se realizó el corte se ensucie, evitando tocarla con los dedos, se recomienda

sujetando firmemente la yema o escudete (Figura 3d), finalmente se procedió a despuntar el patrón con el objetivo de inducir el brote de la yema (Figura 3f).

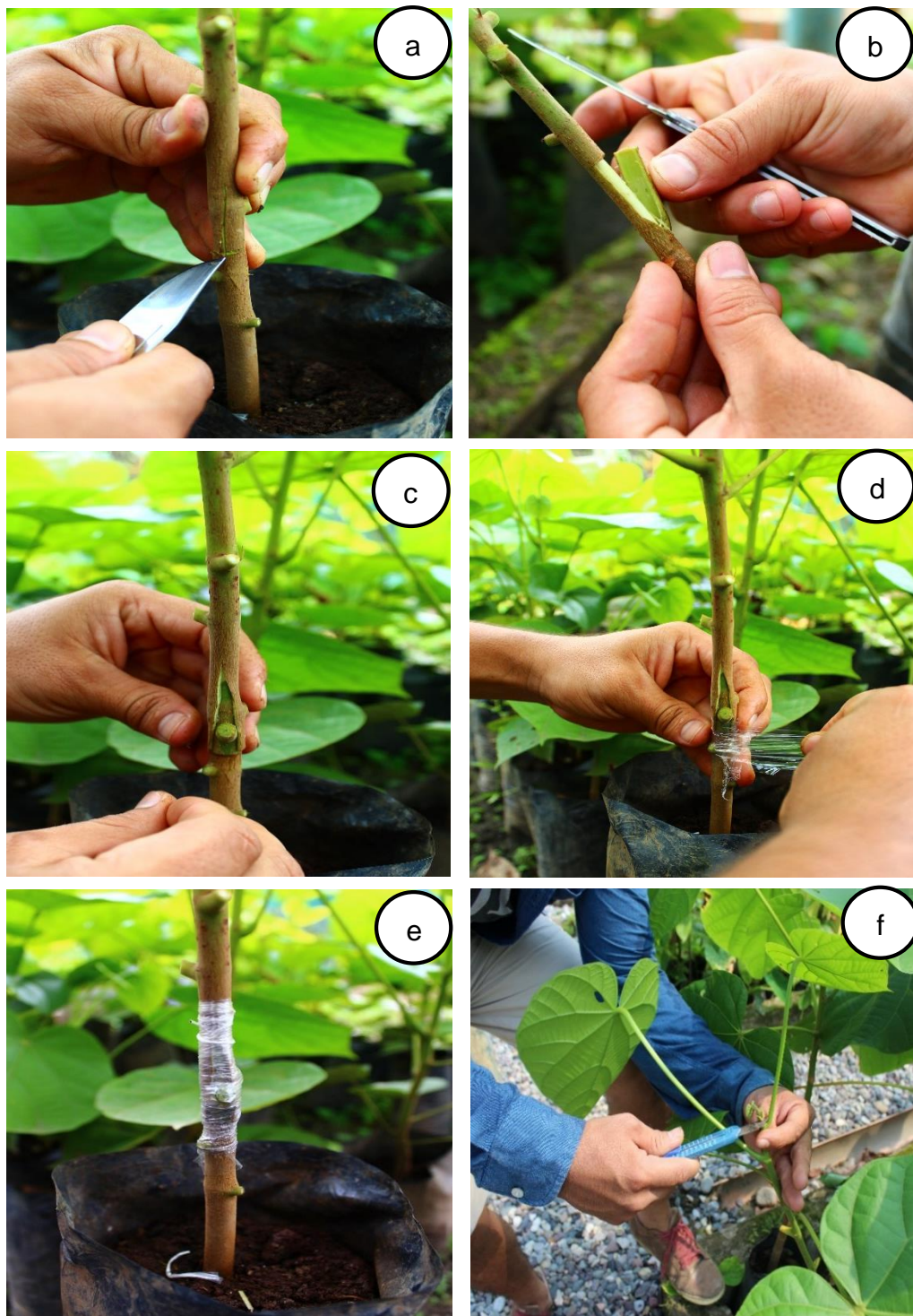


Figura 1. Proceso de injerto modalidad yema o escudete en plantón de zapote: a. Corte en T invertida en el patrón; b. Extracción de yema en la vareta; c. Inserción correcta de la yema en el patrón; d. encintado de la yema; e. Plantón correctamente injertado; f. Despunte del patrón después del prendimiento del injerto.

b. Injerto tipo corteza modalidad parche

Con una navaja bien afilada se hizo los cortes transversales mediante presión sobre el patrón. La longitud de los cortes así realizados, sin llegar a profundizar en la madera, marco el ancho y la longitud que tuvo el parche en el patrón (Figura 4a); de acuerdo con las condiciones del patrón y del parche porta yemas se hizo estos primeros cortes con una longitud de 2 cm aproximadamente. Una vez realizados estos dos cortes se efectuaron los longitudinales por presión de la navaja con el cuidado de que los mismos sean completamente transversales a los primeros y formen con ellos ángulos de 90 grados (Figura 4b). El parche así marcado no se removió inmediatamente, sino hasta que la otra, que contiene la yema, haya sido obtenido y desprendida de la vareta.

En la vareta porta yemas se procedió de manera semejante, teniendo cuidado de que el parche quede marcada de tal manera, que la yema que contiene ocupe el centro en forma aproximada (Figura 4c). La remoción del parche se hizo tirando hacia un lado con los dedos pulgar e índice de la mano derecha teniendo el cuidado de no tocar el área interna de la yema recién cortada y así evitar su contaminación. Tan pronto haya sido desprendida la yema de la vareta (Figura 4d), con la mayor rapidez posible se removió la lengüeta del patrón y puso las yemas en su lugar, cuidando que quede bien colocada (Figura 4e), con buen contacto en los cortes transversales y con la suficiente presión de la cinta plástica (3 x 30 cm) que la mantenga en su lugar (Figura 4f).

Una vez realizado el injerto y hecho el amarre correspondiente de abajo hacia arriba (Figura 4f), se procedió a despuntar el patrón con el objetivo de inducir el brote de la yema.

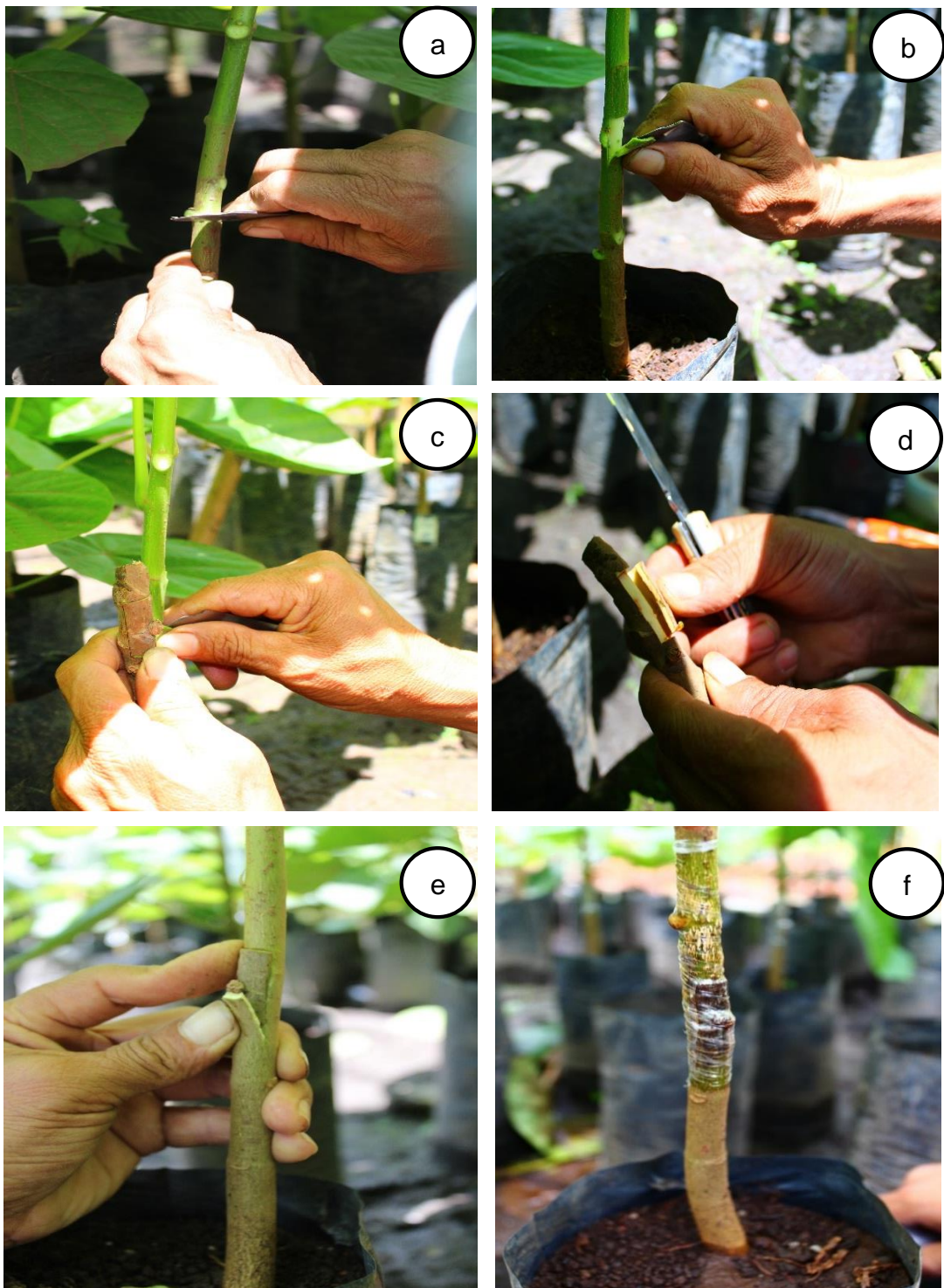


Figura 2. Injerto tipo corteza modalidad parche en plantón de zapote: a. Preparación del patrón; b. Extracción de la corteza en el patrón; c. marcación del parche en la vareta; d. Extracción del parche de la vareta; e. Inserción del parche en el patrón; f. Plantón correctamente injertado.

c. Injerto tipo hendidura modalidad púa central

Se amputó la parte aérea del patrón dejando de dos a cuatro hojas por planta en la parte inferior al corte (Figura 5a); seguidamente se procedió a partir cuidadosamente el patrón por el centro de tres a cuatro cm aproximadamente (Figura 5b).

Inmediatamente se procedió a preparar un segmento de vareta que tenga tres a cuatro yemas, para luego hacer dos cortes rápidos y seguros a los laterales en el extremo inferior de tal manera que forme la púa o cuña (Figura 5c).

Esta púa o segmento de vareta se introdujo en el patrón partido, haciendo coincidir el acople de las cortezas del patrón con la corteza de la vareta (Figura 5d), de tal manera que exista contacto del tejido del patrón y vareta, luego se procedió a vendar firmemente con la cinta plástica (5 x 30 cm), cubriendo toda la herida (Figura 5e); seguidamente se cubrió la vareta con una bolsita de plástico (Figura 5f), de manera que no permita la salida del agua que se acumula producto de la deshidratación del material vegetal por efecto de la temperatura y humedad

La bolsita o funda se retiró cuidadosamente cuando los brotes de la vareta presentaron de dos a tres cm aproximadamente a los 25 días después de la injertación

El desatado de la unión del patrón y la vareta (injerto), se realizó cuando se formó un callo lo que indica la cicatrización del corte (60 días aproximadamente).



Figura 3. Injerto tipo hendidura modalidad púa central en el cultivo de zapote: a. Amputación de la parte aérea del patrón; b. Partición del patrón con la navaja; c. Púa con corte bisel con 3 yemas; d. Inserción correcta de la púa en el patrón; e. Proceso de encintado; f. Plantón correctamente injertado.

d. Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral

Se procedió a preparar un segmento de vareta que tenga de tres a cuatro yemas, para luego hacer dos cortes laterales en el extremo inferior uno de aproximadamente tres centímetros y el otro de medio cm, de tal manera que el corte de tres cm y la posición de la yema estén opuestos (Figura 6b).

Inmediatamente, se realizó un corte lateral a la corteza del patrón con una porción fina de tallo. Este corte fue firme y preciso y se abrió la lengüeta (Figura 6c).

Inmediatamente se coloca la vareta haciendo coincidir la corteza del patrón con la corteza de la vareta (Figura 6d), luego con una cinta plástica se procedió al vendado firmemente y amarado, siempre de abajo hacia arriba (Figura 6e), hasta cubrir toda la herida ocasionada en el patrón. Seguidamente, se realiza un vendaje simulando el número 8 entre el patrón y la vareta. Posteriormente, se envolvió en forma uniforme el resto de la vareta junto al patrón (Figura 6f).

Una vez realizado el injerto y hecho el amarre correspondiente de abajo hacia arriba, se procedió a despuntar el patrón con el objetivo de inducir el brote de las yemas.

A partir de los 25 a 30 días, cuando las yemas presentaron brotes se procedió a desatar las cintas plásticas, solo la parte de la yema, luego de 60 días de haber realizado el injerto se desató el resto del vendaje



Figura 4. Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral en el cultivo de zapote: a. Preparación del patrón; b. Corte lateral en la vareta; c. Corte lateral en la corteza del patrón con una porción fina de tallo; d. Inserción de la púa en el patrón; e. Proceso de encintado; f. Plantón correctamente injertado.

3.6.5. Labores culturales en el vivero

Las principales labores culturales que se tuvo en cuenta para mantener en óptimas condiciones este trabajo experimental y así poder realizar las evaluaciones correspondientes de manera adecuada, fueron los siguientes:

a. Riego: Utilizando una manguera se realizó el riego cada dos días en horas de la mañana para evitar la pérdida de humedad, evitando el exceso de agua.

b. Drenajes: Con el fin de evitar el encharcamiento de agua, con una comba y un cincel se realizó agujeros en cada extremo del área experimental ya que esto está construido a base de ladrillos y de esa manera prevenir la propagación de patógenos.

c. Aplicación de fertilizante: Se aplicó 20 g de una mezcla de los fertilizantes urea (46 % N), superfosfato triple (46 % P_2O_5) y cloruro de potasio (60 % KCl) de manera uniforme por bolsa a los treinta días después de la injertación.

d. Control de malezas: Consistió en mantener libre de malezas el entorno de las bolsas y el área experimental, esta labor se realizó manualmente cada 15 días, con la finalidad de evitar la competencia por nutrientes y luz con la planta.

e. Sanidad preventiva: Durante la práctica no hubo problemas de hongos; pero se observó que las hojas presentaban algunas perforaciones y verrugas foliares, por lo que se aplicó Cypermethrin (Campal 250 ce) a dosis 1 mL por 1 L de agua, lo cual vasto para controlar las afecciones.

f. Descintado de injertos: Con la ayuda de una navaja bien afilada se realizó entre los 25 (Para el caso de T₃ y T₄) a 60 (Para el caso de T₁ y T₂) días después del ser ejecutado la injertación, dependiendo del desarrollo del injerto con respecto al método aplicado.

g. Poda de plántones injertados: Esta labor se realizó de la siguiente manera:

- **Despunte del patrón:** Esto consistió la eliminación de la parte aérea de los patrones injertados con una tijera de podar. Se dio a cabo en los tratamientos T₁, T₂ y T₄ a partir del día que fue ejecutado el injerto y posteriormente cada mes.

- **Eliminación de brotes del patrón (chupones):** Consistió en eliminar los brotes que aparecían debajo del injerto, esta labor se realizó cada 15 días.

3.7. Características evaluadas

La evaluación comenzó 30 días después de ser efectuado la injertación, el día 29 de diciembre del 2017 y culminó el 13 de mayo del 2018.

3.7.1. Número de injertos prendidos

Se realizó el conteo de a los 165 días después de ser ejecutado la injertación, consistió en causar un raspado en la yema con la ayuda de un cuchillo de injertar en los casos necesarios (Los injertos que no presentaban brotes), para observar si está verde o no, con este criterio se pudo determinar el prendimiento de los injertos en los cuatro tratamientos en estudio (Figura 7a). Se evaluaron todas las unidades experimentales por cada tratamiento y repetición.

3.7.2. Número de injertos brotados

Se realizó a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 y 165 días después del injerto, se tuvo en cuenta aquellas yemas injertadas vivas y con manifestación de los brotes (Figura 7b), con la finalidad de determinar que método de injerto emitirá más rápida la brotación. Se evaluaron todas unidades experimentales por cada tratamiento y repetición.

3.7.3. Número de hojas por brote

Se realizó el conteo de hojas a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 130, 145 y 165 días después de la injertación, para lo cual se evaluó un muestreo de cuatro plantones por parcela (Figura 2).

3.7.4. Longitud de brotes

Se midió en unidades en cm, con una regla milimetrada desde la base de la primera hoja de los brotes hasta el ápice de la yema terminal del mismo (Figura 7c). Se realizó a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 130, 145 y 165 días después del injerto, para lo cual se evaluó un muestreo de 4 plantas (Figura 2).

3.7.5. Diámetro de brotes

Se tomó esta medida a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 130, 145 y 165 días después de la injertación, para determinar esta característica se usó un vernier digital, lo cual se midió el diámetro de la parte donde nace la primera hoja del injerto (Figura 7b), para ello se evaluó un muestreo de cuatro plantones (Figura 2).



Figura 5. Respuestas a la injertación: a. Injerto prendido pero no brotado (T₄); b. Injerto brotado (T₃); c. Determinación de longitud (T₃) y d. Determinación de diámetro (T₃).

3.7.6. Área foliar

A los 165 días después del injerto se realizó la evaluación del área foliar, se obtuvo por el método de relación peso: área o del “sacabocado”, el cual, es explicado de la siguiente manera: se sacrificó un total de 16 plantas una planta por repetición lo cual se procedió a extraer cada una de las hojas de cada planta por separado y etiquetadas en sobres, una vez en el laboratorio con un sacabocado se extrajo cien discos de 1 cm² de cada sobre, posteriormente las muestras fueron pesadas y depositados en una estufa a 110 °C por 24 horas (PIRE y VALENZUELA, 1995). Seguidamente se extrajo de la estufa y se pesó nuevamente (Figura 8 a, b y c) y luego se calculó el área foliar de cada muestra, a través de la relación entre el peso seco y el área unitaria del disco, así:

$$\text{Área foliar} = \frac{\text{Peso total de la hoja (materia seca)} * \text{Área del disco}}{\text{Peso promedio de los discos}}$$

3.7.6. Materia seca

Se realizó al final del experimento a los 165 días después de injerto, con el sacrificio de 16 plantas (Figura 15), cuatro plantas por tratamiento, las cuales fueron lavadas con agua cuidadosamente para evitar la pérdida de pequeñas raíces, con la finalidad de eliminar todo el sustrato de las raíces posteriormente en el laboratorio se procedió a empaquetarlos en sobres etiquetados para así colocarlos a la estufa, a 110 °C por tres días con el objetivo de ser secadas completamente para ser pesadas en una balanza analítica y así determinar la materia seca (Figura 8 d, e y f).

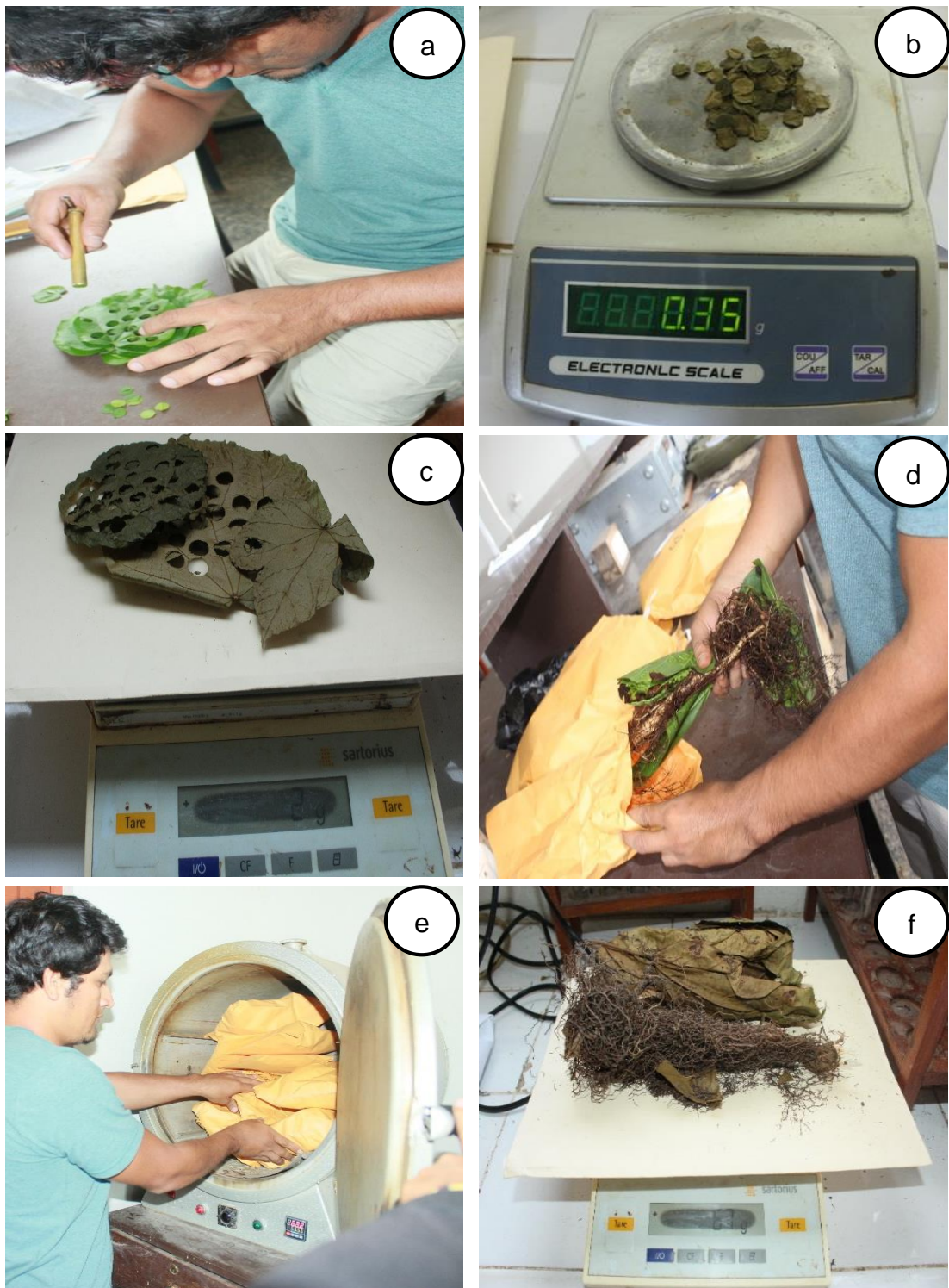


Figura 6. Determinación del área foliar y materia seca: a. Extracción de discos foliares con el sacabocado; b. Peso seco de discos foliares; c. Peso seco de hojas perforadas con el saca bocado; d. Empaquetado de plantas; e. muestras en la estufa y f. Peso seco de un plantón.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto en el prendimiento y brotación en el injerto

4.1.1 Del número de injertos prendidos y del número de injertos brotados

De acuerdo al resumen de análisis de variancia (ANVA) ($\alpha= 0.05$) para el número de injertos prendidos y número de injertos brotados (Cuadro 5), se encontró diferencias estadísticas significativas y altamente significativas respectivamente, esto quiere decir que los tratamientos tuvieron comportamientos diferentes entre sí.

El coeficiente de variabilidad fue de 17.893 y 13.846 % para el número de injertos prendidos y numero de injertos brotados respectivamente, según CALZADA (1986), esto significa que existe buena y muy buena homogeneidad en el comportamiento entre las unidades experimentales de cada uno los tratamientos, respectivamente, es decir, el número de los injertos prendidos y número de injertos brotados tuvieron un comportamiento de buena homogeneidad y muy buena homogeneidad en cada carácter evaluado.

Cuadro 5. Análisis de variancia ($\alpha= 0.05$) del número de injertos prendidos e injertos brotados evaluados a los 165 días.

Fuente de variación	GL	Prendimiento	Brotación	F tab.
Tratamientos	3	19.396 S	21.063 AS	3.49
Error experimental	12	4.563	2.563	
Total	15			
CV (%):		17.893	13.846	

NS: no existe significancia estadística.

Cuadro 6. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el número de injertos prendidos y numero de injertos brotados evaluado a los 165 días.

Trat.	N° injertos prendidos		Trat.	N° injertos brotados	
T ₃	14	a	T ₃	14.5	a
T ₄	13	a	T ₂	13	a b
T ₂	10	b	T ₄	10.5	b
T ₁	9.25	b	T ₁	9.75	b

Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el carácter número de injertos prendidos y numero de injertos brotados (Cuadro 6), encontrándose diferencias estadísticas entre los tratamientos en estudio. Así mismo, para el número de injertos prendidos se verifica que el tratamiento T₃ y el tratamiento T₄ fueron superiores numéricamente y estadísticamente a los demás tratamientos T₂ y T₁. Este resultado probablemente se deba al efecto inmediato que tuvo el tipo de corte que se aplicó en los tratamientos T₃ y T₄, donde hubo mayor área de adhesión en los cortes del patrón y el injerto el cual tuvo un mejor efecto en el pegue y prendimiento. Para el caso del carácter número de injertos brotados el tratamiento T₃ y T₂ superaron numéricamente y estadísticamente a los tratamientos T₄ y T₁. en este resultado se verifica que dos tipos de injertos diferentes obtuvieron los mejores resultados en el carácter brotación de injertos, en esta lógica se puede señalar que el comportamiento de la brotación de un injerto no está ligada al tipo de corte ni a la cantidad de yemas que se emplea en un determinado tipo o modalidad de injerto.

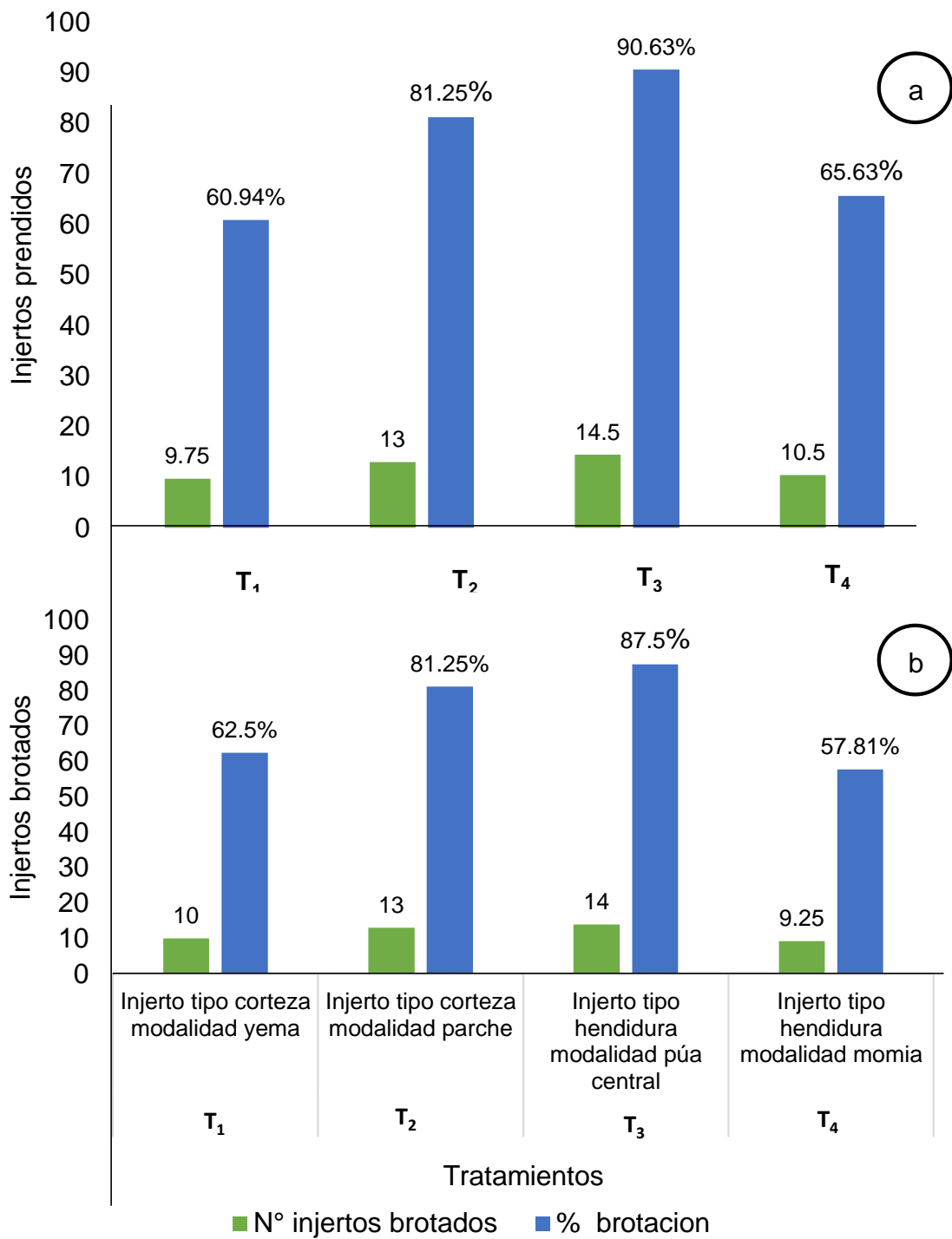


Figura 7. Promedios y porcentaje de cada tratamiento: a. Injertos prendidos; b. Injertos brotados.

En el diagrama de barras (Figura 9), se puede verificar el número y porcentaje de injertos prendidos y brotados que se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) demostró mayor eficacia en el número de injertos prendidos y número de injertos brotados, con 90.63 y 87.5 % de prendimiento y brotación, siendo numéricamente superiores frente a los otros tratamientos en estudio, como el caso del tratamiento T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) que solo alcanzó 60.94 y 62.5 % de prendimiento y brotación respectivamente. Las varas usadas para el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) fueron de similar diámetro que el patrón, permitiendo tener un contacto adecuado entre el cambium del patrón y del injerto, facilitando la formación de nuevos tejidos capaces de transportar nutrientes a través de la unión. Así mismo HARTMANN y KESTER (1990), afirma como una de las ventajas de injerto de modalidad púa central, la adaptabilidad al patrón que tiene la púa al ser de forma idéntica o también de tamaño reducido al realizar el injerto.

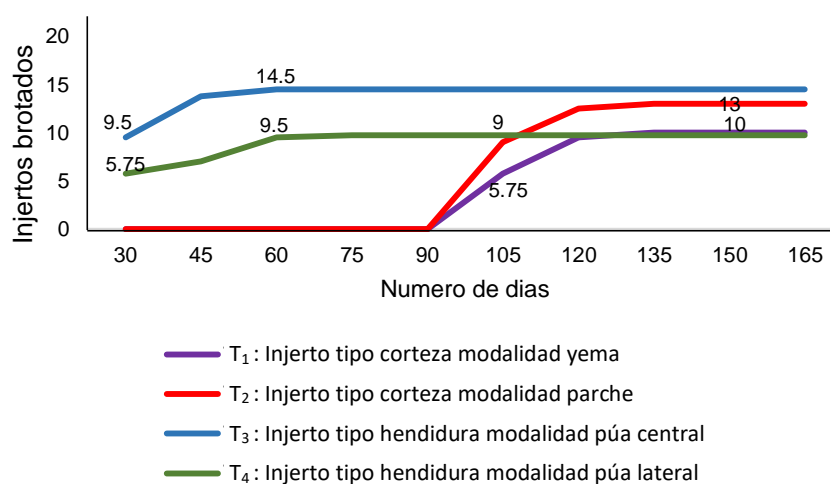


Figura 8. Evolución de injertos brotados con relación a los días de evaluación de cada tratamiento.

El promedio de injertos brotados de cada tratamiento en relación al número de días realizado la evaluación (Figura 10), donde el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral) fue el que logro una mayor rapidez en la brotación a partir de los 30 días (primera evaluación) después de la injertación y finalizo a los 60 días después de la injertación (tercera evaluación) al igual el T₄ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral); así mismo el T₃ que si bien fue el tratamiento que más rápido empezó a dar brotes, también fue numéricamente superior a los demás tratamientos en cuanto al promedio de injertos brotados. Por otro lado, se discute también, para T₂ (Injerto tipo corteza modalidad parche), donde se muestra que evaluado a los 90 días, tardo más en comenzar el proceso de brotación en comparación con el T₄ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral), que comenzó entre los 30 días, sin embargo el T₂ supero numéricamente al tratamiento T₄ para el carácter número de injertos brotados (Figura 10), este resultado es respaldado por SÁNCHEZ (2006), donde indica que para los injertos de tipo corteza como el caso del tratamiento T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) y T₂ (Injerto tipo corteza modalidad parche) nos menciona como una de sus desventajas para este tipo de injertos que su desarrollo del injerto es lento y no permite la rápida multiplicación del material vegetativo.

Por otro lado, el T₃ obtuvo un % mayor, posiblemente debido a la funda plástica que lo cubría, RAMÍREZ (2005), recomienda cubrir el injerto con bolsa plástica que evite la entrada de agua de riego o de lluvia y la deshidratación del injerto durante el proceso de prendimiento, generando el efecto de una cámara húmeda que favorece la unión de las partes.

Cuadro 8. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el número de hojas, longitud (cm) y diámetro (mm) de brotes evaluado a los 165 días.

Tratamientos	N° Hojas por brote	Longitud de brotes (cm)	Diámetro de brotes (mm)
T ₃	14.2 a	9.8 a	10.8 a
T ₄	11.2 b c	5.7 b c	9.3 b c
T ₂	6.5 c d	3.4 c d	7.7 c d
T ₁	6.1 d	3.2 d	7.1 d

De acuerdo a la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para las promedios de las características, número de hojas por brote, longitud de brotes (cm) y diámetro de brotes (mm), evaluado a los 165 días después de la injertación (Cuadro 8), se determinó que el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) de cada carácter mencionado con promedios de 14.188, 9.849 (cm) y 10.788 (mm) fue numéricamente superior a los demás tratamientos, diferenciándose estadísticamente de T₄ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral) con 11.188, 5.56 (cm) y 9.294 (mm), respectivamente; T₂ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral) con 6.5, 3.408 (cm) y 7.719 (mm), respectivamente y T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) con 6.063, 3.175 (cm) y 7.119 (mm) respectivamente. Los menores promedios de las características, número de hojas por brote, longitud de brotes (cm) y diámetro de brotes (mm) fueron del T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) y T₂ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral).

De acuerdo al párrafo anterior, para el promedio del carácter número de hojas por brote esto nos demuestra que la frecuencia de emisión de hojas en los injertos de tipo hendidura (Modalidad púa central y púa lateral) fue mayor a

comparación de los injertos de tipo corteza (Modalidad yema o escudete y parche), siendo posiblemente una característica propia del injerto de tipo hendidura y muy importante para el desarrollo del brote (Figura 11 a y 13 a); para el promedio del carácter longitud de brotes, es atribuible a que la soldadura de los tejidos de las células del parénquima de los injertos del tipo corteza (Modalidad yema y parche) es lento a diferencia de los injertos de tipo hendidura (Modalidad púa central y púa lateral), esto se debe a que probablemente existe un mayor contacto en la región cambial entre la púa y el patrón (Figura 11 b y 13 b); y para el carácter diámetro de brotes los promedios de los tratamientos T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) y T₂ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral) fueron inferiores a diferencia de los tratamientos T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) y T₄ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral), esto posiblemente se debe a que los injertos de tipo corteza (Modalidad yema o escudete y parche) la formación de tejidos vasculares es lenta, es decir se encuentra relacionado con la formación de parénquima y meristemo, factores importante para que el injerto cicatrice y tenga éxito (Figura 11 c y 13 c).

Efron (2000), citado por MORE (2002), quien afirma que el crecimiento del brote depende de su constitución genética y el ambiente. Del mismo modo, las diferencias en cuanto al crecimiento de los brotes son variables y pueden depender de la capacidad de adaptación de la planta para desarrollarse ante ciertas condiciones de clima y suelo (VIDAL y ZÚÑIGA, 1995)

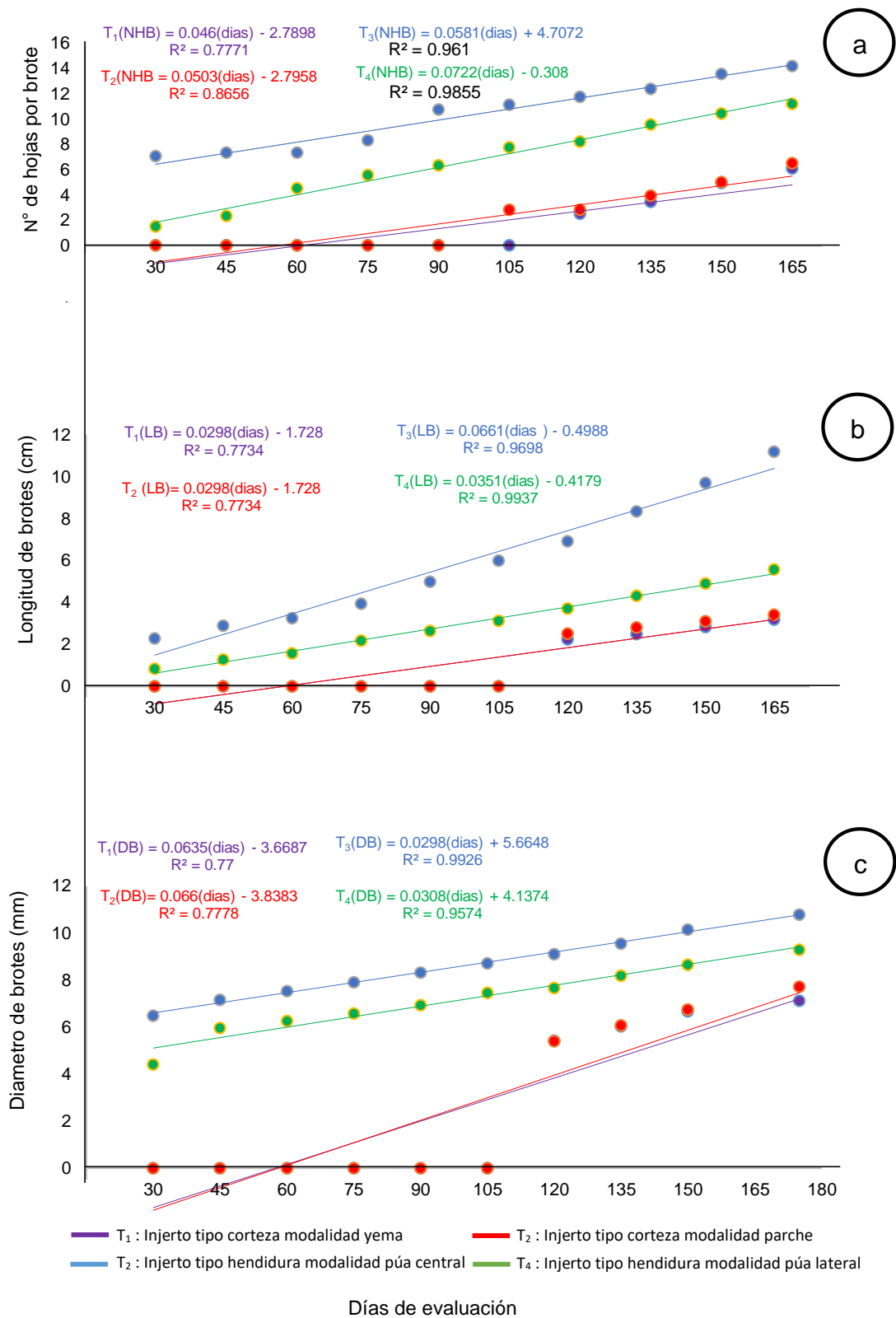


Figura 9. Línea de regresión en el tiempo: a. Número de hojas por brotes; b. Longitud de brotes; c. Diámetro de brotes.

De acuerdo a línea de regresión de número de hojas por brotes, longitud de brotes y diámetro de brotes evaluado a los 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120, 135, 150 y 165 días después de la injertación (Figura 11), se ajustaron a ecuaciones lineales que permite predecir los futuros resultados de número de hojas por brotes, longitud de brotes y diámetro de brotes, debido a los valores de los coeficientes de determinación R^2 fueron cercanos a "1", el que indica que existió una correlación positiva perfecta entre ambas variables de los tratamiento; al respecto, ORELLANA (2008), afirma que los valores de regresión lineal cercana a la unidad nos confirman una curva de comportamiento lineal, CÓRDOVA (2003) hace mención que cuanto mayor sea el valor de R^2 , mejor será el ajuste y más útil la recta de regresión como instrumento de predicción, mientras, GUTIÉRREZ y DE LA VARRA (2012), afirman que el valor de R^2 también mide la proporción de la variabilidad en los datos que explica el modelo de regresión.

De acuerdo al párrafo anterior, los valores de R^2 nos confirman que existe dependencia de las variables independientes (días de evaluación) con las variables dependientes (altura de planta, diámetro de tallo y número de hojas); al respecto, según BIDWELL (1993), el crecimiento de las plantas en su fase inicial debe seguir una tendencia lineal.

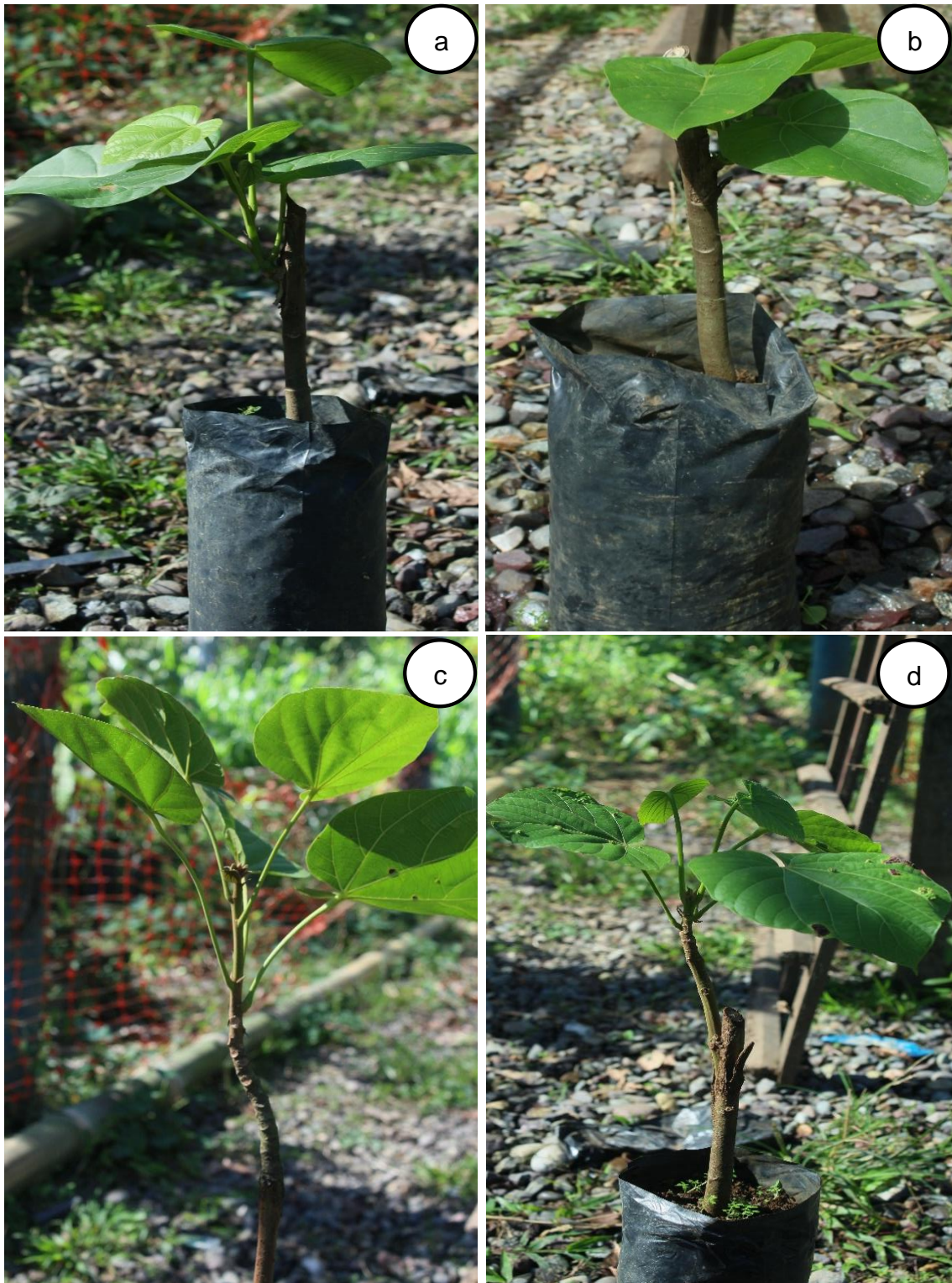


Figura 10. Respuestas de brote de distintos métodos de injerto: a. Injerto tipo corteza modalidad yema (T_1); b. Injerto tipo corteza modalidad parche (T_2); c. Injerto tipo hendidura modalidad púa central (T_3) y d. Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral (T_4).

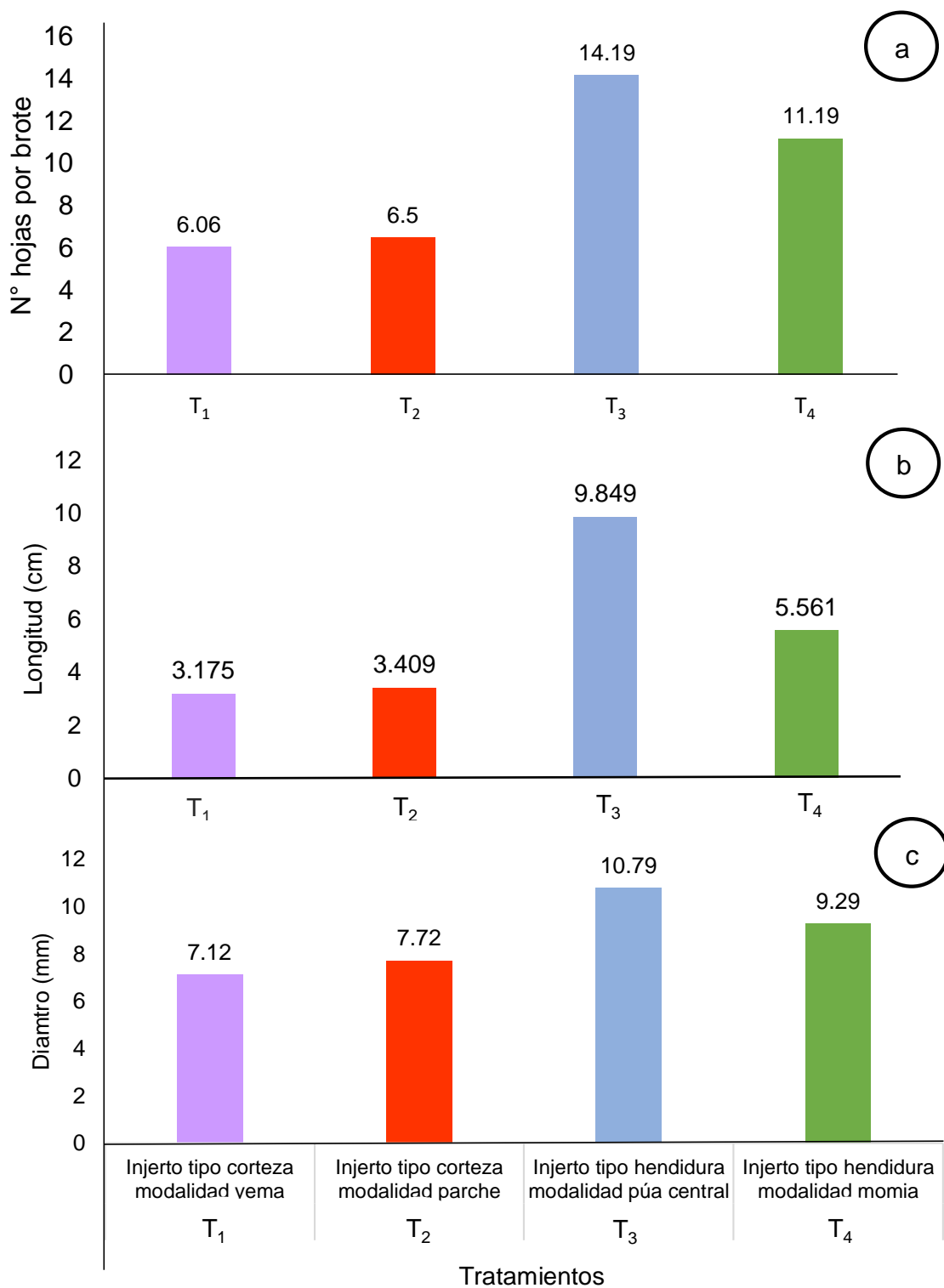


Figura 11. Promedio de cada tratamiento: a. Número de hojas por brote; b. Longitud de brotes (cm) y c. Diámetro de brotes (mm).

En el diagrama de barras (Figura 13) Se encontró que el número de hojas por brotes, longitud de brotes (cm) y diámetro de brotes (mm) evaluado a los 165 días, donde el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) fue numéricamente superior a los demás tratamientos con un promedio de 14.19, 9.849 y 10.79, respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos en estudio. Así mismo para estos caracteres número de hojas por brotes, longitud de brotes (cm) y diámetro de brotes (mm) el T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) fue más eficaz, que se podría explicar ya que, para este tipo de injerto, se usaron varas yeméras con 3 a 4 brotes por vara, el cual demuestra que es un método más eficiente, así mismo, HARTMANN y KESTER (1990) indica que este tipo de injerto permite desarrollar una rápida evolución con brotes vigorosas y bien desarrollados. Caso contrario ocurrió en los tratamientos T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) y T₂ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral), donde dieron los resultados más bajos para el carácter evaluado ya que para este tipo de injertos se utilizan sola una yema.

ROJAS (1994), indica que el número de hojas por brote mayor, muestra el mismo patrón de la altura y diámetro de brote, donde a mayores concentraciones de hormonas auxínicas, tienen como resultado mayores números de hojas de brote mayor. Por lo tanto, es indispensable generar adecuadas condiciones de nutrición en la porta injertos y varas yeméras, antes del injerto, asegurando un buen desarrollo de los brotes en longitud, diámetro y número de hojas, luego del prendimiento.

4.2.2 Del área foliar (cm²) y materia seca (mg).

Según el análisis de variancia (ANVA) ($\alpha= 0.01$ y 0.05) para área foliar y materia seca (Cuadro 9), se encontraron diferencia estadística altamente significativa para materia seca y área foliar, por lo tanto, con un método distinto de injerto, se obtiene un resultado diferente en el área foliar y materia seca de los plantones de zapote.

Los coeficientes de variabilidad para el área foliar y materia seca fueron 24.334 y 20.443 % respectivamente, lo que nos indica según CALZADA (1986), que existió una regular homogeneidad entre las unidades experimentales de los tratamientos en estudio de cada carácter evaluado.

Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de variancia de área foliar y materia seca evaluado a los 165 días.

Fuente de variación	GL	Área foliar (cm ²)	Materia seca (mg)	F tab.
Tratamientos	3	2526266.982 (AS)	4753080.830 (AS)	
Error experimental	12	94035.904	73580.319	3.49
Total	15			
CV (%):		24.334	20.443	

AS : significancia estadística de 1 % de probabilidad

S : significancia estadística de 5 % de probabilidad

Cuadro 10. Prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para el área foliar y materia seca evaluado a los 165 días.

Tratamientos	Área foliar (cm²)		Materia seca (mg)	
T ₃	2414.199	a	2695.699	a
T ₄	1131.262	b c	1707.012	b
T ₂	850.08	c	545.33	c d
T ₁	645.249	c	359.499	d

De acuerdo a la prueba de Duncan ($\alpha= 0.05$) para los tratamientos de las características área foliar y materia seca (Cuadro 10), se puede verificar que el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) de cada uno de los caracteres obtuvieron un promedio de 2414.199 y 2695.699 que fue numéricamente superior a los demás tratamientos de cada uno de las caracteres, diferenciándose estadísticamente del tratamiento T₄ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral) obtuvo un promedio de 1131.262 y 1707.012 respectivamente; tratamiento T₂ (Injerto tipo corteza modalidad parche) con un promedio de 850.086 y 545.33 respectivamente y el tratamiento T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) con promedios de 645.249 y 359.499, este resultado nos permite determinar que el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central), logrando el mejor promedio para área foliar y materia seca, a diferencia de los demás tratamientos en

estudio de los caracteres área foliar y materia seca, nos brinda una nueva planta con mayor eficiencia fotosintética, así como la estimación del crecimiento celular que posee la planta al momento de comparar con los otros métodos de injertos, al respecto HARTMANN y KESTER (1990), nos menciona también que una de las ventajas del injerto tipo hendidura modalidad púa central es tener varias yemas y no solo uno como es el caso de los de corteza.

ROBERTA y GÁLVEZ (2005), hace referencia que la materia seca es el balance apropiado entre fotoasimilados para las distintas partes de una planta y se obtiene a través de una adecuada relación fuente/sumidero; es decir, sumidero como las hojas, donde se acumulan los fotosintatos; además, estos mismos autores agregan que para lograr un rápido crecimiento inicial de las plantas jóvenes, es importante un incremento substancial de la superficie foliar en esta fase, debido a que gran parte de la radiación solar incidente no es interceptada, en otras palabras a mayor área foliar mayor materia seca (Cuadro 10).

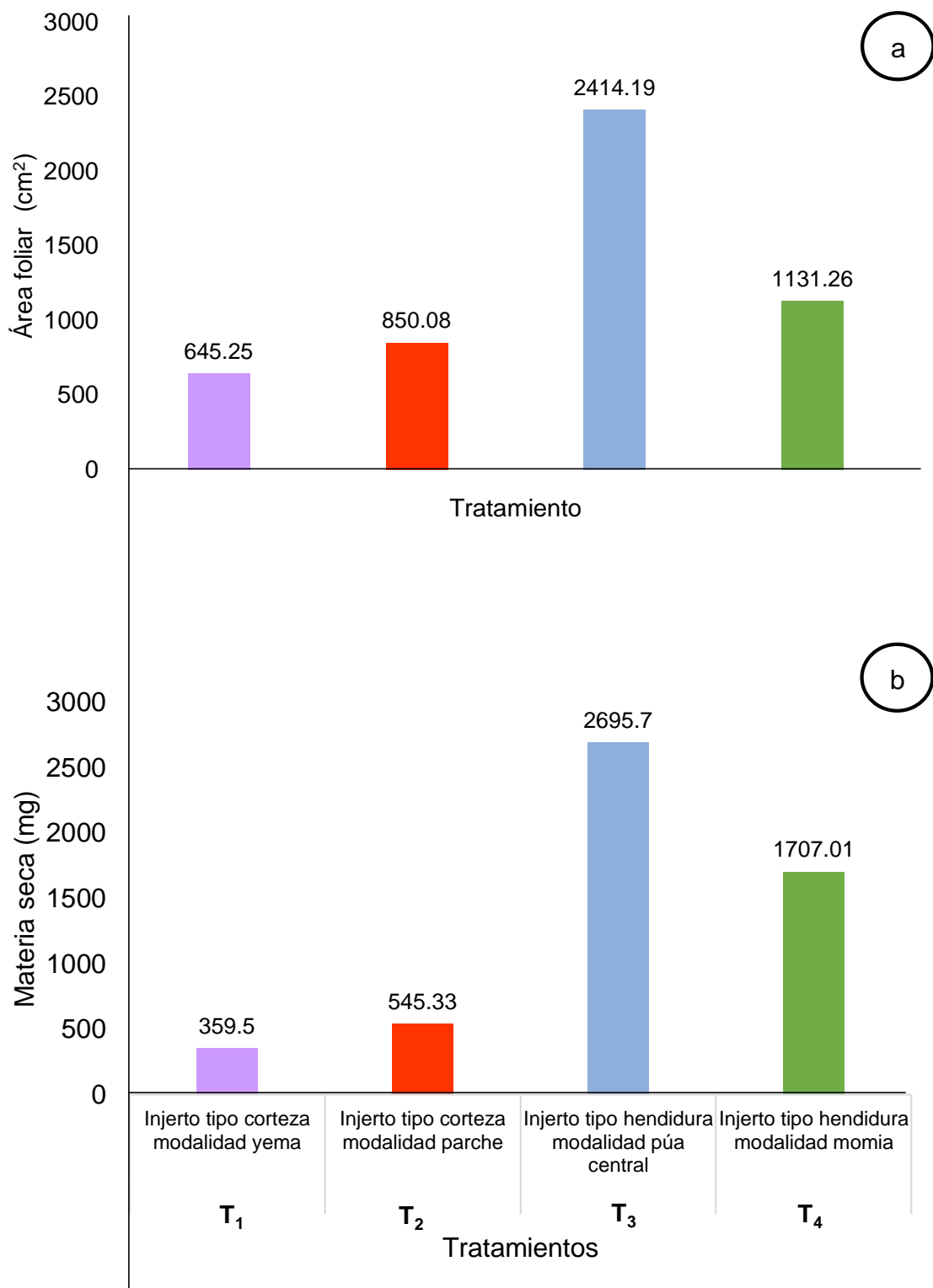


Figura 12. Promedios de cada tratamiento: a. Área foliar (cm²) y b. La materia seca (mg).

En el diagrama de barras (Figura 14), se observa el área foliar y materia seca evaluados a los 165 días, donde el tratamiento T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) supero numéricamente a los demás tratamientos con 2414.199 cm² y 2695.699 mg frente a los demás tratamientos como el caso del T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) que solo obtuvo 645 cm² y 359.499 mg de promedio.

Así mismo podemos determinar que el efecto del Injerto tipo hendidura modalidad púa central, tuvo un impacto positivo en la acumulación de biomasa del injerto, favoreciendo así su rápido desarrollo, sin embargo, para los tratamientos T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) y T₂ (Injerto tipo corteza modalidad parche), no tuvieron el mismo efecto, siendo inferior en la acumulación de biomasa, el cual es un efecto negativo que nos indica que este tipo de injerto no tiene la misma la capacidad de desarrollo en comparación con los tipos de injertos de hendidura, específicamente en el injerto tipo de hendidura modalidad púa central. Al respecto LIRA (2013), indica que la capacidad de acumulación de biomasa, depende así mismo de la capacidad fotosintética de la planta, es decir cuando hay una buena continuidad de la sabia, asegura un transporte eficiente de nutrientes que va directamente a la acumulación de biomasa. Para este caso bajo el método de injertación del T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central), el cual tuvo un mayor contacto entre el patrón y el injerto, facilito así la continuidad eficiente de la sabia. Por lo tanto, tuvo un mejor efecto en la acumulación de biomasa.

V. CONCLUSIONES

1. Del total de 256 patrones injertados se obtuvo 185 plantones, 40 plantones de T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema), 52 plantones de T₂ (Injerto tipo corteza modalidad parche), 56 plantones de T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) y 37 plantones de T₄ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central).
2. Con el tratamiento T₃ se logró los mejores efectos para los caracteres número de injertos prendidos y número de injertos brotados con 90.63 y 87.5 % respectivamente, diferenciándose estadísticamente de los demás tratamientos en estudio. Por otro lado, el T₃ (Injerto tipo hendidura modalidad púa central) y T₄ (Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral), fueron los tratamientos que presentaron brotes desde el primer día de evaluación (a los 30 días después de la injertación) a diferencia de T₁ (Injerto tipo corteza modalidad yema) y T₂ (Injerto tipo corteza modalidad parche) que presentaron brotes a partir de la sexta evaluación (a los 105 días después de la injertación).
3. Se determinó que las características evaluadas del desarrollo del brote (longitud, diámetro y área foliar) presentan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos con un coeficiente de variación de 22.995, 10.155 y 24.334 % respectivamente; por otro lado los caracteres n° de hojas y materia seca alcanzaron diferencias altamente significativas, entre sus tratamientos con un coeficiente de variación de 13.9, y 20.4 % respectivamente, quedando con mejores resultados el T₃ en todas las características evaluadas.

VI. RECOMENDACIONES

1. Para propagar el cultivares de zapote mediante injerto, se recomienda el de tipo hendidura modalidad púa central.
2. Para propagar un árbol de zapote especial y no teniendo las suficientes varas para injertar a patrones, se recomienda el método de injerto tipo corteza modalidad parche.
3. Para los injertos de tipo corteza, se recomienda amputar el patrón completamente una vez al observado el prendimiento, ya que esto estimula el desarrollo del injerto.

VII. RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de cuatro métodos de injertación en el prendimiento y crecimiento del injerto de plantones de zapote (*matisia cordata* (humb & bonpl)), El experimento se instaló en el vivero de la facultad de agronomía bajo un diseño completamente al azar donde se componen cuatro tratamientos en estudio: T₁ (injerto tipo corteza modalidad yema); T₂ (injerto tipo corteza modalidad parche); T₃ (injerto tipo hendidura modalidad púa central) y T₄ (injerto tipo hendidura modalidad púa lateral). Se evaluaron el número de injertos prendidos, número de injertos brotados, número de hojas por brote, longitud y diámetro de brotes, el área foliar y la materia seca.

Como resultado, el tratamiento T₃ logró superar numéricamente y diferenciarse estadísticamente de los demás tratamientos para las características número de injertos prendidos (90.63%), injertos brotados (87.5%), número de hojas por brotes (14.19), longitud de brotes (9.849 cm), diámetro de brotes (10.79 mm), área foliar (2414.2 cm²) y peso seco (2695.7 mg). Con respecto a la rapidez de brotación, el T₃ y el T₄, demostraron ser más eficaz que los demás tratamientos en estudio, presentando brotes desde la primera evaluación (30 días realizado el injerto), así mismo, el T₃ supero numéricamente al T₄ en cuanto al número injertos brotados.

ABSTRACT

With the objective of determining the effect of four methods of grafting on the attachment and growth of zapote (*matisia cordata* (humb & bonpl)) seedling grafts, the experiment was installed in the faculty of agronomy's nursery, under a completely randomized design four study treatments were composed: T₁ (budding graft type chip modality); T₂ (budding graft type patch modality); T₃ (cleft type graft central scion modality) and T₄ (cleft type graft lateral scion modality). The number of attached grafts, number of sprouted grafts, number of leaves per sprout, length and diameter of the sprout, foliar area and the dry matter were evaluated.

For the results, the T₃ treatment managed to numerically overcome and to statistically differentiate itself from the rest of the treatments for the characteristics, number of attached grafts (90.63%), sprouted grafts (87.5%), number of leaves per sprout (14.19), length of sprouts (9.849 cm), sprout diameter (10.79 mm), foliar area (2414.2 cm²) and dry weight (2695.7 mg). With respect to the sprouting speed, the T₃ and T₄, proved to be more effective than the other treatments in study, presenting sprouts starting from the first evaluation (thirty days after grafting), at the same time, the T₃ numerically surpassed the T₄ with regards to the number of grafts sprouted.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. ALEGRÍA, J.; HOYOS, O., y PRADO, J. 2005. Evaluación del comportamiento de la pulpa del fruto del zapote (*Matisia cordata*) frente a procesos de transformación agroindustrial. En: Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 3 (1): 41 - 46.
2. ALEGRÍA, J.; HOYOS, O., y PRADO, J. 2007. Características fisicoquímicas de dos variedades del fruto del zapote (*Matisia cordata*) comercializadas en el departamento del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 5 (2): 23 - 24.
3. BAJAÑA, G. 2016. Caracterización morfológica *in situ* del árbol y órgano sensorial del fruto de varias accesiones de zapote (*Matisia cordata*) en tres zonas del Guayas. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. 93 p.
4. BIDWELL, G. 1993. Fisiología vegetal. 1 ed. en español AGT. Editor S.A. México DF. México. 612 p.
5. BLOCH, R. 1952. Wound healing in higher plants. Bot. Rev. 18: 655-790.
6. CALZADA, B. J. 1986. 143 Métodos estadísticos para la investigación. Librería el estudiante, Lima, Perú, Pp: 41 - 42.
7. CÓRDOVA, M. 2003. Estadística descriptiva e inferencial. Editorial Moshera. Quinta edición. Lima, Perú. 487 p.
8. FLORES, J. 2015. Manejo de cultivos que se desarrollan en agricultura protegida y de precisión. Universidad Autónoma Chapingo. Librería el estudiante. México. 57 p.

9. FLORES, P. S. 1997. Cultivo de frutales nativos amazónicos. Tratado Cooperación Económica. Lima, Perú. Pp: 135 - 141.
10. FRIEDMAN, J.; BOLOTIN, D.; RIOS, M.; MENDOSA, P.; COHEN, Y., y BALICK, J. 1993. A novel method for identification and domestication of indigenous useful plants in Amazonia Ecuador. News crops. New York, Estados Unidos. Pp. 167 - 164.
11. GIL, J. 2003. Ocurrencia poblacional de las moscas de la fruta del genero *Anastrepha* en zapote (*Matisia cordata* Humb. & Bonpl.) en Tingo María -Huánuco. Tesis para obtener el grado de Magister Scientiae U.N.A.L.M. Lima, Perú. 140 p.
12. GUTIERREZ, H. y DE LA VARA, R. 2012. Análisis y diseño de experimentos. 3 ed. MC Graw Hill. México. 489 p.
13. HARTMAN, T., y KESTER, E. 1990. Propagación de plantas: principios y prácticas. Editorial Continental S.A. 4 ed. México. 760 p.
14. ICT, 2003. Manejo del cultivo de cacao en la Amazonia Peruana. Instituto de cultivos tropicales. 1 ed. Tarapoto - Perú. Pp. 37 - 40.
15. LIRA, R. 2013. Fisiología vegetal para el Desarrollo de la Agricultura. Universidad Autónoma Agraria. Editorial Trillas. México. 87 p.
16. LOBATO, D. 1998. Desarrollo de métodos de propagación para la conservación de *Pouteria sapota* (Jacq.). Tesis para optar el título de Magister Scientiae. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 131 p.

17. MONTEZA, S., y SAMAMÉ, J. 2016. Extracción, caracterización y determinación del tiempo de vida útil, del aceite de semilla de zapote (*Matisia cordata*, Humb & Bonpl). Tesis para optar título de Ingeniero Agroindustrial y Comercio Exterior. Universidad Señor de Sipán. Pimentel, Perú. Pp. 29 - 30.
18. MORERA, J. 1992. El zapote. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Pp. 8 - 9.
19. MORE, M. 2002. Inducción e injertación de brotes ortotropicos con fines de renovación en el cacao (*theobroma cacao* L.). Tesis para optar el título de Ing. Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 101p.
20. MOSTACERO, L. J. MEJIA C. F. y GAMARRA, T. 2002. Taxonomía de fanerógamas útiles en el Perú. Volumen I. Editorial Normas Legales S.A.C. Trujillo, Perú. Pp: 508 - 512.
21. NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI). 2018. Taxonomy Browser: *Matisia cordata*. [En línea]: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/Browser/wwwtax.cgi?mode=Info&id=82384&lvl=3&keep=1&srchmode=1&unlock&lin=s&log_op=lineage_toggle, (consultado del 20 de marzo de 2018)
22. ORELLANA, L. 2008. Regresión lineal simple. [En línea]: http://www.dm.uba.ar/materias/estadistica_Q/2011/1/clase%20regresion%20simple.pdf, pdf, (consultado el documento del 14 de noviembre de 2017).

23. PAREDES, O. 2010. Propagación vegetativa por injerto de bolaina blanca (*Guazuma crinita* Mart.) bajo condiciones controladas en Pucallpa, Perú. Tesis para optar título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. Pp. 35 - 36.
24. PIRE, R., y VALENZUELA, I. 1995. Estimación del área foliar en *Vitis vinifera* L. "French Colombard" a partir de mediciones lineales en las hojas. *Agronomía Tropical* (Venezuela). 45 (1): 143 - 154.
25. RAMÍREZ, A. 2007. Respuesta del injerto en el mamey colorado (*Pouteria sapota* Jacq) al uso del Biobras-16. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. *Cultivos Tropicales*, 28 (1): 37 - 39.
26. RAMÍREZ, T. 2005. El injerto de púa: un excelente método para la propagación vegetativa del rambután (*Nephelium lappaceum*, L.). C.A. FHIA. Programa de Diversificación. Honduras, Pp: 29 - 43.
27. ROBERTA, P., y GÁLVEZ, J. 2005. Reparto de materia seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. *Revista Agrocência, Brasil* .11 (1): 05 - 11.
28. RODRÍGUEZ, R. M. y SIVILLE M.A. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la subregión Andina, Editorial Stella, Lima, Perú. Pp: 386 - 389.
29. ROJAS, L. 1994. Influencia del 2,4-diclorofenoxiacético y manejo del patrón en el crecimiento y desarrollo en injertos de cítricos (*Citrus jambhiri* Lush/*Citrus sinensis* Losbeck) cv. "Valencia", Tesis para optar el título

de Ing. Agrónomo, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 71p.

30. SÁNCHEZ, L. R. 2006. Manual de cultivo de cacao. 1 ed. Chanchamayo – Junín, Perú. Pp. 78 - 83.
31. SHIPPY, W. B. 1930. Influence of environment on the callusing of apple cuttings and grafts. Amer. Jour. Bot. 17: 209 - 327.
32. SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA (SENAMHI) 2000. Mapa de clasificación climática del Perú, Lima, Q y R Impresores S.R.L. 105 p.
33. SOLANO, A. 1999. Comparación de variables físico-químicas evaluadas en frutas de tres especies del género *Pouteria*: *Pouteria sapota* (zapote), *Pouteria fossicola* (zapote tipo borucana), y *Pouteria viridis* (zapote verde o injerto), de la familia Sapotaceae. Tesis para optar el grado de Licenciado en Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Costa Rica. 61 p.
34. UMAÑA, C. 2000. Injertación del zapote *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E Moore & Stearm. Serie Técnica, Manual Técnica N° 45. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Área de Agricultura Ecológica - Unidad de Recursos Fitogenéticos. Turrialba, Costa Rica. 22 p.
35. VÁSQUEZ, C.; OROZO, M.; SÁNCHEZ, M. 1997. La reproducción de las plantas: semilla y meristemas. Fondo de Cultura Económica. México. 167 p.

36. VIDAL, E.; ZUÑIGA, L. 1995. Desarrollo inicial de nueve clones de cacao injertados sobre patrones clónales en San Carlos, Alajuela. Rev. Agro. Costarricense, (Costa Rica). 19(2): 45 - 51.
37. VILLACHICA, H. 1996. Frutales y hortalizas promisorias de la Amazonia. Edit. TCA. Lima, Perú: Pp: 302 - 305.
38. VOZMEDIANO, J. 1982. Fruticultura: fisiología, ecología del árbol frutal y tecnología aplicada. México. 521 p.
39. ZAVALA. W. 1999. Estudio morfológico como base para la recuperación de suelos degradados en Tingo María. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae en Suelos. Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú. 50 p.

IX. ANEXO

Cuadro 11. Datos de la longitud y diámetro de 50 patrones tomadas al azar un día antes de la injertación.

n° de plantones	longitud (cm)	diámetro (mm)	n° de plantones	longitud (cm)	diámetro (mm)
1	32	18	26	41	19
2	40	19	27	31	16
3	32	17	28	30	16
4	39	17	29	39	20
5	33	17	30	38	19
6	41	19	31	36	18
7	37	17	32	33	17
8	30	15	33	37	20
9	35	16	34	39	20
10	39	20	35	35	18
11	41	21	36	32	18
12	40	19	37	33	18
13	38	18	38	39	19
14	31	15	39	41	21
15	31	16	40	40	19
16	30	14	41	32	15
17	36	15	42	37	18
18	36	15	43	33	15
19	39	19	44	35	15
20	41	20	45	34	18
21	40	20	46	36	16
22	33	19	47	40	20
23	39	20	48	30	14
24	34	15	49	31	14
25	36	16	50	42	19
Promedio				35.94	17.58
Rango				30 - 41	14 - 21

Cuadro 15. Datos originales de longitud (cm) de brotes evaluado de los 30 a los 90 días.

°		Longitud de brotes																				
		30				45				60				75				90				
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
T ₁	r ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₂	r ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₃	r ₃	1.4	1.12	1.32	2.11	2.13	2.27	2.57	3.39	2.3	2.41	2.71	3.56	2.35	2.73	3.0	4.0	4.32	3.6	3.12	4.97	
		2.04	2.91	2.56	2.53	2.6	3.07	2.83	3.06	2.81	3.22	3.01	4.53	3.7	3.43	3.6	5.1	4.34	4.18	4.83	5.84	
		2.5	2.51	3.21	3.02	2.95	2.6	3.68	3.29	3.74	2.77	4.11	3.37	4.73	4.35	5.3	4.7	5.86	5.24	6.41	6.18	
		1.23	1.91	2.69	3.34	2.01	2.14	3.49	3.92	2.48	2.75	3.65	4.34	2.61	3.2	4.7	5.6	3.44	4.98	5.98	6.4	
T ₄	r ₄	0	0	0	0	0.89	1.23	1.06	1.28	1.08	1.35	1.34	1.52	1.29	1.49	1.5	1.8	1.56	1.84	1.87	1.95	
		1.05	1.34	1.09	0.73	1.2	1.4	1.21	1.2	1.63	1.53	1.32	1.42	1.93	1.95	1.8	2.2	2.96	2.2	2.11	2.98	
		1.01	1.28	1.11	1.21	1.66	1.37	1.2	1.27	2.06	1.81	1.59	1.6	2.71	2.04	2.3	2.6	3.39	2.56	2.99	3.01	
		1.02	1.01	1.1	1.21	1.09	1.37	1.51	1.38	1.63	1.69	1.67	1.93	2.65	2.53	2.5	3.4	2.87	2.84	3.28	3.62	

Cuadro 16. Datos originales de longitud (cm) de brotes evaluado de los 105 a los 165 días.

°		Longitud de brotes																			
		105				120				135				150				165			
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
T ₁	r ₁	0	0	0	0	2.99	1.63	2.39	1.89	3.03	1.89	2.52	2.07	3.48	2.04	2.78	2.42	3.7	2.41	3.14	2.89
		0	0	0	0	1.621	1.48	1.96	2.22	2.47	1.59	1.99	2.67	3.01	1.93	2.13	3.19	3.53	2	2.47	3.31
		0	0	0	0	2.45	1.77	2.01	2.22	3.05	2.01	2.19	2.28	3.21	2.37	2.57	2.31	3.51	2.83	2.85	2.67
		0	0	0	0	2.89	3.01	3.03	2.08	3.08	3.36	3.05	2.47	3.76	4.09	3.37	2.59	4.03	4.4	3.94	3.12
T ₂	r ₂	0	0	0	0	3.92	4.2	2.96	2.71	4.79	4.4	3.6	2.93	5.01	5.18	3.78	3.18	5.46	6.34	3.98	3.61
		0	0	0	0	1.65	3.42	2.14	1.82	1.79	3.79	2.27	2.46	1.83	3.99	2.52	2.89	2.05	4.14	2.85	3.15
		0	0	0	0	1.63	1.63	2.26	2.07	1.74	1.69	2.39	2.31	1.8	1.81	2.57	2.59	1.88	1.93	2.95	2.89
		0	0	0	0	1.95	3.32	2.32	2.11	2.08	3.55	2.56	2.53	2.79	3.96	2.68	2.83	3.01	4.31	2.79	3.2
T ₃	r ₃	4.62	4.48	4.26	5.26	5.54	5.39	5.15	6.01	7.2	7.31	6.06	7.06	7.45	8.28	7.02	7.98	8.54	10.33	7.9	8.7
		5.04	5.95	5.18	6.27	5.57	7.18	5.62	6.89	6.19	7.98	6.15	7.21	6.25	8.83	6.88	7.99	6.81	9.31	7.64	8.81
		6.98	6.44	9.05	7.09	8.89	7.01	10.25	8.34	10.86	8.05	16.04	9.53	12.13	8.56	24.08	11.08	13.34	9.07	29	14.23
		4.46	5.31	7.52	7.74	5.39	6.09	8.89	8.53	6.74	6.88	10.26	9.89	7.58	7.05	12.21	11.88	8.21	7.6	15.25	14.31
T ₄	r ₄	1.86	2.76	2.15	2.03	1.95	3.03	2.32	2.19	2.08	3.66	2.85	2.53	2.68	4.17	3.05	2.83	3.01	4.88	3.65	3.66
		3.21	3.16	2.59	3.07	4.52	4.09	3.98	3.47	5.04	4.86	5.67	3.87	5.49	5.01	6.67	3.99	6.78	5.57	7.49	4.59
		4.04	3.33	3.18	3.89	4.61	3.78	4.29	4.89	5.33	4.16	5.07	5.41	5.99	4.43	6.44	6.08	6.5	4.93	7.28	6.4
		3.38	3.48	3.69	3.98	4.39	3.79	3.87	4.11	5.78	4.36	4.03	4.39	6.16	5.99	4.44	5.01	7.05	6.69	4.88	5.61

Cuadro 17. Datos originales de diámetro (mm) de brotes evaluado de los 30 a los 90 días.

Trat.	Diámetro de brote																			
	30				45				60				75				90			
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
T ₁ r ₁	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₂ r ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T ₃ r ₃	5.6	6.6	6.7	6.3	6.8	6.8	6.9	6.5	7.2	7.1	7.1	6.9	7.5	7.4	7.3	7	7.8	7.5	7.8	8.2
	4.9	6.2	6.6	6.7	6.1	6.5	7.1	7.2	6.3	6.8	7.5	7.5	6.7	7.0	7.7	8.1	6.9	7.6	7.9	8.5
	6.6	7.2	6.9	7.0	7.8	7.5	7.6	7.9	8.1	7.9	8.3	8.5	8.6	8.8	8.7	8.9	8.8	9.0	8.8	9.8
	4.8	7.5	7.3	6.9	6.1	7.8	8.4	7.5	6.3	8.6	8.6	7.8	6.4	9.3	8.8	8.3	6.6	9.7	9.0	9.1
T ₄ r ₄	0	0	0	0	4.8	5.8	4.8	5.6	5.0	6.0	5.6	5.7	5.6	6.1	6.1	5.9	5.9	6.3	6.6	6.2
	5.8	6.5	4.6	6.0	6.7	6.7	4.8	6.3	6.9	6.9	4.9	6.4	7.2	7.2	5.1	6.8	7.7	7.6	5.8	7.1
	6.7	6.5	5.4	6.2	7.1	6.6	5.9	6.5	7.5	7.0	6.3	6.7	7.8	7.3	6.8	6.9	8	7.7	7.2	7.5
	5.6	4.8	6.5	5.9	5.8	5.1	6.4	6.5	6.1	5.4	6.6	7.1	6.2	5.6	6.8	7.8	6.5	5.9	7.0	8.0

Cuadro 18. Datos originales del diámetro (mm) de brotes evaluado de los 105 a los 165 días.

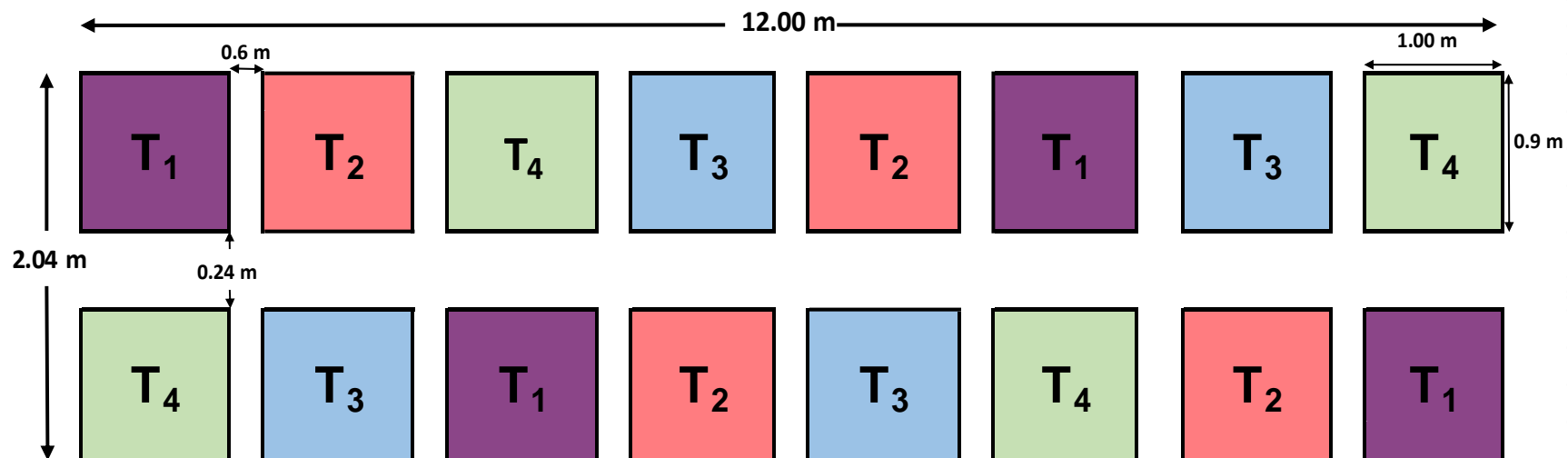
		Diámetro de brote																			
		105				120				135				150				165			
		a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
T ₁	r ₁	0	0	0	0	5.9	3.9	3.8	4.2	6.4	4.3	4.2	4.6	7.5	4.5	4.7	4.9	8.7	4.9	5.1	5.1
		0	0	0	0	4.1	6.1	4.2	4.8	4.8	7.1	4.9	5.3	5.2	8	5.9	5.7	5.6	8.3	6.4	6.1
		0	0	0	0	7.7	4.9	5.1	7.1	8.4	5.6	5.8	7.9	9.2	6.1	6.2	8.1	9.7	6.5	6.5	8.7
		0	0	0	0	6.3	8.3	6.2	4.1	7.1	9	6.9	4.4	7.7	9.8	7.3	5.9	8.1	10.2	7.8	6.2
T ₂	r ₂	0	0	0	0	5.8	6.0	6.5	4.1	6.7	6.8	7.3	4.9	7.3	7.1	8.0	5.8	8.1	8.0	8.4	6.1
		0	0	0	0	3.5	4.1	5.7	6.9	4.4	4.7	6.9	7.7	5.1	5.1	7.4	8.1	6.6	5.9	8.1	8.6
		0	0	0	0	3.6	3.9	4.8	5.3	4	4.1	5.5	5.9	4.9	4.9	6.1	7.8	5.6	6.9	9.0	8.4
		0	0	0	0	5.1	8.4	5.8	6.8	5.9	9.2	6.1	7.1	6.2	9.9	6.8	7.5	7	10.9	7.4	8.5
T ₃	r ₃	8.1	7.8	8.0	8.4	9.0	8.1	8.4	8.6	9.2	8.4	8.6	8.8	9.5	8.9	8.8	9.1	9.8	9.5	9.3	9.9
		7.4	8.4	8.4	9.0	7.9	8.6	8.9	9.6	8.2	8.8	9.4	10.2	8.7	9.1	9.6	10.6	9.0	9.9	10.0	11.3
		9.0	9.6	9.5	9.6	9.1	10.1	9.8	9.7	9.5	11	11.0	10.1	9.9	11.9	12.0	11.4	10.3	12.2	12.8	12.8
		7.5	9.9	9.2	9.6	7.9	10.5	9.6	9.8	8.3	11	9.9	10.7	8.9	12.0	10.0	12.3	9.4	12.6	10.6	13.2
T ₄	r ₄	6.8	6.7	6.8	6.9	7.1	7.0	6.9	7.1	7.4	7.5	7.4	7.6	7.9	7.9	7.7	7.8	8.5	8.2	8.2	8.0
		7.9	7.8	6.8	7.4	8.6	8.1	7.0	7.6	8.8	9.3	7.5	7.8	9.0	9.7	8.1	8.1	9.4	10.4	8.9	8.8
		8.6	8.0	7.5	7.8	7.1	8.3	8.1	8.1	7.9	8.8	8.6	8.5	8.7	9.1	9.3	9.0	9.0	9.8	9.7	9.9
		7.1	6.8	7.4	8.9	7.4	7.2	7.9	9.1	7.5	7.9	8.8	9.5	7.7	8.4	9.8	10.1	8.3	9.1	10.7	11.8

Cuadro 19. Datos originales del área (cm²) foliar evaluado a los 165 días.

Tratamientos	r₁	r₂	r₃	r₄	Promedio
T ₁	488.235	596.429	825.5	670.833	645.249
T ₂	773.333	990.526	786.364	850.097	850.08
T ₃	2680.769	2990.938	1744.118	2240.97	2414.199
T ₄	971.429	1150.882	956.31	1446.429	1131.263

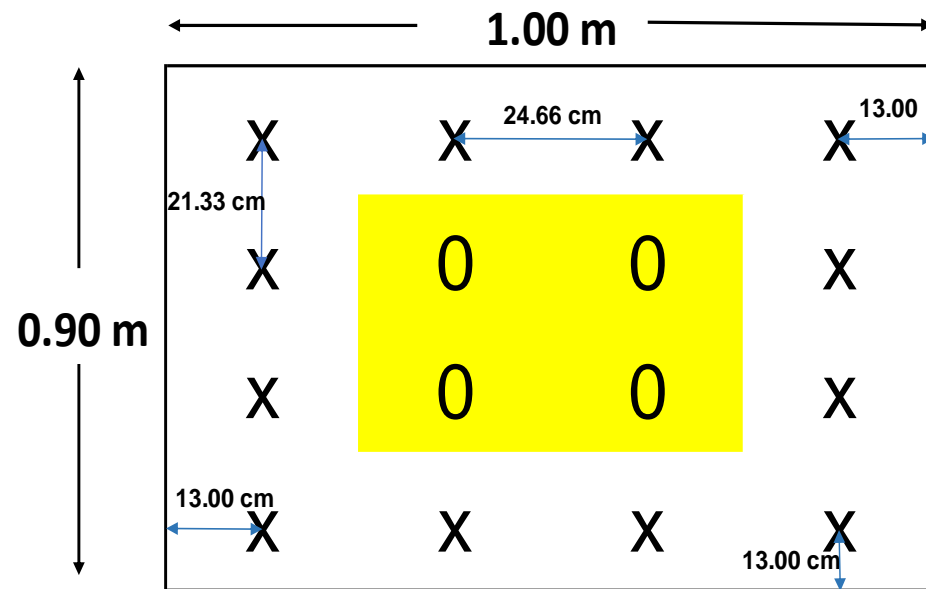
Cuadro 20. Datos originales de la materia seca (mg) evaluados a los 165 días.

Tratamientos	r₁	r₂	r₃	r₄	Promedio
T ₁	388.2353	296.4286	382.5	370.8333	359.499
T ₂	673.3333	434.5263	486.3636	587.0968	545.33
T ₃	2680.769	3010.938	2944.118	2146.97	2695.699
T ₄	2071.429	1880.882	1629.31	1246.429	1707.012



T ₁ = Injerto tipo corteza modalidad yema.
T ₂ = Injerto tipo corteza modalidad parche.
T ₃ = Injerto tipo hendidura modalidad púa central.
T ₄ = Injerto tipo hendidura modalidad púa lateral.

Figura 13. Croquis de la distribución de tratamientos en el vivero



0 = Plantas injertados que se tomaron para evaluar longitud de brotes, número de hojas por brote y diámetro de brotes.

X = Plantas de borde

Figura 14. Croquis de la distribución de plantas en cada tratamiento.



Figura 15. Plantones de zapote ubicados en el área experimental antes del injerto.



Figura 16. Tratamiento T₃ (injerto tipo hendidura modalidad púa central).



Figura 17. Visita del jurado de tesis: a. Ing. M.Sc. Fausto Silva (presidente) y b. Ing. Jorge Cerón Chávez (vocal).



Figura 18. Riego oportuno de los plantones de zapote



Figura 19. Realizando el despunte después del prendimiento del injerto (púa lateral, parche y yema).



Figura 20. Descintado del injerto de tipo hendidura modalidad púa lateral (T₄)



Figura 21. Preparación de plantones para la evaluación de materia seca al finalizar el experimento.



Figura 22. a. Injerto tipo hendidura modalidad púa central (T_4) defoliado y b. Injerto tipo corteza modalidad yema (T_1) necrosado.



Figura 23. Presencia de comedores foliares en hojas de plantones de zapote.



Figura 24. Presencia de verrugas foliares en las hojas del injerto.